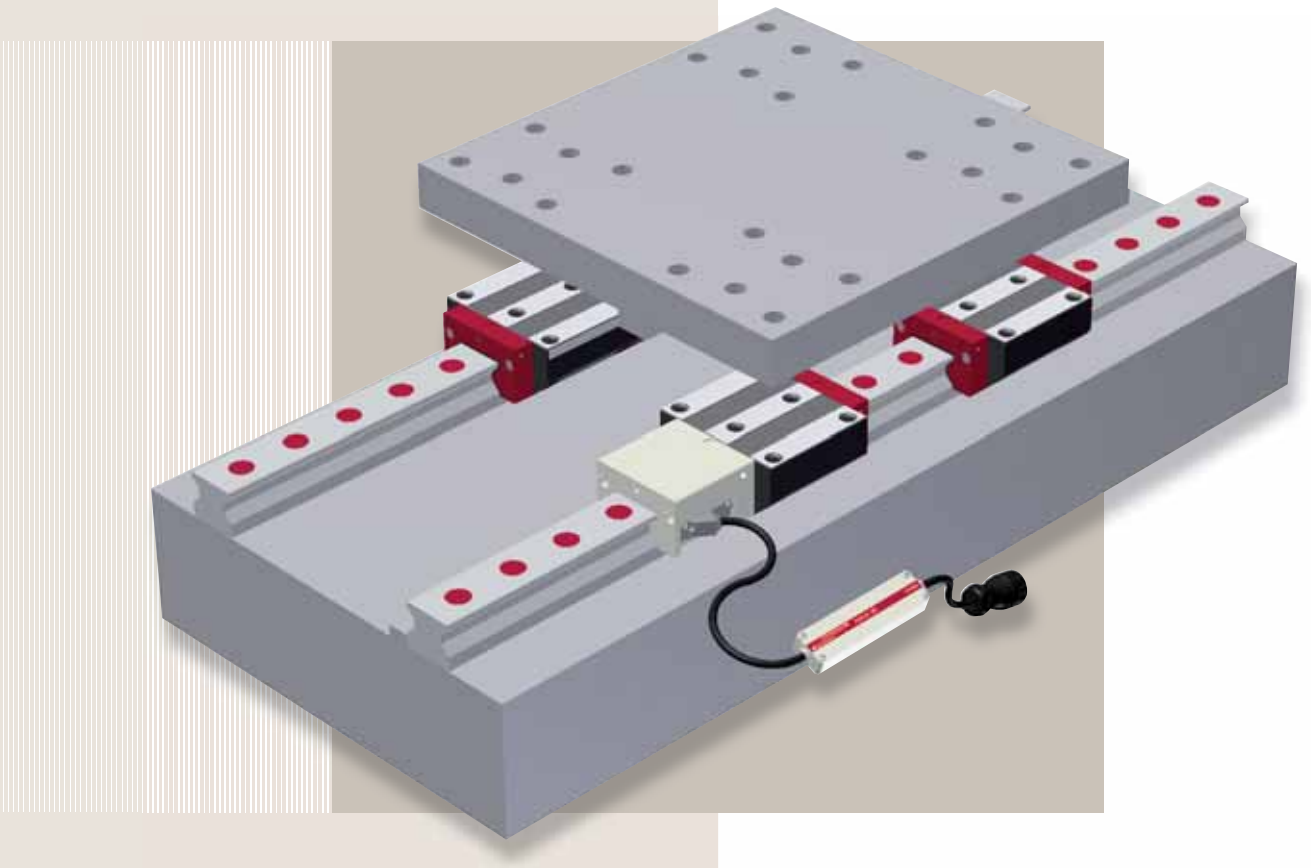
SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY



Katalog aplikací
MONORAIL a AMS
Profilová kolejnicová vedení a integrované měřicí systémy

1

Předmluva

Předložený katalog aplikací MONORAIL a AMS je určen pro obecné konstrukční použití. Doplňuje všeobecné katalogy:

Produktový katalog MONORAIL a AMS
Montážní návod pro MONORAIL a AMS

obecnými vědomostmi pro prodej a aplikační poradenství. Katalog aplikací lze získat ve verzi tištěné anebo digitální v části Download na domovské stránce firmy SCHNEEBERGER: www.schneeberger.com.

Veškeré geometrické rozměry a údaje o výkonech jako je nosnost a rychlosti zjistíte v produktovém katalogu MONORAIL a AMS. Jsou v něm uvedeny také standardní produkty.

Katalog aplikací pod označením „vedení MONORAIL fy SCHNEEBERGER“ popisuje v podstatě produktové řady MR a BM jakož i měřicí systémy AMS. Uspořádání je rozděleno do oblastí: Technické základy, Vývoj a design, Skladování a doprava, Uvedení do provozu a provoz, Údržba a servis produktů. V těchto oblastech jsou odděleně popsány kompetence vedení, pohon a měření.

SCHNEEBERGER GmbH
75339 Höfen/Enz

Pokyny

Pokyny pro uživatele

Tato tiskovina byla vytvořena s velkou péčí a byla zkontrolována její správnost. Přesto nelze za chybné nebo neúplné údaje převzít jakoukoliv záruku. Na základě dalšího vývoje našich produktů zůstávají změny údajů a technických dat vyhrazeny. Dotisk nebo rozmnožování, i částečné, není bez našeho předchozího písemného souhlasu povoleno.

Použité symboly

Pokyny

Pokyn

➡ Zde jsou uvedeny pokyny a doporučení

Výstražný pokyn

Signální slovo

Druh a zdroj nebezpečí

➡ Důsledky při nedodržení výstražného pokynu.
➡ Opatření k zamezení škody.

Výstražné pokyny se pomocí signálního slova klasifikují takto:

- **Varování**
  Znamená, že existuje nebezpečí těžkého zranění nebo výrazných věcných škod, pokud nebudou provedena předepsaná bezpečnostní opatření.
- **Pozor**
  Znamená, že existuje nebezpečí lehkého zranění nebo věcných škod, pokud nebudou provedena předepsaná bezpečnostní opatření.

Další literatura

- Produktový katalog MONORAIL a AMS
- Provozní návod pro interpolační a digitalizační elektroniku SMEa
- Montážní/softwarový návod AMSA-3L
- Montážní návod pro krycí pásek BAC pro MONORAIL BM
- Montážní návod pro krycí pásek MAC pro MONORAIL MR
- Montážní návod pro měděnou zátku MRS/BRS MONORAIL MR/BM
- Montážní návod pro MONORAIL a AMS
- Montážní návod pro mazací desku SPL pro MONORAIL
- Montážní návod pro ocelovou zátku MRZ pro MONORAIL MR
- Montážní pokyn pro stírací plech ASM
- Montážní pokyn pro vozík MONORAIL MR A BM
- Montážní pokyn pro vozík MONORAIL MR 100
- Montážní pokyn pro MONORAIL BM2G
- Montážní pokyn pro MONORAIL BZ

Produktové katalogy a montážní návody lze získat od zastoupení firmy SCHNEEBERGER nebo stáhnout z www.schneeberger.com.

1

Obsah

1 Technické základy: Vedení 7

1.1. Vedení profilových lišt SCHNEEBERGER 10

1.2. Konstrukce valivých vedení s profilovými lištami 15

1.3. Nosnost 23

1.4. Předpětí 28

1.5. Tuhost 30

1.6. Přesnost 31

1.7. Podklady pro výpočet životnosti 36

1.8. Těsnicí systémy 37

1.9. Vznik hluku 40

1.10. Mazání 42

2 Technické základy: Pohánění 47

2.1. Integrovaný pohon BZ s ozubeným hřebenem 50

2.2. Mazání 53

3 Technische základy: Meření 55

3.1. Systémy odměřování polohy 58

3.2. Rozhraní 73

4 Vývoj a design: Vedení 81

4.1. Faktory ovlivňující výběr produktu 85

4.2. Porovnání kulička – váleček 86

4.3. Konstrukční tvary vodicích kolejnic 88

4.4. Konstrukční tvary vodicího vozíku 93

4.5. Předpětí 97

4.6. Přesnost 100

4.7. Druhy vestaveb systémů vedení 106

4.8. Výpočet a dimenzování 109

4.9. Upevnění vodicí kolejnice 119

4.10. Vícedílné vodicí kolejnice 125

4.11. Upevnění vodicích vozíků 126

4.12. Uspořádání připojovací konstrukce 130

4.13. Mazání 137

4.14. Těsnění 152

4.15 Ochrana proti korozi 161

4.16 Přídavné funkce aretace a brzdy 165

4.17. SCHNEEBERGER-Download a online katalog CAD 167

Obsah

5 Vývoj a design: Antreiben 169

5.1. Přehled produktů 172

5.2. Výpočet a dimenzování 175

5.3. Upevnění vodicí kolejnice 180

5.4. Vícedílné vodicí kolejnice 183

5.5 Uspořádání připojovací konstrukce 184

5.6. Mazání 187

6 Vývoj a design: Měření 189

6.1. Integrace 192

6.2. Přehled produktů 193

6.3. Faktory ovlivňující výběr produktů 197

6.4. Uspořádání měřicích systémů 200

6.5. Podmínky použití 205

6.6. Stínění 206

7 Skladování a transport 209

7.1. Stav při vydodání 212

7.2. Skladování 213

7.3. Transport 214

8 vedení do provozu 217

8.1. Seznam vedení 220

8.2. Seznam Odměřovací systém 222

9 Provoz, údržba a servis 223

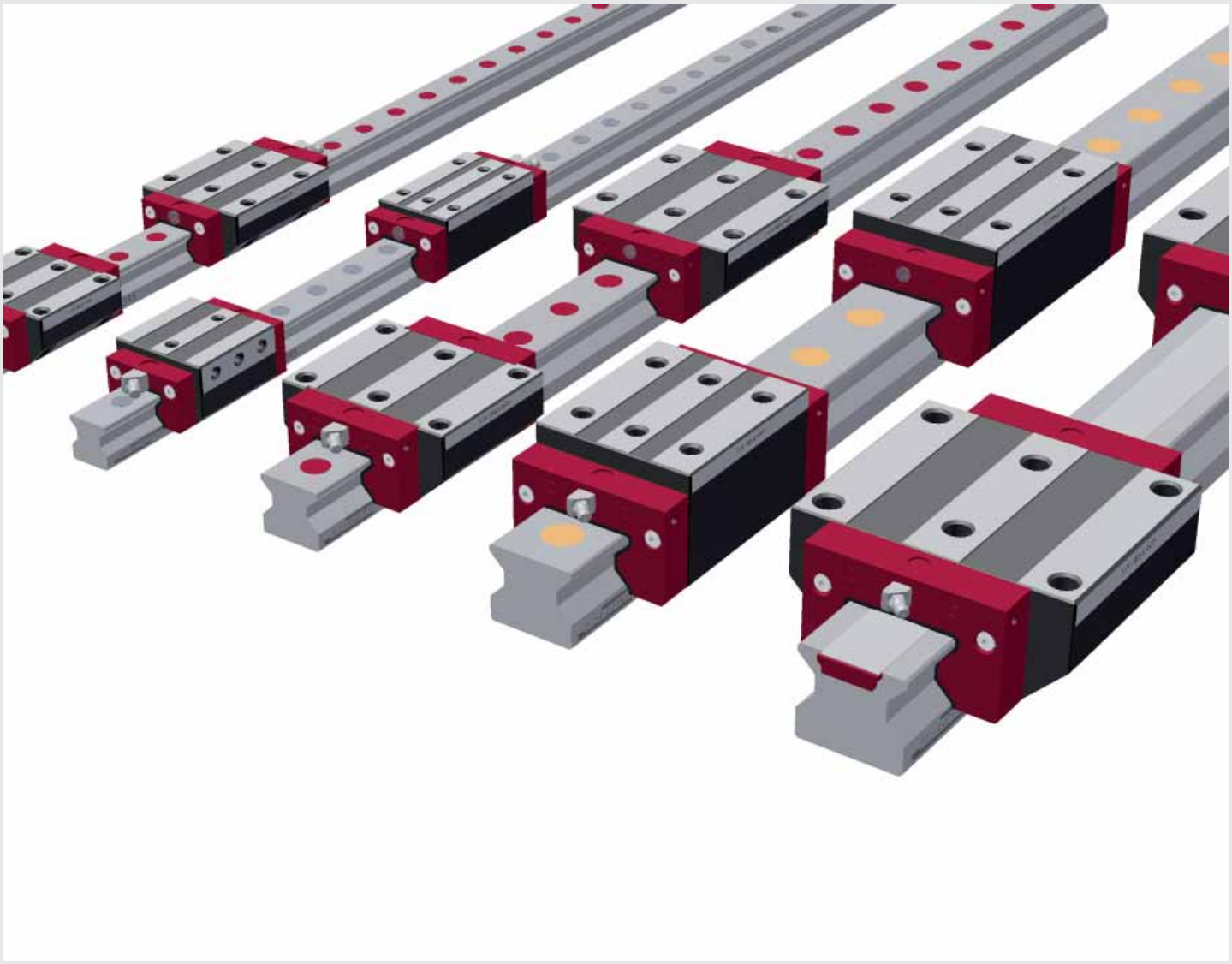
9.1. Stěrač 226

9.2. Faktory ovlivňující podmínky provozu 230

9.3. Bezpečnostní opatření 231

9.4. 24hodinový dodací servis 232

1 Technické základy:
Vedení



SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY

Obsah

1 Technické základy: Vedení 7

1.1. Vedení profilových lišt SCHNEEBERGER 10
1.1.1. Druhy lineárních vedení 10
1.1.2. Vlastnosti a výhody vedení MONORAIL firmy SCHNEEBERGER 12

1.2. Konstrukce valivých vedení s profilovými lištami 15
1.2.1. Vodicí vozík a vodicí kolejnice 15
1.2.2. Jednotlivé díly a příslušenství 16
1.2.3. Konstrukční tvary a konstrukční principy 18
1.2.4. Materiály 21
1.2.5. Kalení 21

1.3. Nosnost 23
1.3.1. Nosnost 23
1.3.2. Dynamická nosnost C 23
1.3.3. Statická nosnost C0 24
1.3.4. Statické a dynamické momenty 25
1.3.5. Zatěžovací směry 26

1.4. Předpětí 28
1.4.1. Definice 28
1.4.2. Výroba 29
1.4.3. Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL 29

1.5. Tuhost 30
1.5.1. Definice 30

1.6. Přesnost 31
1.6.1. Přesnost 31
1.6.2. Třídy přesnosti vedení SCHNEEBERGER MONORAIL 31
1.6.3. Přesnost chodu 31
1.6.4. Vlivy na přesnost chodu 33
1.6.5. Opatření ke zlepšení přesnosti 35

1.7. Podklady pro výpočet životnosti 36
1.7.1. Definice pojmů 36
1.7.2. Platné normy 36

1.8. Těsnicí systémy 37
1.8.1. Funkce těsnění 37
1.8.2. Druhy těsnění 37
1.8.3. Tření různých těsnění 39

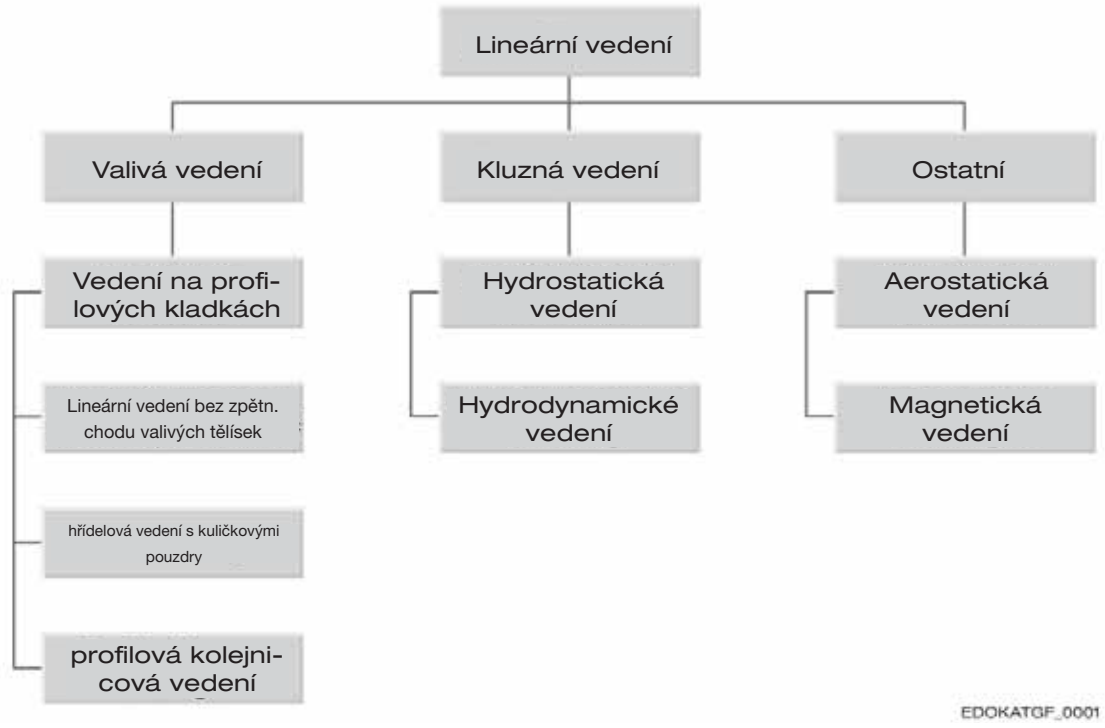
1.9. Vznik hluku 40
1.9.1. Definice 40
1.9.2. Příčiny 40
1.9.3. Opatření ke snížení hluku 41

1.10. Mazání 42
1.10.1. Úkoly mazání 42
1.10.2. Druhy maziv 42
1.10.3. Vlastnosti maziv 43
1.10.4. Doporučená maziva 44
1.10.5 Parametry a aditiva maziv 44
1.10.6. Zkrácené označení maziv podle DIN 51502 45
1.10.7. Ovlivňující parametry při výběru maziva 46

1.1. Vedení profilových lišt SCHNEEBERGER

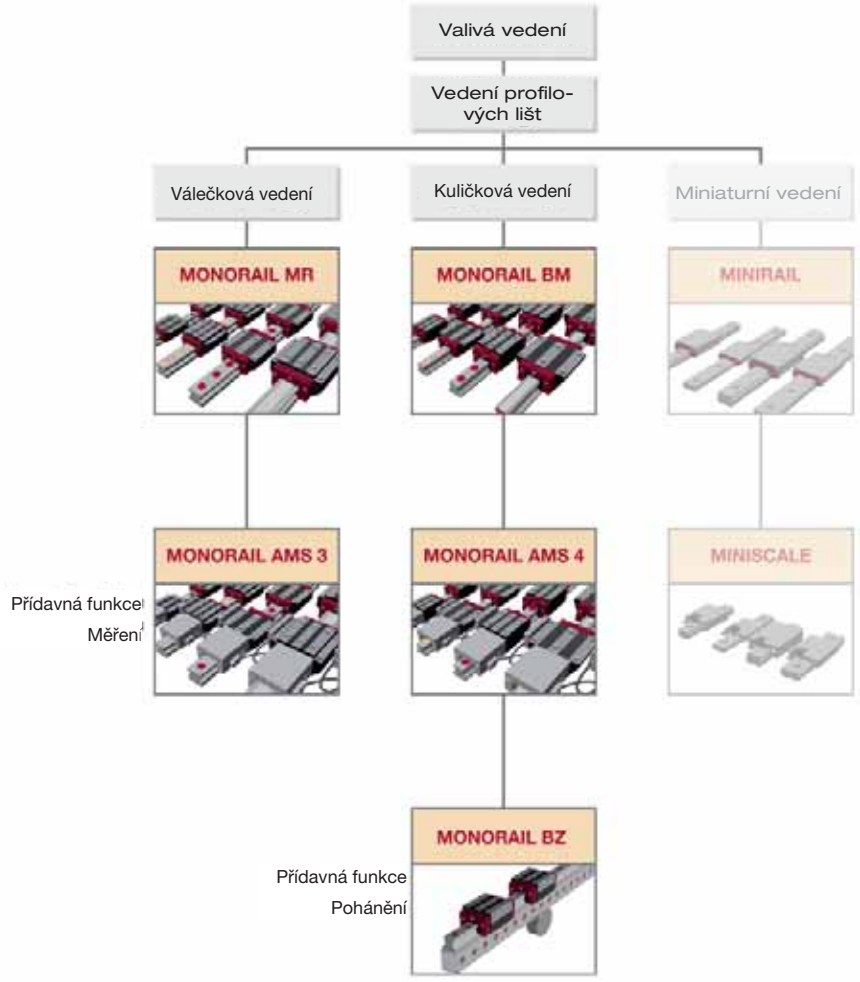
1.1.1.
Druhy lineárních vedení

Lineární vedení umožňují ve strojích a technických systémech přesné přímočaré pohyby. Podle konstrukčního tvaru Lineární vedení mohou přenášet síly příčné ke směru pohybu i momenty. Lineární vedení lze podle druhu fyzikálního principu působení rozdělit podle následujícího schématu.



Valivá vedení lze podle druhu pohybu valivých elementů v rámci vedení dále rozdělit na valivá vedení s a bez oběhu valivých elementů.
U vedení s oběhem valivých elementů se zdvih omezuje délkou dílů vedení.
Vedení s oběhem valivých elementů, k nimž patří vedení profilových lišt SCHNEEBERGER, mají teoreticky neomezený zdvih, který je limitován pouze délkou vodicí kolejnice.
Obrázek v následujícím odstavci ukazuje přehled valivých vedení s příslušnými produkty firmy SCHNEEBERGER.

Vedení profilových lišt SCHNEEBERGER jsou kompaktní, vestavné systémy lineárních vedení, které jsou zkonstruovány z profilové lišty a valivě uloženého vodicího vozíku s uzavřeným oběhem valivých elementů. Jako valivé elementy se používají válečky nebo kuličky. Podle konstrukčního tvaru se vedení odlišují v počtu valivých drah. Díky předepnutým vodicím vozíkům umožňují pohyb v podélném směru přesný bez vůle a téměř bez tření. Pojímají při tom síly ze všech směrů příčně k pohybu a momenty okolo všech os. Na základě normovaných hlavních rozměrů jsou vedení od různých výrobců zaměnitelná.
Vedení profilových lišt SCHNEEBERGER mohou, jak ukazuje následující přehled, splňovat vedle přesného vedení ještě další funkce, jako např. pohánění pomocí integrovaných ozubených hřebenů a měření díky integraci systémů měření polohy.



1.1.2. Vlastnosti a výhody vedení MONORAIL firmy SCHNEEBERGER

Na základě rostoucí konkurence je nutné v dnešní době vyrábět výrobky stále výhodněji a ve stále lepší kvalitě. Klade to vysoké nároky na výrobní zařízení a jejich vodicí prvky, které vedle pohonů a řízení zvláštní měrou odpovídají za produkovanou kvalitu.
K požadavkům na moderní lineární vedení patří:

- vysoká nosnost a tuhost
- neměnná přesnost
- žádná vůle
- dobré dynamické vlastnosti
- lehký chod
- hospodárnost
  - nízké pořizovací náklady
  - jednoduchá montáž a justáž
  - nízké náklady na údržbu
  - snadné skladování a pořízení náhradních dílů
  - standardizace
  - zaměnitelnost
  - dlouhá životnost
  - přidaná hodnota díky integraci přídavných funkcí
- snášenlivost s životním prostředím

Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL tyto požadavky splňují velkou měrou a nabízí tak oproti hydrodynamickým kluzným vedením rozhodující výhody.

Nosnost a tuhost

Díky principu konstrukce mohou vedení SCHNEEBERGER MONORAIL přes kompaktní konstrukci pojmout vysoké síly a momenty ze všech směrů. Nosnost a tuhost přitom v podstatě závisí na počtu nosných válcových tělísek a na jejich konstrukčním tvaru.
Valivá vedení mají díky velké kontaktní ploše mezi valivými tělísky a valivou dráhou v porovnání s kuličkovými vedeními vyšší nosnost i tuhost a mohou proto lépe pojmout větší síly při stejně velkém konstrukčním prostoru.

Neměnná přesnost

U vedení SCHNEEBERGER MONORAIL se valivá tělíska odvalují po valivé dráze téměř bez prokluzování. Díky tomu podléhají jen velmi malému otěru, k čemuž přispívá také úplné, sériově vyráběné utěsnění vodicích vozíků. Při řádném používání si vedení SCHNEEBERGER MONORAIL uchovají svou přesnost po celou svoji životnost, aniž by je bylo nutné jakkoli dojustovávat nebo opracovávat.
Předpokládá to ovšem, aby byly splněny tyto podmínky:

- dostatečné mazání
- ochrana vedení před abrazívními částicemi pomocí vhodných opatření
- zabránění přetěžování
- ochrana před chemikáliemi

Žádná vůle

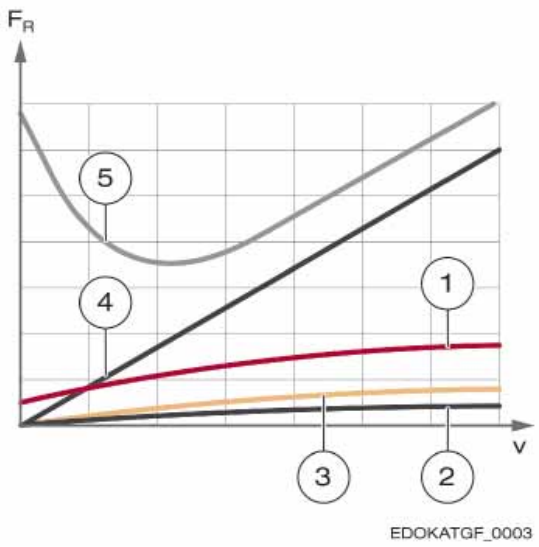
Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL jsou vybavena předpětím, které zajišťuje to, že vedení profilových lišt zůstává i za působení sil bez vůle. Znamená to, že se valivá tělíska nezvedají z valivé dráhy. Kromě toho se předpětím ovlivňuje tuhost systému, což se ovšem projevuje na posuvné síle FV a na životnosti.
Výběrem třídy předpětí lze určit velikost předpětí a tím i tuhost podle aplikace. Předpětí se vytváří ve výrobě použitím příslušných valivých tělísek a není nutné ho při montáži nastavovat. Zákazník získává systémy kompletně schopné provozu, které si své předpětí zachovávají beze změn po celou dobu životnosti při odpovídajících okolních podmínkách.

Dynamické vlastnosti

Moderní vedení MONORAIL od firmy SCHNEEBERGER se velmi dobře hodí pro vysoce dynamické aplikace a v této oblasti jsou výrazně lepší než kluzná vedení. Přitom lze s kuličkovými vedeními z principu realizovat vyšší rychlosti než s válečkovými vedeními. Je to způsobeno nižší pohybovou hmotností valivých elementů a jednodušším vedením kuliček na jejich oběhu, protože orientace u nich nehraje žádnou roli.

Lehký chod

Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL musí kromě tření těsnění překonat valivé tření valivých elementů. Oproti kluzným vedením vykazují výrazně nižší posuvné síly, které také, jak ukazuje obrázek níže, s rostoucí rychlostí vzrůstají jen málo. Kromě toho neexistuje žádné výrazné tření při najíždění s efektem Stick-Slip jako u hydrodynamických kluzných vedení. Tím lze dosáhnout vyšší přesnost polohování a použití menších pohonů.



1 Valivé vedení
2 Magnetické vedení
3 Aerostatické vedení
4 Hydrostatické vedení
5 Hydrodynamické vedení

F_R Třecí síla
v Rychlost

Rychlost v vynesená vůči třecí síle FR.

Hospodárnost

Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL jsou standardizované strojní prvky, jejichž konstrukční tvar, hlavní rozměry a konstrukční velikost jsou normované. To zaručuje zaměnitelnost systémů různých výrobců a šetří to náklady při pořizování a skladování.
Protože se vedení našroubují jako kompletní jednotky, jsou náklady na montáž a justáž minimální. Také uspořádání strojního lože je méně nákladné než u kluzných vedení. Pro dosažení vysoké přesnosti zpravidla stačí opracování přípojných ploch frézováním. Není nutné valivé dráhy zaškrabávat.
Další potenciál ke zvýšení hospodárnosti nabízí integrace přídavných funkcí do vedení, jak to umožňují např. produkty SCHNEEBERGER s integrovaným pohonem BZ s ozubeným hřebenem nebo systémy AMS pro měření dráhy.
Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL jsou při dostatečném mazání téměř bezúdržbová a dosahují vysokou životnost. Zachovávají si svou kvalitu po celou dobu provozu. Mazání a výměna opotřebovávaných dílů představují nízké náklady.
Zdůrazňuje to, že vedení SCHNEEBERGER MONORAIL mohou, oproti jiným druhům vedení, dosahovat vyšší hospodárnost.

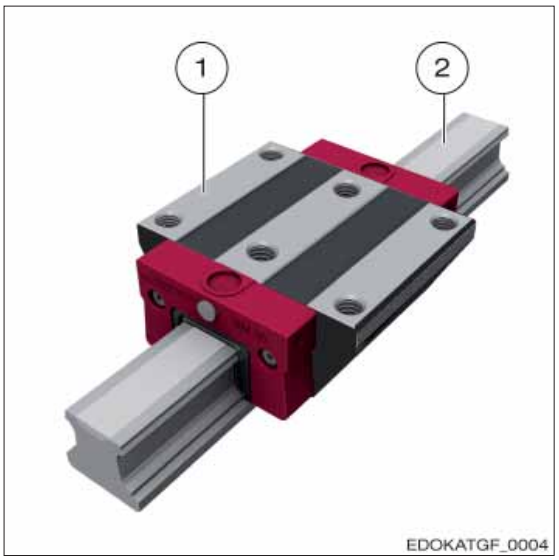
Snášenlivost s životním prostředím

Vodicí vozíky pro vedení SCHNEEBERGER MONORAIL jsou pomocí stěrače dokola utěsněny a mají mezi svými valivými elementy a v oběhu valivých elementů dutiny, které slouží jako zásobníky maziva. Díky tomu jsou především u mazání tukem nános tuku a tedy i spotřeba tuku velmi nízké. U valivých vedení je naopak oproti kluzným vedením nutný jen extrémně tenký film maziva k oddělení kovových valivých partnerů. Dík tomu je pro jejich bezpečnou funkci zapotřebí jen velmi málo maziva, díky čemuž vykazují vedení SCHNEEBERGER MONORAIL vysokou snášenlivost s životním prostředím. Dobrá snášenlivost vedení SCHNEEBERGER MONORAIL s životním prostředím se ukazuje také při likvidaci produktů. Díky tomu je zaručeno snadné oddělení rozdílných materiálů, ocel i plasty lze znovu zhodnotit.

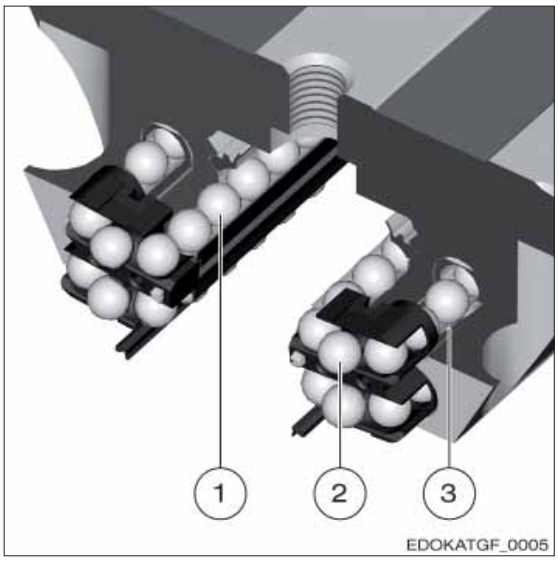
1.2. Konstrukce valivých vedení s profilovými lištami

1.2.1.
Vodicí vozík a vodicí kolejnice

Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL se skládají z vodicích lišt a vodicích vozíků, ve kterých jsou valivé elementy. Valivé elementy se pohybují po uzavřených drahách ve vodicích vozících a umožňují tak neomezený lineární pohyb vodicích vozíků na vodicích lištách. Dráhy valivých elementů se dělí na nosnou zatěžovací zónu a na nezatíženou oblast, která se skládá z přesměrovacích zón a zpětného vedení a stará se o to, aby valivé elementy byly přivedeny na začátek zatěžovací zóny.



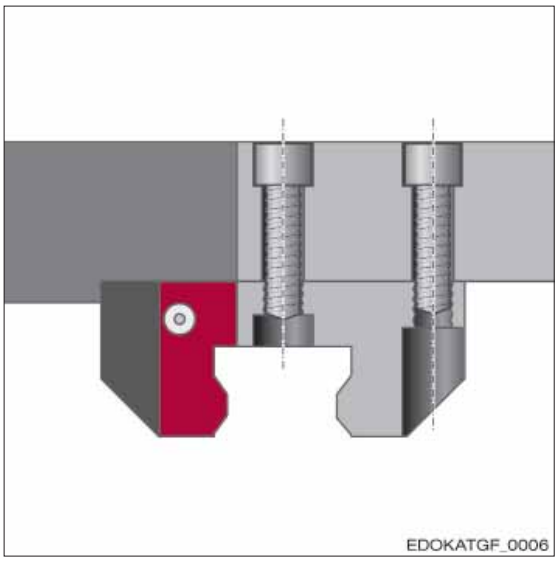
Vodicí vozík s vodicí lištou:
1 Vodicí vozík
2 Vodicí lišta



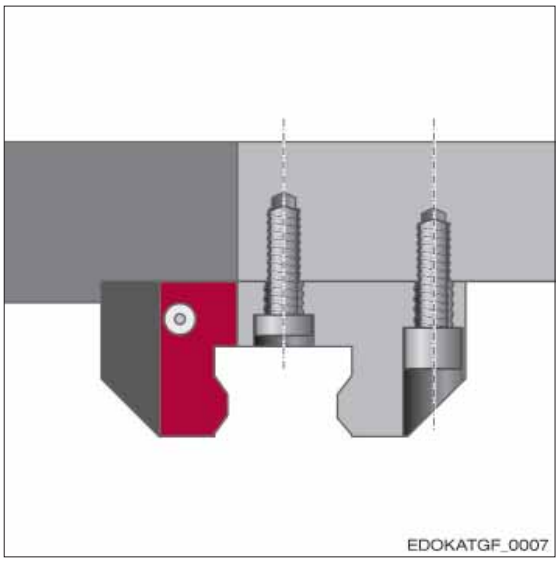
Oběh valivých elementů ve vodicím vozíku:
1 Silová zóna
2 Přesměrování
3 Zpětné vedení

Referenční plochy a upevnění

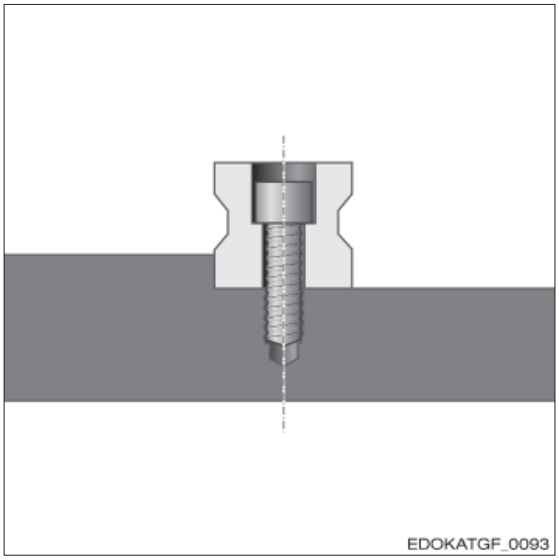
Upevnění vedení SCHNEEBERGER MONORAIL na okolní konstrukci se provede na spodní stranu vodicí kolejnice, horní stranu vodicího vozíku a na boční strany dorazových ploch. Pro co největší tuhost spojení mezi vodicí lištou a okolní konstrukcí je nosná plocha na spodní straně vodicí lišty u firmy SCHNEEBERGER provedena celoplošně. Vodicí lišty mají pro upevnění pomocí šroubů několik otvorů, které jsou provedeny buď jako průchozí otvory nebo závitové otvory. Boční dorazové plochy jsou standardně jednostranně provedeny a slouží k bočnímu podepření a vyrovnání na připojovací konstrukci. Na přání lze dodat také oboustranné dorazové plochy.
Kvalita montážních a dorazových ploch a jejich vzájemná poloha ovlivňují geometrickou přesnost a životnost vedení. Jsou proto vyrobeny precizně a ve velké kvalitě.



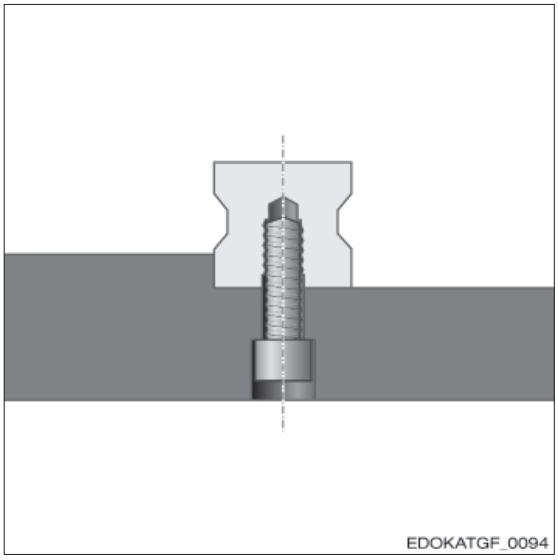
Použití závitového otvoru



Použití otvorů ve vodicím vozíku jako průchozích otvorů.



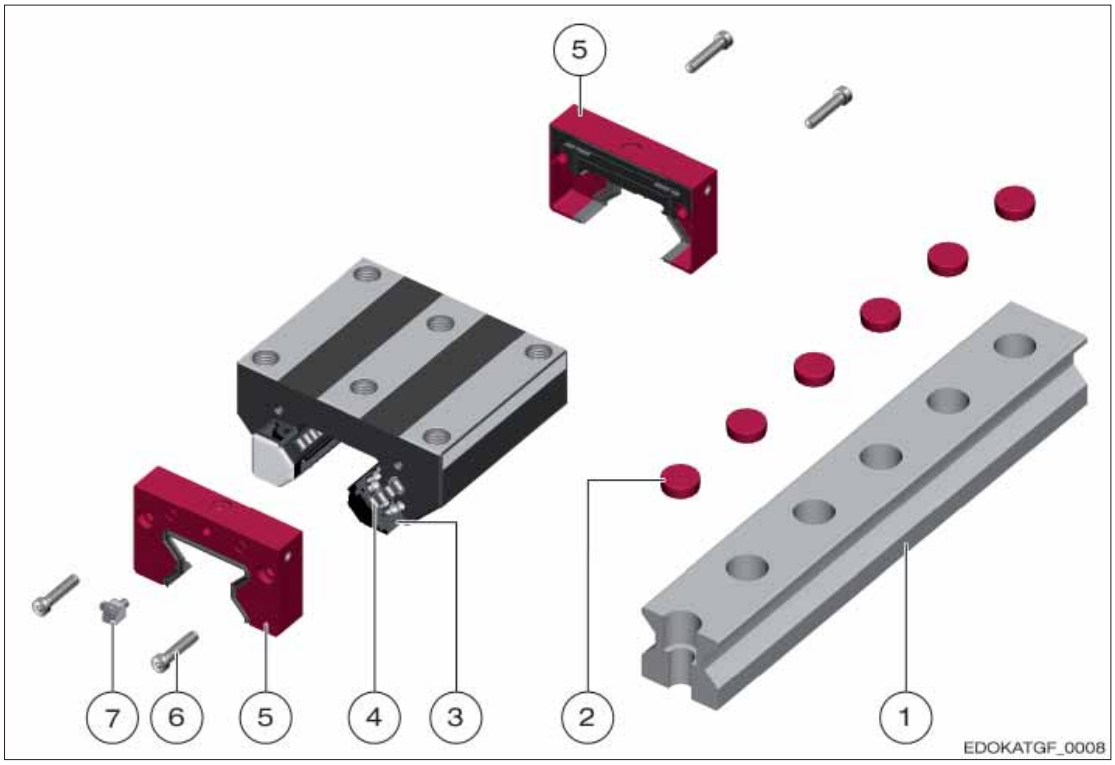
Vodicí lišta s průchozím otvorem



Vodicí lišta s otvorem se závitem odspodu

1.2.2.
Jednotlivé díly a příslušenství

Vodicí vozíky z vedení SCHNEEBERGER MONORAIL se skládají z více jednotlivých dílů. Nejdůležitější částí je nosné základní tělo z vysoce kvalitní oceli pro valivá ložiska s upevňovacími otvory ale i valivými dráhami a otvory zpětného vedení pro valivé elementy.
Jako valivé elementy se užívají válečky nebo kuličky. Ty jsou také z tvrzené oceli pro valivá ložiska. Další součástí těla vodicího vozíku jsou plastové vodicí prvky s integrovanými podélnými stěrači.
Přesměrování valivých prvků je také součástí těla vodicího vozíku. Čelní desky mají integrované příčné stěrače k čelnímu utěsnění vodicích vozíků a přebírají rozdělování maziva uvnitř vodicího vozíku. Přes připojovací závit lze našroubovat mazničky nebo adaptéry, přes které se mazivo dostává do vnitřku čelní desky a odtud se přes kanály rozděluje a odvádí k valivým elementům.
Vodicí vozíky lze doplnit příslušenstvím, jako jsou přídavné stěrače, plechové stěrače nebo mazací desky, které lze namontovat čelně a jako opci umožňují přizpůsobení systému k příslušné aplikaci.
Vodicí kolejnice jsou stejně jako vodicí vozíky z ložiskové oceli a jsou kalené buď v oblasti vodicí dráhy, nebo celé prokalené. Zaslepovací prvky pro otvory ve vodicích kolejnicích ve formě záslepek nebo krycích pásků kompletují vodicí kolejnice.



Základní vybavení vedení SCHNEEBERGER MONORAIL na příkladu válečkového vedení MONORAIL MR:

1 Vodicí kolejnice
2 Opce k zaslepení otvorů (např. plastové záslepky))
3 Přesměrování válečků
4 Přesměrování válečků
5 Čelní deska
6 Šrouby
7 Maznička

1 Mazací deska (SPL)
2 Přídavný stěrač (ZCN/ZCV)
3 Kovový předstěrač (ASM)
4 Upevňovací šrouby

Příslušenství vedení SCHNEEBERGER MONORAIL na příkladu válečkového vedení MONORAIL MR.

1.2.3.
Konstrukční tvary a konstrukční principy

Platne´ normy

Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL existují ve velkém počtu konstrukčních velikostí a konstrukčních tvarů. Pro dosažení jednotného standardu pro tyto strojní součásti byly nejdůležitější varianty provedení zahrnuty pod průmyslovou normu DIN 645 část 1. Norma stanovuje vedle konstrukčního tvaru hlavní rozměry a třídy přesnosti vodicích kolejnic a vodicích vozíků. Produkty SCHNEEBERGER MONORAIL MR a BM odpovídají této normě a jsou proto zaměnitelné.
Vedle normovaných provedení nabízí SCHNEEBERGER pro speciální aplikace ještě velký počet dalších variant, jako např. speciální průřezy vodicích kolejnic, vodicí kolejnice s ozubením, krátké vodicí vozíky nebo provedení pro velká zatížení.

Důležité produktové normy

DIN 637

Bezpečnostně technická ustanovení pro nadimenzování a provoz profilových vodicích lišt s oběhem valivých elementů

DIN 645 - část1:

Valivá vedení s profilovými lištami – část 1: Rozměry pro série 1 až 3

DIN 645 - část 2:

Valivá vedení s profilovými lištami – část 2: Rozměry pro sérii 4

DIN ISO 14728 - část 1:

Lineární valivá ložiska – část 1: Dynamická nosnost a nominální životnost

DIN ISO 14728 - část 2:

Lineární valivá ložiska – část 2: Statická nosnost

ISO 12090 - část 1:

Lineární ložiska s oběhem kuliček a válečků – Lineární vedení – část 1: Rozměry a tolerance pro série 1, 2 a 3

ISO 12090 - část 2:

Lineární ložiska s oběhem kuliček a válečků – Lineární vedení – část 2: Rozměry a tolerance pro série 4 a5

Jednotlivé díly

DIN 5401:

Kuličky pro valivá ložiska a obecné průmyslové použití

DIN 5402 - část 1:

Části valivých ložisek – část 1: cylindrické válečky

DIN 631:

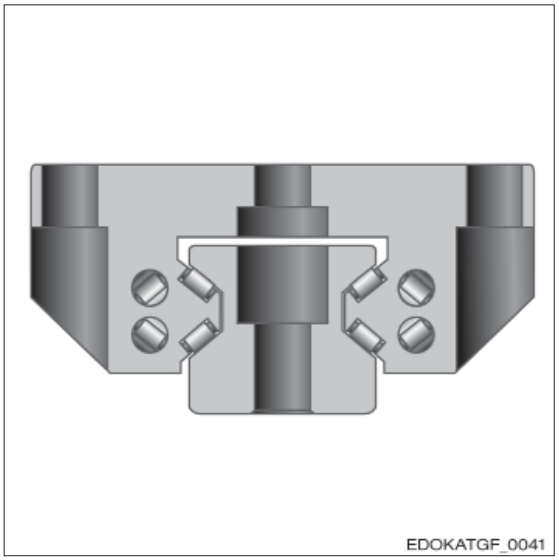
Podmínky zkoušek pro pokusně technickou verifikaci dynamických nosností u lineárních valivých vedení s profilovými kolejnicemi a oběhem valivých elementů.

Konstrukční velikosti

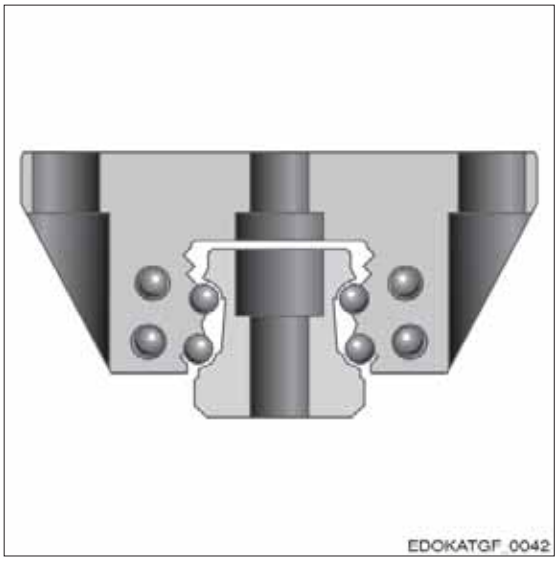
Konstrukční velikost vedení SCHNEEBERGER MONORAIL odpovídá přibližně šířce vodicích kolejnic v mm a je od této odvozena. Definuje také hlavní rozměry vodicích vozíků a schéma upevňovacích otvorů. V části 2 normy DIN 645 (rozměry pro sérii 4) jsou shrnuta miniaturní vedení konstrukčních velikostí 7, 9, 12 a 15.

Uspořádání valivých elementů

Počet řad valivých elementů a uspořádání valivých elementů závisí u vedení profilových lišt na tvaru valivých elementů, valivém kontaktu, dostupném konstrukčním prostoru, přenositelných silách a jiných faktorech. Existují vedení se dvěma, čtyřmi, šesti nebo více řadami valivých elementů. Principiálně roste s počtem valivých elementů setrvačnost a tuhost, současně ale také vzrůstá posuvná síla a konstrukční náklady.
Firma SCHNEEBERGER nabízí vedení: 4-řadová a 2-řadová, jak ukazuje následující přehled:



Druh vedení:
– Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL s válečky
Geometrie:
– 4-řadová
– Lineární kontakt
– Geometrie O
Produkty SCHNEEBERGER:
– MONORAIL MR
– MONORAIL AMS 3B
– MONORAIL AMSABS 3B
– MONORAIL AMSA 3L

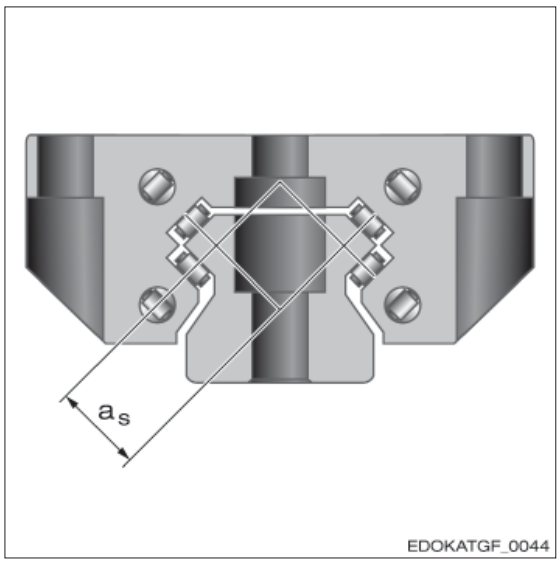


Druh vedení:
– Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL s kuličkami
Geometrie:
– 4-řadová
– 2-bodový kontakt
– Geometrie O
Produkty SCHNEEBERGER:
– MONORAIL BM
– MONORAIL BZ
– MONORAIL AMS 4B
– MONORAIL AMSABS 4B

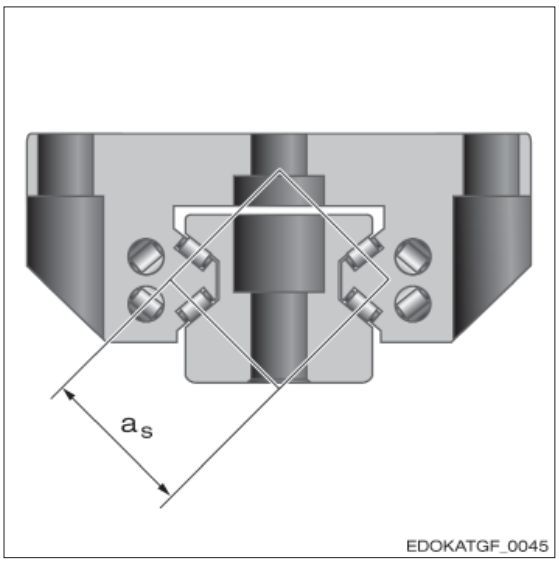
Geometrie O

Při uspořádání valivých drah vedení s profilovými lištami se rozlišuje mezi geometrií X a O. S geometrií O se realizují velké vnitřní vzdálenosti podpěr pomocí valivých drah valivých elementů přesazených o 90o. Díky tomu mohou vedení pojmout rovnoměrně velké síly ze všech směrů a větší momenty okolo podélné osy. Vykazují při tom vyšší torzní tuhost než s geometrií X.

Proto jsou válečková a kuličková vedení SCHNEEBERGER provedena s výhodnější geometrií O.



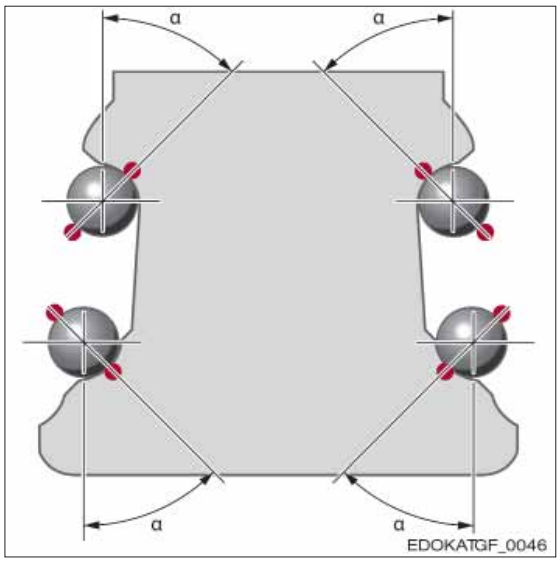
Geometrie X se vzdáleností podpěr a_s



Geometrie O se vzdáleností podpěr a_s

Úhel tlaku

U vedení SCHNEEBERGER MONORAIL jsou valivé dráhy uspořádány pod určitým úhlem, aby bylo možné pojmout síly z rozdílných směrů. Tento úhel tlaku □ je podle DIN ISO 14728 definován jako úhel mezi směrem síly působící na vedení linií působení výsledné síly, která je přenesena z valivé dráhy na valivý element.
Všechna vedení MONORAIL od firmy SCHNEEBERGER mají úhel tlaku □ = 45o a mohou proto pojmout stejně velké síly ze všech směrů.



Úhel tlaku valivých elementů na vodicí kolejnici.

1.2.4.
Materiály

SCHNEEBERGER využívá pro výrobu kolejnic a vozíků vysoce kvalitních nástrojových ocelí a některých velice
kvalitních umělých hmot. V oblasti příslušenství se používají také lehčí kovy včetně hliníku. Následující tabulka dává přehled materiálů použitých ve výrobě SCHNEEBERGER.

Materialien:

Konstrukční díly	Materiály
Vodicí kolejnice	oceli pro valivá ložiska nebo kompletní vytvrzené vodicí kolejnice
Těla vodicích vozíků	oceli pro valivá ložiska, základní těla prokalená
Valivé elementy	oceli pro valivá ložiska, kalené
Čelní desky	PAPA, odstříknuté
Převodník	POM a polyamid, odstříknutý
Těsnění	TPU, odstříknutá
Přídavný stěrač	NBR nebo FPM (Viton) pro těsnicí chlopně, ušlechtilá ocel pro nosnou desku
Plechový stěrač	ušlechtilá ocel nerezová
Záslepka pro vodicí kolejnici	ušlechtilá ocel nerezová, mosaz, plast (POM)
Krycí pásek pro vodicí kolejnici	pružinová ocel, nerezová
Čtecí hlava	ušlechtilá ocel, nerezová
Nástavbový kryt	hliník
Mazací příslušenství	ocel, pozinkovaná, poniklovaná nebo žlutě chromátovaná

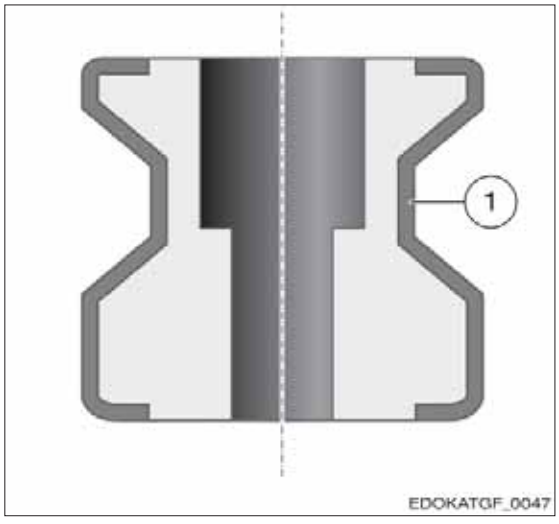
1.2.5.
Kalení

K docílení dostatečně vysoké nosnosti a dlouhé životnosti u vedení profilových lišt musejí plochy v kontaktu při odvalování vykazovat vysokou povrchovou tvrdost. U vodicích kolejnic a vodicích vozíků jsou proto kalené buď jenom dráhy valivých elementů, nebo kompletní těla vodicích vozíků.

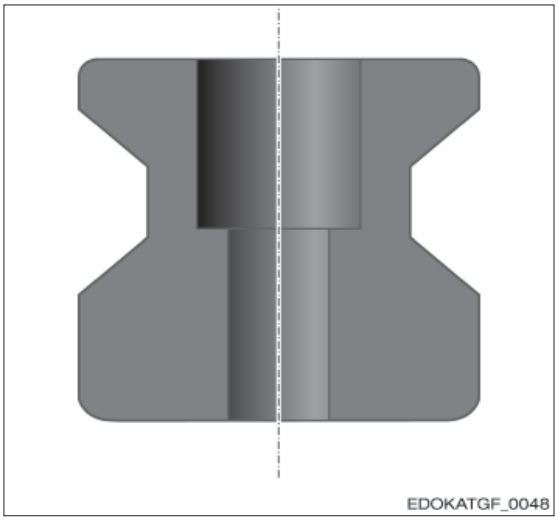
Vodicí kolejnice

Firma SCHNEEBERGER nabízí jak vodicí kolejnice s indukčně kalenými valivými drahami, tak i kompletně kalené vodicí kolejnice. Vedle docílení dostatečné nosnosti nabízí tvrdá povrch vodicích kolejnic oproti měkkému povrchu podle aplikace tyto výhody:

- dlouhou životnost stěračů
- povrch lze využít jako valivou plochu pro ochranné kryty (pouze prokalené vodicí kolejnice)
- ochrana vodicí kolejnice před dopadajícími otřepy (pouze prokalené vodicí kolejnice)



Indukčně kalená vodicí kolejnice s kalenou zónou (1) na příkladu vodicí kolejnice MR

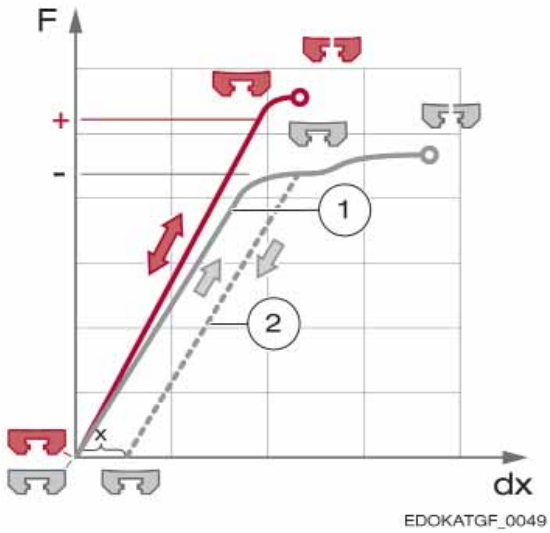


Prokalená vodicí kolejnice na příkladu vodicí kolejnice MR

Vodicí vozíky

Základní ocelová těla vodicích vozíků jsou rozhodujícím prvkem k docílení vysoké životnosti, ale i přesnosti po celou dobu životnosti. Pro zachování těchto vysokých požadavků po celou dobu užívání, i za extrémních zatížení, bez plastické deformace vodicích vozíků, používá firma SCHNEEBERGER pro všechny produkty kvalitní oceli pro valivá ložiska. U těch jsou kalené nejenom valivé dráhy, ale kompletní průřez vodicího vozíku. I při zatíženích vyšších než při plánovaném použití si vodicí vozíky od firmy SCHNEEBERGER zachovávají vlastnosti nastavené z výroby, protože z principu nedochází k žádné plastické deformaci.
Výhody prokalených vodicích vozíků:

- vysoká rozměrová stabilita základního těla vodicích vozíků po celou dobu používání
- žádná plastické deformace vodicího vozíku při přetížení nebo kolizi
- žádné nedefinované chyby geometrie a ztráty předpětí
- vysoké pohlcení síly až do meze pevnosti
- broušené přípojné plochy ve vodicím vozíku nemohou být během transportu, skladování, montáže a uvedení do provozu poškozeny nebo poškrábány



1 Zatížení
2 Odlehčení

Červeně = prokaleno
Šedě = indukčně zakaleno

Síla F je vynesena vůči deformaci dx až do meze pevnosti.
Při příliš vysokém zatížení se indukčně zakalený vozík plasticky zdeformuje, zůstává deformace x.

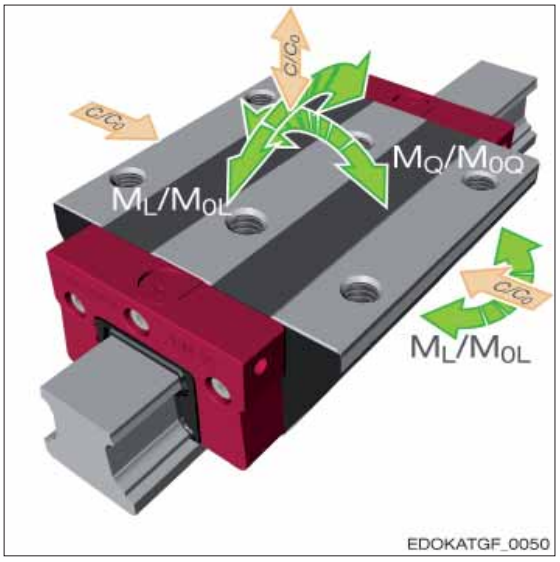
1.3. Nosnost

1.3.1.
Nosnost

Nosnost je důležité kritérium při výběru a dimenzování vedení SCHNEEBERGER MONORAIL a je mírou jejich výkonnosti.
Je popsána charakteristickými veličinami
- dynamická nosnost C (N)
- statická nosnost C0 (N)

ale i z nich odvozenými charakteristickými veličinami pro přídavné momentové zatížení
- dynamický podélný moment ML (Nm)
- dynamický příčný moment MQ (Nm)
- statický podélný moment M0L (Nm)
- statický příčný moment M0Q (Nm)

Jednotlivé hodnoty se zjistí z produktového katalogu firmy SCHNEEBERGER pro MONORAIL a AMS.



Momenty (zelenou) a nosnosti (béžovou)

Nosnost udává, jakou sílu nebo zátěž může vedení pojmout, dříve než utrpí trvalou škodu. Velikost nosnosti je určena následujícími faktory:
- počet nosných řad valivých elementů
- počet nosných valivých elementů na řadu
- průměr valivých elementů
- délka valivých elementů (u válečků)
- úhel tlaku
- Materiál
- tvrdost povrchu valivých drah

1.3.2.
Dynamická nosnost C

Dynamické nosnost C (N) je síla, se kterou může lineární vedení teoreticky dosáhnout definovanou dráhu bez únavy. Podle normy DIN ISO 14728-1 činí tato vztažná dráhy 100 km. Základem výpočtu je statický předpoklad, že 90% dostatečně velké skupiny lineárních vedení dosáhne dráhu 100 km, dříve než dojde k prvnímu poškození valivých elementů nebo valivých drah. Síla se přitom považuje za časově a místně trvalou ve směru tlaku.
Dynamická nosnost je základem pro výpočet životnosti vedení SCHNEEBERGER MONORAIL. Viz kapitola 4.8 – Výpočet a dimenzování.
Jednotlivé hodnoty se zjistí z produktového katalogu firmy SCHNEEBERGER pro MONORAIL a AMS.

Přepočítávací faktory pro C

Někteří výrobci vztahují dynamickou nosnost odchylně od DIN ISO 14728 na nominální životnost 50 km, čímž vzniká oproti hodnotám DIN ISO výrazně vyšší nosnost. Aby bylo možno rozdílné hodnoty vzájemně srovnat, je nutné příslušné hodnoty přepočítat podle následujících vzorců.

$$C_{50} = 1{,}23 \cdot C_{100}$$ pro válečková vedení

$$C_{50} = 1{,}26 \cdot C_{100}$$ pro kuličková vedení

EDOKATGF_0051

1.3.3. Statická nosnost C0

Statická nosnost C0 (N) je také důležitým parametrem pro dimenzování vedení SCHNEEBERGER MONORAIL. Používá se k prověření statické nosné bezpečnosti. Podle definice dle DIN ISO 14728-2 je statická nosnost C0 síla, při které nastává plastická deformace valivých elementů a valivých drah na kontaktních plochách s celkem 0,0001-násobkem průměru valivého elementu.
Statická nosnost označuje hranici zatížení vedení v klidovém stavu nebo při pomalém pohybu. V provozu se musí dbát na to, aby vedení nikdy nebylo vystavováno silám, které překračují statickou nosnost. Platí to také pro krátkodobé události, jako jsou vibrace nebo rázy.
Hodnoty specifické pro produkty jsou uvedeny v produktovém katalogu firmy SCHNEEBERGER pro MONORAIL a AMS.
Statická nosnost C0 se vztahuje výhradně na deformaci valivého kontaktu. Maximální přípustné zatížení vedení profilové lišty v tahu je však také omezeno šroubovými spoji na vodicích vozících a vodicí liště. Viz kapitola 4.9.7 – Upevnění vodicí lišty – Přípustné síly v tahu a příčné momenty.

Statická nosná bezpečnost S_0

Statická nosná bezpečnost S_0 je hodnota pro bezpečnost vůči nepřípustné trvalé deformaci valivých elementů a valivých drah. Je definována jako poměr statické nosnosti C_0 vůči statické ekvivalentní síle P_0.

$$S_0 = C_0 / P_0$$

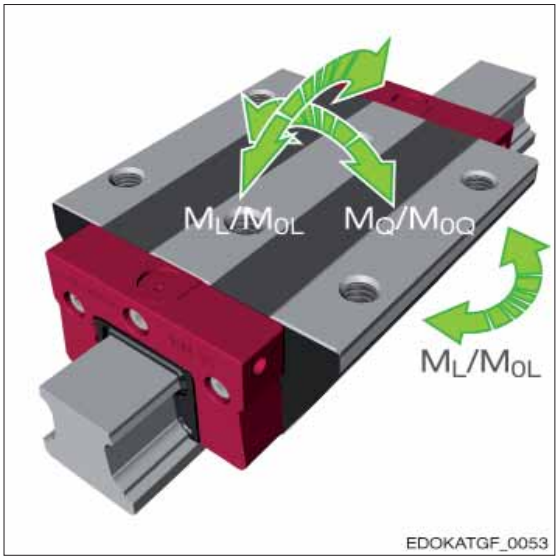
EDOKATGF_0052

S_0 statická nosná bezpečnost
C_0 statická nosnost
P_0 statická ekvivalentní síla

V závislosti na aplikaci a podmínkám použití se pro statickou nosnou bezpečnost doporučují vhodné bezpečnostní faktory. Viz kapitola 4.8 – Výpočet a dimenzování.

1.3.4.
Statické a dynamické momenty

Přípustný statický moment M0 je moment, který na vodicím vozíku vyvolává zatížení, které odpovídá statické nosnosti C0. Totéž patřičně platí pro přípustný dynamický moment M a dynamickou nosnost C. Přípustné dynamické momenty jsou rozhodující pro dimenzování vedení při zatížení vodicích vozíků s příčným momentem MQ a podélným momentem ML. Příčné a podélné momenty zvyšují celkové zatížení vedení a je nutné je patřičně zohlednit při výpočtu životnosti a statické nosné bezpečnosti S0. Viz kapitola 4.8 - Výpočet a dimenzování.
Výše přípustných podélných momentů ML závisí v podstatě na počtu valivých elementů na jednu řadu a tím na délce vodicího vozíku. Dlouhé vodicí vozíku proto mohou pojmout vyšší momenty než kratší. Zatížení jednotlivých valivých elementů při tom klesá zvenčí ke středu vodicího vozíku. Pro výši přípustných příčných momentů MQ je vedle délky vodicího vozíku rozhodující vzdálenost valivé dráhy. Vzdálenost valivé dráhy je tak zvané geometrie O vyšší než u vedení s geometrií X. Viz kapitola 1.2 – Valivé vedení profilových lišt. Statický příčný moment M0Q se vztahuje výhradně na deformaci valivého kontaktu. Maximální přípustný příčný moment vedení profilových lišt je však také omezeno šroubovým spojem na vodicím vozíku a vodicí liště. Viz kapitola 4.9.7 – Upevnění vodicí lišty – Přípustné tahové síly a příčné momenty.



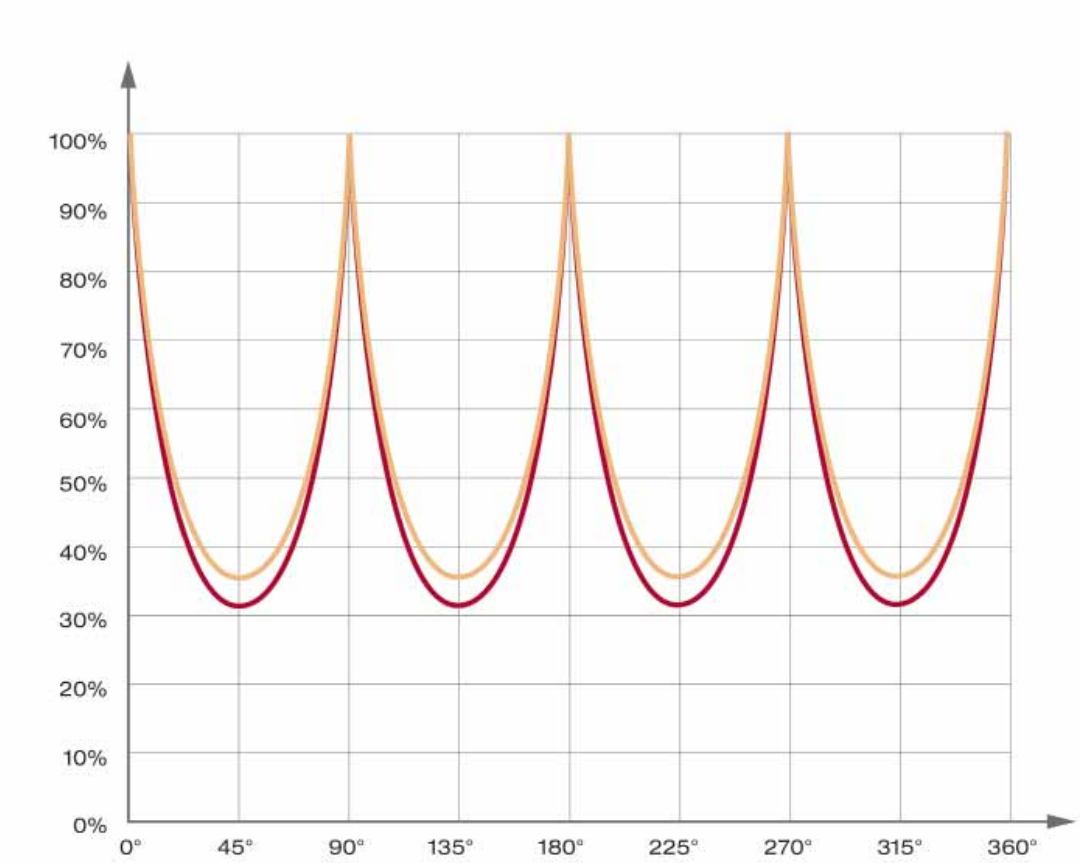
Momenty působící na vodicí vozík.

U vedení SCHNEEBERGER MONORAIL jsou čtyři valivé dráhy uspořádány navzájem v úhlu 90o. Vzniká tak pro podélné momenty stejně vysoká zatížitelnost u momentů okolo příčné osy (ML) a výškové osy (ML).
Díky geometrii O vedení je dosažena velká vzdálenost valivé dráhy a tím vysoká zatížitelnost u momentů okolo podélné osy (MQ).
Jednotlivé hodnoty se zjistí v produktovém katalogu MONORAIL a AMS firmy SCHNEEBERGER.

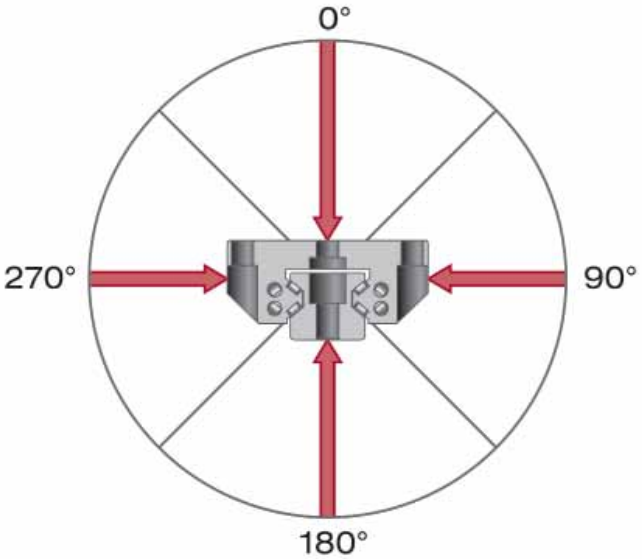
1.3.5.
Zatěžovací směry

Vliv na nosnost

Statická (C0) a dynamická nosnost (C) jsou v produktovém katalogu MONORAIL a AMS firmy SCHNEEBERGER uvedeny pro zatěžovací směry tah/tlak/boční síla.
Pokud jsou vedení zatěžována pod jiným úhlem, nosnost klesá.
Důvodem je interní přijetí síly. V ideálním případě dojde k přijetí síly 2 valivých drah. V nejméně výhodném případě, při zatížení pod 450, nese pouze jedna valivá dráha. Nosnost přitom klesá na cca 70% původní hodnoty, čímž se snižuje životnost na téměř 30%.

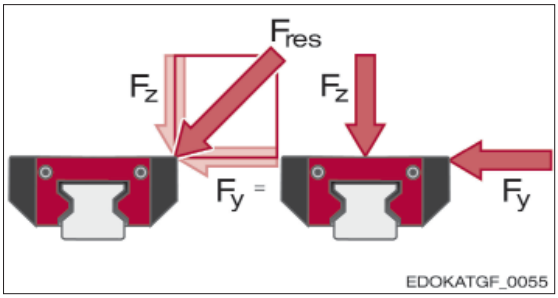


Vliv směru síly na životnost v %: válečkové vedení MR (červeně) a kuličkové vedení BM (žlutě).



Vlivy na životnost

Nosnost a životnost vedení SCHNEEBERGER MONORAIL závisí na směru zatížení. U výpočtu životnosti se to zohledňuje kombinovanou ekvivalentní silou P.
Pozorováno geometricky, se při šikmém směru sílu sčítají horizontální F_Y a vertikální F_Z složky síly díky sčítání vektorů, podle obrázku níže k celkovému zatížení F_{res} na vodicí vozík.



Sčítání vektorů horizontálních F_Y a vertikálních F_Z složek síly k celkovému zatížení F_{res}.

Naproti tomu u ekvivalentní síly P se složky síly aritmeticky sčítají podle vzorce

$$P = |F_Y| + |F_Z|$$

EDOKATGF_0056

P ekvivalentní síla
F_Y horizontální složka síly (síla ve směru y)
F_Z vertikální složka síly (síla ve směru z)

Dynamická ekvivalentní síla je tedy u sil, které se odchylují od hlavního směru, vždy větší než skutečná síla působící na vedení. Tento postup umožňuje, aby ve vzorci pro výpočet životnosti bylo možno vždy použít

$$L_{nom} = a_1 \cdot (C / P)^q \cdot 100km$$

EDOKATGF_0057

L_{nom} Nominální životnost
C dynamická nosnost
P ekvivalentní síla
a_1 koeficient životnosti
q exponent pro výpočet životnosti
= 10/3 u válečku
= 3 u kuličky

Dynamickou nosnost C a přesto byla zohledněna zmenšená nosnost při šikmém směru zatížení a i s tím spojená snížená životnost. Viz kapitola 4.8 – Výpočet a dimenzování.
Tato ztráta životnosti při šikmém zatížení může být podstatná, protože do výpočtu vstupuje poměr C/P s exponentem $q \approx 3$. V nejhorším případě klesá životnost při působení síly pod úhlem 45° u cca 2/3 oproti životnosti při zatížení v hlavním směru působení síly.

Při konstrukci osy je tedy nutné dbát na to, aby bylo vedení uspořádáno podle převládajícího směru zatížení, aby se docílila co možná nejvyšší životnost.

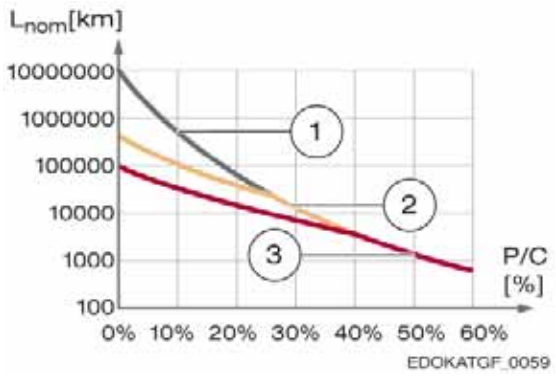
1.4. Předpětí

1.4.1.
Definice

Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL vykazují elastické zapružení, které není lineární, nýbrž degresívní. Znamená to, že valivé elementy jsou při menší síle relativně měkké a s rostoucí silou jsou tužší. Díky předpětí jsou vedení zatížena již dopředu a část elastické deformace je předem odebrána. Tím se zvýší tuhost celého systému.
Následující obrázek zobrazuje vliv předpětí na zapružení na příkladu kuličky.

Předpětí
- Změní tuhost a tím také vlastní kmitočet vodicího systému
- Ovlivní zdvihovou pulzaci vodicího vozíku
- Zvýší posuvný odpor vodicího vozíku
- Zvýší zátěž působící na vodicí vozík a tím zredukuje nominální životnost. Při výpočtu životnosti proto musí být předpětí zohledněno jako přídavná síla.

Volby předpětí je tak vždy kompromis mezi tuhostí, posuvným odporem a životností a musí být podle aplikace zvážena. Z tohoto důvodu nabízí firma SCHNEEBERGER čtyři rozdílné třídy předpětí V0, V1, V2 a V3.



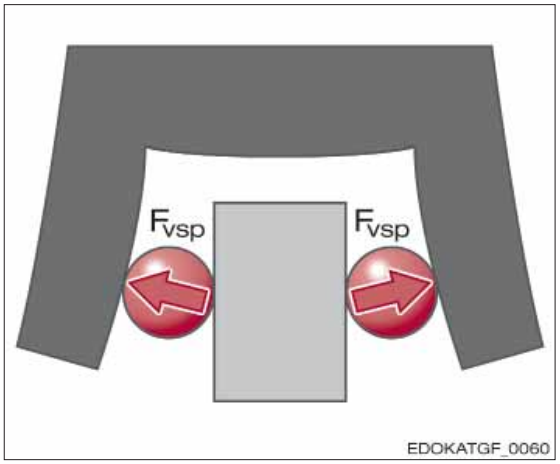
1 nízké předpětí, V1
2 střední
3 vysoké

L_{nom} nominální životnost
P ekvivalentní síla
C dynamická nosnost

Nominální životnost jako funkce předpětí a síly
na příkladu válečkového vedení MR 45.
Poměr P/C (%) s ekvivalentní silou P (N) a dynamickou
Nosností C (N) se vynese vůči nominální životnosti L_{nom} (km).

1.4.2.
Výroba

Předpětí ve vodicím vozíku se vytváří použitím nadměrných valivých elementů. Znamená to, že průměr valivých elementů je o několik mikrometrů větší než meziprostor mezi vodicí kolejnicí a vodicím vozíkem. Tím se při nasouvání na vodicí kolejnici nadzvednou boky vodicího vozíku. Předpětí při tom vzniká díky vratné síle způsobené elasticitou těla vodicího vozíku. Výše předpětí se nastaví volbou odpovídajícího průměru valivého elementu.



Síla předpětí F_{vsp} vytvořená valivým elementem, která působí proti vodicímu vozíku. Obrázek ukazuje hotovou přebroušenou zadní část vozíku

1.4.3.
Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL

Třídy předpětí

Firma SCHNEEBERGER nabízí pro vedení MONORAIL s válečky a kuličkami tři resp. čtyři odlišné třídy předpětí. Viz kapitola 4.5 – Předpětí.

Měření předpětí

Předpětí vytváří nejenom rozšíření boků, nýbrž také lehké prohnutí zadní části vodicího vozíku. Tato deformace zadní části je úměrná výši předpětí a používá se proto k jeho měření nebo kontrole.

Stálost předpětí

Pozor

Ztráta předpětí díky deformaci vodicího vozíku

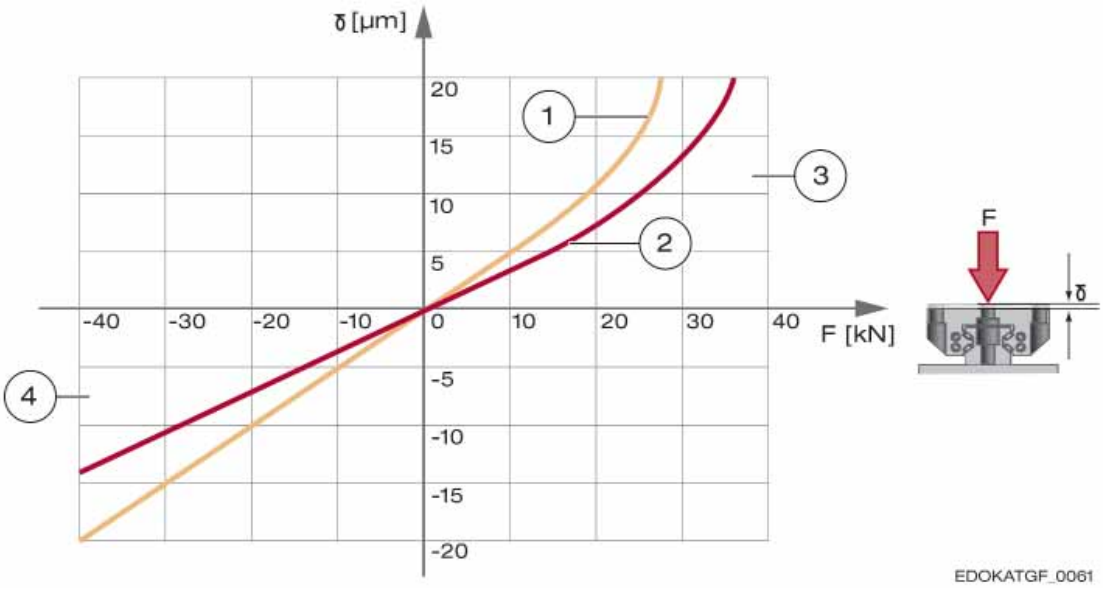
➡ Pro zajištění předem nastaveného předpětí po montáži vodicího vozíku je nutné dodržet rovnosti připojovací konstrukce uvedené v této příručce. Jinak je možné, že díky deformaci vodicího vozíku při našroubování dojde ke ztrátě anebo nárůstu předpětí.

Charakteristickým znakem vedení SCHNEEBERGER MONORAIL je, že vodicí vozíky vykazují na každé libovolné vodicí kolejnici nezávisle na předpětí rovnou zadní část vodicího vozíku. Vodicí vozíky s odlišným předpětím lze nasadit na libovolnou vodicí kolejnici. Nastavené předpětí zůstane zachováno.

1.5. Tuhost

1.5.1.
Definice

Tuhost je technická veličina, která popisuje souvislost mezi vnější silou působící na těleso a elastickou deformací tělesa. U vedení SCHNEEBERGER MONORAIL je celková tuhost vedení ovlivněna jejich komponentami (vodicí kolejnice, vodicí vozík a valivé elementy), ale i okolní konstrukcí, s napojením vedení na lože stroje a osovým suportem. Tuhost je důležité kritérium při výběru vedení SCHNEEBERGER MONORAIL. V produktovém katalogu SCHNEEBERGER pro MONORAIL a AMS se uvádí v diagramové formě pro hlavní směry tah a tlak.
Diagram zohledňuje pouze systém vedení profilových lišt vodicí vozík/vodicí kolejnice.



Deformace δ (µm) je vynesena vůči zatížení F (kN) a vyplývá z tlakové tuhosti nebo tahové tuhosti.

Konstrukce:

1 MRW 45 A V3 a MR W 45 C V3
2 MRW 45 B V3 a MR W 45 D V3
3 Kvadrant tahové tuhosti
4 Kvadrant tlakové tuhosti

δ Deformace
F Síla

1.6. Přesnost

1.6.1.
Přesnost

Přesnost vedení SCHNEEBERGER MONORAIL podstatně určuje společně s okolní konstrukcí přesnost celého stroje a je tedy důležitým kritériem při výběru vedení. Podle aplikace je zapotřebí odlišná přesnost. Čím vyšší je přesnost a stabilita vedení, tím větší jsou také požadavky na uspořádání montážních ploch a tuhost okolní konstrukce.

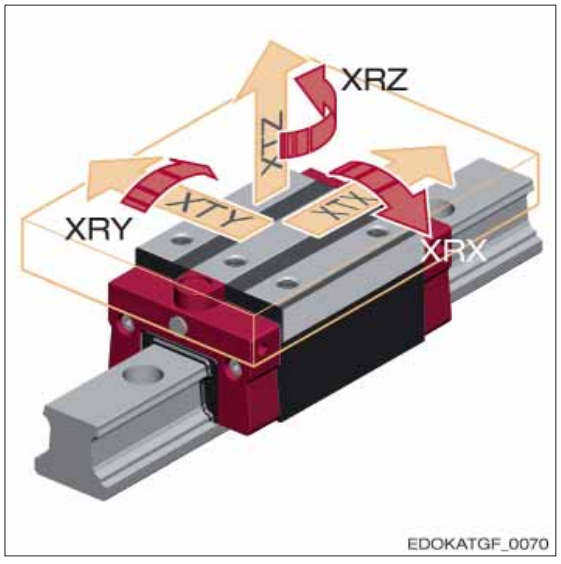
1.6.2.
Genauigkeits-klassen der SCHNEE-BERGER MONORAIL-Führungen

Vedení MONORAIL se u firmy SCHNEEBERGER rozdělují do různých tříd přesnosti. Při tom se definují jak tolerance vztažného rozměru vodicího vozíku k vodicí kolejnici, tak také přesnost chodu vodicího vozíku po vodicí kolejnici. Díky tomu lze produkty optimálně přizpůsobit nezbytným požadavkům na přesnost dané aplikace.

Tolerance tohoto rozměru jsou u firmy SCHNEEBERGER omezeny v interních produktových údajích a zaručují tak vysokou kvalitu vedení SCHNEEBERGER MONORAIL s ohledem na užitek pro zákazníka a zaměnitelnost produktů.

1.6.3.
Přesnost chodu

V ideálním případě dochází k pohybu vodicího vozíku podél vodicí kolejnice po přesně rovné dráze. Díky výrobním tolerancím však dochází k odchylkám od této ideální linie, přičemž pohyb vodicího vozíku je charakterizován celkem chybou o pěti složkách. Vertikální (XTZ) a horizontální (XTY) odchylky jsou popsány přesností chodu. Kromě toho však také může dojít k otáčivému pohybu okolo všech tří os (XRX, XRY a XRZ).



RRotační a posuvný pohyb jednoho jediného vodicího vozíku

Zkrácené označení:

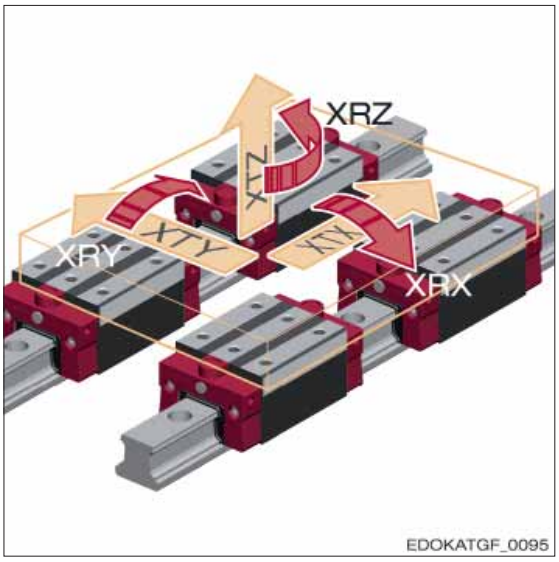
XRX	rotační pohyb okolo osy X
XRY	rotační pohyb okolo osy Y
XRZ	rotační pohyb okolo osy Z
XTX	posuvný pohyb okolo osy X
XTY	posuvný pohyb okolo osy Y
XTZ	posuvný pohyb okolo osy Z

Popis zkráceného označení u rotace:	X	R	X
Osa			
Typ složky (R = rotace)			
Otočná osa rotace (odchylky od rotace)			

Popis zkráceného označení u posuvu:	X	T	X
Osa			
Typ složky (T = posuv)			
Směr odchylky (odchylky od posuvu)			

Účinek chyby se složkami

Znázorněno na příkladu strojové osy. Geometrické chování je kromě jiného určeno chybou se složkami vestavěných lineárních vedení.
Jedna osa stroje se skládá obvykle ze 4 vodicích vozíků, které se pohybují po 2 vodicích kolejnicích a jsou spojeny s tuhou deskou. Chyby se složkami jednotlivých prvků nyní působí na osu, takže nyní může nastat opět chyba s 5 složkami každé osy.



Rotační a posuvný pohyb 4 spojených vodicích vozíků

Bude-li nyní navzájem spojeno více os, budou se jednotlivé složkové chyby vzájemně ovlivňovat. Z tohoto důvodu je důležité udržet odchylky každého jednotlivého vodicího vozíku v systému co možná nejmenší.

1.6.4.
Vlivy na přesnost chodu

Přesnost chodu vedení SCHNEEBERGER MONORAIL je ovlivňována nejenom výrobní přesností valivých drah s valivými elementy ve vodicí liště, nýbrž také velkým počtem dalších faktorů. Odchylky, které z toho vyplývají, lze rozdělit podle jejich vzoru následovně.

Dlouhovlnná odchylka:
- chyba geometrie valivé drah vodicích lišt
- chyba geometrie montážních ploch ve strojním loži

Středněvlnné odchylky:
- deformace vodicí kolejnice díky šroubovým silám
- poziční tolerance otvorů ve vodicích kolejnicích

Krátkovlnné odchylky:
- zdvihová pulzace vodicích vozíků
- Přechod rázu u vícedílných vodicích kolejnic

Chyby geometrie připojovacích konstrukcí

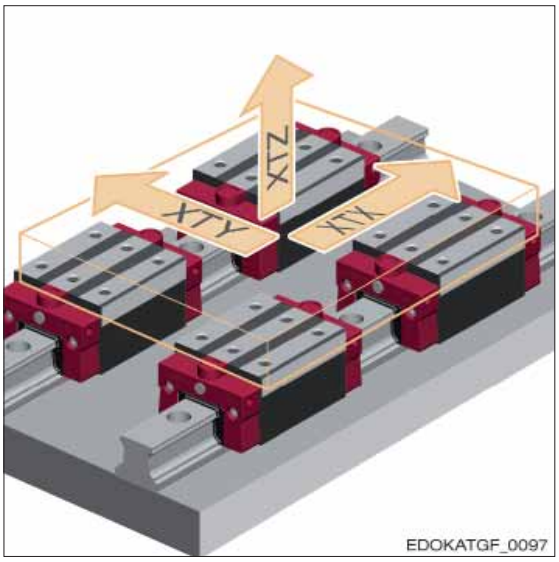
Pro vysokou přesnost vedení je nezbytné, aby byly vysoce precizní také montážní plochy v připojovací konstrukci. Maximální odchylky výškové, boční a odchylky paralelnosti uložení vodicí kolejnice doporučené firmou SCHNEEBERGER najdete v kapitole 4.12 – Uspořádání připojovací konstrukce.
Dodatečné chyby geometrie vyplývají z přesnosti a tuhosti strojního lože, resp. obecné okolní konstrukce. Zde prosím bezpodmínečně dodržte tolerance pro vestavbu, ale také zkontrolujte uspořádání napojení ohledně tuhosti.

Šroubové síly

Šroubové síly mohou při montáži vodicí kolejnice vést k lokálním stlačením, jejichž výraznost závisí na utahovacích momentech a na geometrickém uspořádání vodicí kolejnice. Stlačení vodicí kolejnice vedou k velmi malému vertikálnímu zvlnění při chodu vodicích vozíků a to ve vzdálenosti upevňovacích otvorů. Do jaké míry se stlačení projeví na přesnosti chodu, závisí jak na velikosti, tak i na délce vodicího vozíku a vzdálenosti upevňovacích otvorů. Dlouhé vodicí vozíky a malé vzdálenosti otvorů jsou výhodnější než krátké vodicí vozíky s velkými vzdálenostmi otvorů.
Podstatný je utahovací moment šroubů, mazání hlav šroubů, aby se snížilo tření hlav, a dodržení rovnoměrného utahovacího momentu. Utahovací moment smí být přitom nastaven jen tak vysoko, jak je nutné.

Přesnost chodu při použití více vodicích vozíků a vodicích kolejnic

V praktické aplikaci jsou vodicí vozík a vodicí kolejnice navzájem spojeny stojanem nebo ložem stroje. Další popisy vycházejí z toho, že tyto díly jsou nekonečně tuhé. Opět pozorujeme celkový pohyb systému, tentokrát vztažený na střed spojovací desky (stojan).



Rotační a posuvný pohyb 4 spojených vodicích vozíků

Pohyby jednotlivých vodicích vozíků v rotaci XRX, XRY a XRZ již nejsou v systému viditelné. Posuvy XTY a XTZ se při obvyklých vzdálenostech redukují cca na 1/5 výchozí velikosti.
Rotace a posuvy jednotlivých vozíků působí ve formě přídavných sil na valivé dráhy vodicích vozíků.

Zdvihové pulzace

Pod zdvihovými pulzacemi se rozumí pohyby vodicího vozíku ve směru XTY a XTZ, které vznikají periodickým vjížděním a vyjížděním valivých elementů do nosné zóny. Přitom se mění počet a místo nosných elementů na valivou dráhu, což vede k pulzujícím kolísáním síly v těle vodicího vozíku.
Zdvihová pulzace může být ovlivněna délkou vodicího vozíku L a předpětím V vodicího vozíku.
Při tom platí: dlouhý vodicí vozík a nízké předpětí V snižují zdvihovou pulzaci.

Firma SCHNEEBERGER klade mimořádný důraz na přesměrování valivých elementů a oblasti vjíždění v ocelovém těle. Tyto oblasti jsou geometricky uspořádány tak, aby byl docílen klidný chod s minimálními zdvihovými pulzacemi a variací posuvných sil ale i nízkým hlukem.

1.6.5. Opatření ke zlepšení přesnosti

Následující seznam poskytuje přehled o opatřeních, s jejichž podporou lze docílit vysokou přesnost chodu.

- pokud možno tuhé strojní lože s precizně vyrobenými dosedacími plochami vodicích kolejnic
- montáž vedení s jednostranným bočním dorazem
- výběr vysoké třída přesnosti vedení
- výběr vodicích kolejnic s podobným chováním během chodu (k tomu viz spárované systémy v kapitole 4.6 – Přesnost)
- výběr menších vzdáleností otvorů ve vodicích kolejnicích
- snížení šroubových momentů (přitom je nutno dbát na dostatečnou nosnost)
- použití dlouhých vodicích vozíků
- konfigurace os se dvěma vodicími kolejnicemi a vždy alespoň dvěma vodicími vozíky
- velké vzdálenosti vedení (rozchod kolejí) a velké vzdálenosti vodicích vozíků

1.7. Lebensdauer Berechnungsgrundlagen

1.7.1.
Definice pojmů

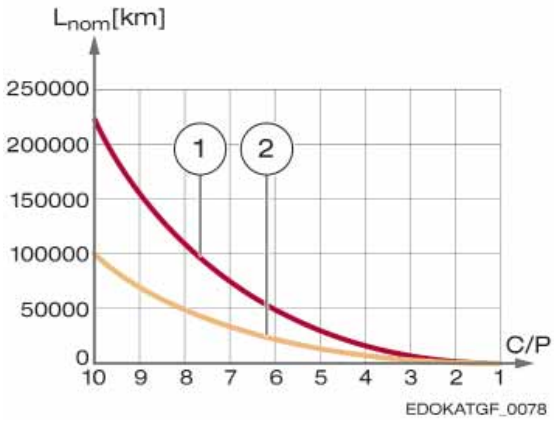
Životnost vedení profilových lišt se charakterizuje trasou, která může být ujeta za definovaného zatížení, dříve než dojde k prvním náznakům únavy materiálu na valivých drahách nebo valivých elementech lineárního vedení. Základem pro výpočet je dynamická nosnost C, ekvivalentní síla P a exponent, který závisí na tvaru valivých elementů.

$$L_{nom} = (C / P)^q \cdot 100km$$

EDOKATGF_0077

L_{nom} nominální životnost
C dynamická nosnost
P ekvivalentní síla
q exponent pro výpočet životnosti
= 10/3 u válečku
= 3 u kuličky

Graf ukazuje L_{nom} v porovnání k poměru C/P P válečkových vedení ke kuličkovým vedením bez vlivu předpětí a objasňuje vyšší životnost válečkových vedení oproti kuličkovému vedení.



EDOKATGF_0078

1 válečkové vedení
2 kuličkové vedení

L_{nom} nominální životnost
C dynamická nosnost
P ekvivalentní síla

Životnost válečkových/kuličkových vedení bez vlivu předpětí
Poměr C/P se vynese vůči nominální životnosti L_{nom} (km).

Nominální životnost L_{nom}

Pod nominální životností L_{nom} se rozumí výpočetní jízdní trasa, která bude dosažena nebo překročena dostatečně velkou skupinou stejných lineárních vedení pod stejným zatížením s pravděpodobností události 90%, aniž by nastala únava materiálu.
Veškerá dimenzování vykazuje firma SCHNEEBERGER jako životnost L_{nom} nejsou-li žádné jiné požadavky.

Doba používání

Doba používání je skutečně dosažená životnost, která se může velmi odchylovat od teoretické nominální životnosti velmi odchylovat. Příčinami toho mohou být kromě jiného vnější vlivy, podmínky pro provoz odlišné od předpokladu nebo chybná montáž.
Viz kapitola 6.5 – Podmínky provozu.

1.7.2.
Platné normy

Výpočet životnosti ale také statické a dynamické nosnosti lineárních vedení je popsán v normě DIN ISO 14728. Postup výpočtu je odvozen od rotujících valivých ložisek podle DIN ISO 281.

1.8. Těsnicí systémy

1.8.1.
Funkce těsnění

Těsnění u vedení SCHNEEBERGER MONORAIL chrání vodicí vozíky a valivé elementy před vniknutím cizích látek ve formě pevných těles nebo kapalin a zabraňují vynášení maziva. Nedostatečné mazání a kontaminace špínou, otřepy a chladicím mazivem jsou se vzdáleností nejčastějšími příčinami SCHNEEBERGER předčasného opotřebení a výpadku vedení SCHNEEBERGER MONORAIL. Aby se zachovala funkčnost vedení po vypočtenou životnost, jsou kromě dostatečného mazání nutná další opatření. Počítá se k tomu utěsnění vodicích vozíků ze všech stran, které je v případě potřeby podpořeno přídavnými ochrannými zařízeními, jako jsou teleskopické kryty a měchy. Díky jim by měla být vedení dalekosáhle chráněna před přímým kontaktem s cizími látkami, takže se na valivé dráhy může dostat již jen malé množství látek.
Pro optimální funkci těsnění vedení je rozhodujících více faktorů:

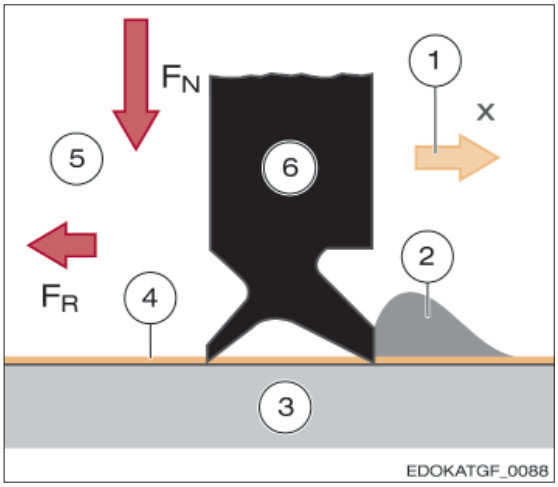
- uspořádání podle funkce a montáž stěračů
- zásobování těsnicí chlopně mazivem, aby se zabránilo efektům Stick-Slip, převrácení těsnicí chlopně a opotřebení
- co možná nejhladší povrch stěrače bez rušivých hran, např. díky broušenému povrchu a použití vodicích kolejnic s upevněním zespodu a pomocí krycího pásku MAC

1.8.2.
Druhy těsnění

Příčný stěrač

Příčné stěrače těsní vodicí vozíky čelně ve směru pohybu. Stěrače sedí na obou koncích vodicích vozíků a jsou provedeny s dvojitou chlopní. Stabilní těsnicí chlopeň směřuje ke vnější straně vodicího vozíku a slouží k tomu, aby stírali otřepy a uschlou špínu.
Tenká těsnicí chlopeň, optimalizovaná proti tření, směřuje dovnitř. Slouží k co nejmenšímu zamezení úniku maziva.
Příčné stěrače jsou provedeny vždy jako dotykové těsnění. Znamená to, že pro bezpečnou funkci je zapotřebí normální síla $F_{N,}$, která působí na těsnicí chlopeň. Z toho vyplývá třecí síla F_R, která je zmenšená díky optimalizaci geometrie a materiálu těsnicí chlopně. Podstatné je, že těsnicí chlopeň, vždy zatížena minimální silou $F_{N,}$ doléhá k povrchu vodicí kolejnice.

1



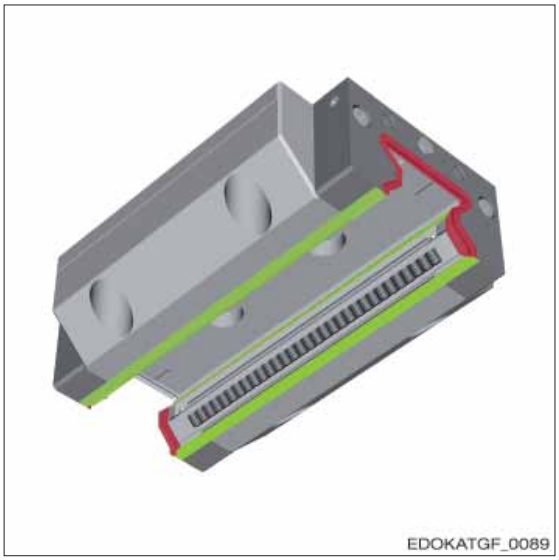
1 Směr pohybu
2 Nečistoty
3 Vodicí lišta
4 Mazivo
5 Vnitřní strana vodicího vozíku
6 Příčný stěrač

F_N Normální síla
F_R Třecí síla

Funkce příčného stěrače (v průřezu) ve směru pohybu (žlutá šipka)

Podélný stěrač

Podélné stěrače jsou těsnění, která jsou uspořádána ve směru pohybu a utěsňují přesměrování valivých elementů ze strany po celé délce. Utěsnění se přitom neprovádí aktivně v pohybu, protože mazivo na vnitřní straně a cizí elementy na vnější straně mají se stěračem kontakt jen bočně. Účinek lze porovnat s radiálním vlnovým těsnicím kroužkem. V ideálním případě, tak jako u vedení MONORAIL od firmy SCHNEEBERGER, jsou po stranách použity čtyři podélné stěrače na horních a na dolních valivých drahách.
Podélné a příčné stěrače jsou zaintegrovány do vodicího vozíku:



Podélné stěrače (zeleně) a příčné stěrače (červeně) na vodicím vozíku.

Příčné stěrače s lehkým chodem

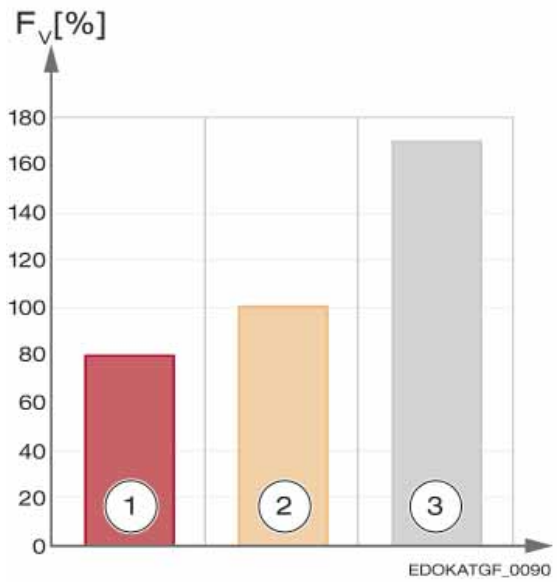
Příčný stěrač s lehkým chodem slouží ke zmenšení posuvné síly u aplikací s malým znečištěním. Těsnicí chlopeň přitom není provedena dvojitě a předpětí těsnicí chlopně je zmenšeno.

Přídavný příčný stěrač

Za mimořádných podmínek provozu, jako např. u silného znečištění, velkého množství otřepů nebo úniku chladicího maziva lze použít přídavné těsnicí prvky, které jsou namontovány čelně na vodicím vozíku a nabízejí dodatečnou mechanickou ochranu.
Jedná se přitom a přídavné těsnění s jednou chlopní z NBR nebo fluorkaučuku s velkou pevností nebo také o nedotýkající se předsazené plechy, které udržují větší částice dál od těsnicích chlopní stěračů.

1.8.3. Tření různých těsnění

U dotýkajících se těsnění existuje přímá souvislost mezi třecí silou FR a těsnicím účinkem. Dobrý těsnicí účinek vyžaduje velké stlačení ploch těsnicí chlopně se strmým nárůstem tlaku. Lze toho dosáhnout jedině velkou dráhou předpětí ve spojení s patřičně vysokou přítlačnou silou a třením ve směru stírání.



1 stěrač s lehkým chodem (QL)
2 standardní stěrač (QN)
3 standardní stěrač a přídavný stěrač (ZBN/ZBV)

Posuvná síla na příkladu kuličkového vedení BM 35.
Posuvná síla F_V (%) u variant stíraní je znázorněna relativně oproti standardnímu stěrači (100%).

1.9. Vznik hluku

1.9.1.
Definice

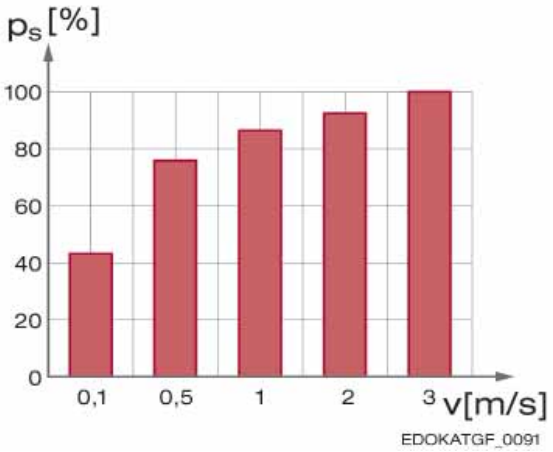
Valivě uložená vedení vytvářejí zvuk přenášený vzduchem a pevným materiálem. Přitom zvuk přímo vybuzený ložiskem spíše podřízen. Hlavní podíl tvoří zvuk vybuzený v pevném materiálu, který významně závisí na způsobu navázání a na povaze okolní konstrukce.

1.9.2.
Příčiny

Významné zdroje vzniku hluku jsou elastické deformace v místech kontaktu, povaha povrchu, třecí efekty a hluky způsobené mazivy ale také navázáním a povahou okolní konstrukce.

Elastické deformace

Na kontaktních místech mezi valivým tělesem a částmi vedení dochází na základě vznikajících rázovitých zatížení k deformacím. Obzvláště najíždění a vyjíždění valivých těles do nosné zóny vodicího vozíku vede k periodickým vibracím, které způsobují hluk chodu, jehož intenzita a kmitočet s rychlostí vzrůstají.



Vznik hluku u kuličkového vedení BM 25 v závislosti na rychlosti. Rychlost v m/s je vynesena vůči akustickému tlaku p_s (%). Mazání provedeno olejem.

Mazání provedeno olejem.

Geometrie valivých kontaktů má podstatný vliv na tvorbu hluku. Jak rozdílné průměry, tak také zvlnění nebo hrubost povrchů může způsobovat vibrace, přičemž kvalita povrchu valivých těles zde má největší vliv. Proto firma Schneeberger klade velký důraz na vysokou jakost povrchů, speciálně u valivých těles.

Tření

Také samotné kontaktní plochy při tření mezi valivými tělesy samotnými, mezi valivými tělesy a obklopujícími částmi vedení, ale i mezi kluznými těsněními vodicích vozíků a vodicí kolejnicí přispívají ke vzniku hluku.
Při zpětném vedení valivých těles vzniká při vysokých rychlostech hluk. Pomocí distančních prvků se zabrání, aby se valivá tělesa navzájem o sebe třela nebo na sebe narážela. K tomu viz odstavec 1.9.3. Distanční prvky.

Schmierstoff

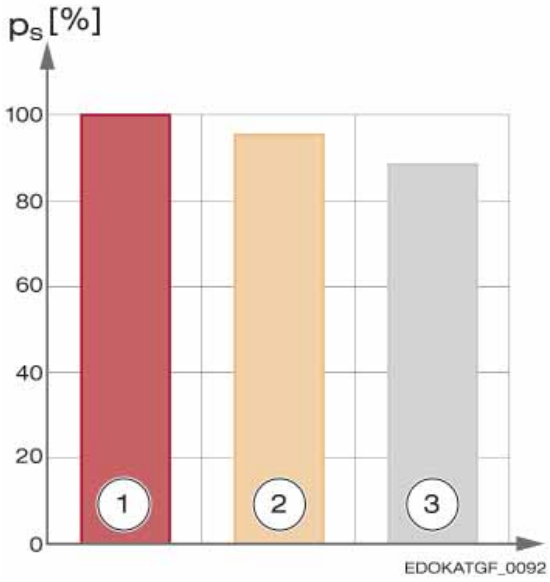
Film maziva ve vodicím vozíku tlumí vznik hluku, protože zabraňuje přímému mechanickému kontaktu kluzných a valivých sousedících těles.
Nečistoty v mazivu však mohou přispívat k posílení hluku, protože neustálým převalováním především tvrdých částic povrch částí vedení, která jsou ve valivém kontaktu, hrubne.

Základní viskozita maziva a typ zahušťovače mazacího tuku má také vliv na tvorbu hluku.

1.9.3. Opatření ke snížení hluku

Mazivo

Čím tlustší je film maziva, tím menší je metalický kontakt a tím i hluk. Použití speciálních tuků je proto dobrou pomůckou ke snížení tvorby hluku. Chování je přitom určeno jak základní viskozitou, tak i typem a podílem zahušťovače. Čím vyšší je základní viskozita a čím vyšší je podíl zahušťovače (např. třída NLGI 2), tím vyšší snížení lze očekávat. K mazání nízkohlučných vedení se osvědčily např. tuky na minerální bázi s vápenatými a baryovými mýdlovými zahušťovači.
Následující diagram ukazuje úroveň hluku vedení Schneeberger MONORAIL za různých stavů mazání na příkladu kuličkového vedení BM 35.



Stav mazání:
1 nasucho
2 naolejováno
3 naolejováno

Tvorba hluku u kuličkového vedení BM 35 v závislosti na mazání. Stav mazání je uveden vůči akustickému tlaku p_s (%).

Povrchy

Ke snížení hluku díky metalickému kontaktu valivých těles s obklopujícími částmi vedení se u lineárních vedení vyrábí obklopující části a kanály zpětného vedení valivých těles zpravidla z klouzavých plastů, které kromě hluku snižují také odpor proti pojezdu vodicích vozíků.
Firma SCHNEEBERGER vyrábí z tohoto důvodu nejenom válečkové vodicí vozíky, nýbrž i kuličkové vodicí vozíky s trubkou zpětného vedení z plastu, které díky své speciální geometrii přispívají ke snížení hluku. Tyto trubky navíc vytváří rezervoár maziva.

Distanční prvky

Kromě účinných opatření díky mazivům nabízí kuličkové vedení BM firmy SCHNEEBERGER jako opci umístění distančních kusů mezi valivá tělesa.
Díky tomu se zabrání, aby se valivá tělesa navzájem otírala a narážela na sebe.
Distanční prvky mají oproti řetězům tu výhodu, jsou namáhána jen na tlak, a že na základě chybějících spojovacích příček nemohou nastat žádná ohybová nebo tahová pnutí, což se pozitivně projevuje na životnosti a otěru.

1.10. Mazání

1.10.1.
Úkoly mazání

Pro zachování funkce vedení SCHNEEBERGER MONORAIL je nezbytné dostatečné mazání a domazávání pomocí maziva přizpůsobeného podmínkám použití a okolním podmínkám.
Mazání má tyto úkoly:

- oddělit metalická sousedící valivá tělesa vytvořením nosného filmu maziva
- snížit otěr
- snížit tření mezi valivými tělesy a valivou drahou jakož i mezi valivými tělesy navzájem
- snížit klouzavé tření těsnění
- chránit před korozí
- snížit hluk

Kromě toho může mazání splňovat ještě další funkce jako:

- odvádět teplo nebo vyplachovat nečistoty (u mazání olejem)
- společně s těsnicím systémem zabraňovat pronikání tekutých nebo pevných cizích částic U mazání tukem)

Mazání má tedy podstatný vliv na funkci a životnost lineárních vedení.
Předpokladem pro optimální účinek systému mazání je však výběr maziva, které odpovídá podmínkám použití a okolním podmínkám ale i dobře fungující těsnicí systém. Úkolem těsnění přitom je, udržet mazivo ve vodicím vozíku a zabraňovat pronikání tekutých nebo pevných cizích částic do vodicího vozíku. Těsnění tak mají zabránit tomu, aby došlo ke kontaminaci nebo vymývání maziva.

Pozor

Poranění osob nebo poškození součástí zlomením

➡ Nedostatek maziva nebo výběr nevhodného maziva jsou vedle znečištění a přetížení nejčastější příčinou výpadku lineárních vedení.
➡ Dbejte na vhodné provozní podmínky a pravidelné mazání.

1.10.2.
Druhy maziv

Jako mazivo pro vedení SCHNEEBERGER MONORAIL lze použít jak tuk, tak také tekutý tuk nebo olej.
Maziva s přísadami pevných maziv jako grafit, MoS2 nebo PTFE nejsou vhodná pro použití ve vedeních SCHNEEBERGER MONORAIL, protože se na valivých drahách mohou tvořit škodlivé usazeniny.
Mazivo lze vnášet buď manuálně, např. přes mazací lis, nebo automaticky přes centrální mazací zařízení nebo přídavný dávkovač maziva u vodicích vozíků, viz kapitola 4.13.9 - Mazací deska SPL. Použití centrálního mazacího zařízení zaručuje zpravidla stejnoměrný a bezpečný přísun maziva. Ve speciálních případech se používá také olejovovzduchové mazání. Je to druh mazání minimálním množstvím. Viz kapitola 4.13.8 - Aplikační znalosti mazání - Požadavky na mazání za mimořádných podmínek použití.
Rozhodující pro výběr druhu maziva a jeho vnášení jsou:

- druh použití
- podmínky použití
- uspořádání stroje a okolní konstrukce
- přístup k vedení

1.10.3.
Vlastnosti maziv

Mazací oleje

Jako mazací oleje se používají buď minerální oleje nebo uměle vyrobené syntetické oleje proti stárnutí, korozi, tvorbě pěny a ke zvýšení tlakové pevnosti. Mazací oleje se rozdělují podle své viskozity do různých tříd podle DIN 51519.

Mazací oleje
- pronikají snadněji do vodicího vozíku a rozdělují se lépe než tuk
- dobře odvádí teplo
- vystupují z vedení lépe než tuk
- podléhají přitažlivosti a vyžadují tak podle polohy vestavby vyšší konstrukční náklady než u mazání tukem
- nabízejí vymývací efekt.

Mazací tuky

Mazací tuky se skládají ze základního oleje (většinou minerální olej), zahušťovače (kovová mýdla, jednoduchá mýdla, komplexní mýdla (vápník, lithium, sodík, jiné)) a různé přísady (např. proti oxidaci, korozi a ke zvýšení tlakové pevnosti). Mazací tuky se podle jejich konzistence resp. pevnosti rozdělují na různé tak zvané třídy NLGI (National Luricating Grease Institute) podle DIN 51818. K tomu viz také následující odstavce.

Mazací tuky
- zabraňují tvorbě hluku
- svou pevnou konzistencí podporují účinek stěrače
- působí proti pronikání nečistoty do vedení
- definovaně zůstanou na mazacím místě
- díky podílu zahušťovače mají dvojitý zásobovací účinek
- působí trvale a umožňují dlouhé mazací intervaly
- Zahušťovače v mazacích tucích přináší jisté vlastnosti nouzového chodu

Tekuté tuky

Tekuté tuky jsou řídké tuky a tím
- jsou vhodné pro použití v centrálních mazacích zařízeních
- mají měkkou, tekoucí konzistenci

Mísitelnost

Mazací oleje jsou mísitelné, pokud mají stejnou klasifikaci a pokud se viskozita neodlišuje o více než jednu třídu ISO-VG.
U syntetických olejů se zeptejte výrobce maziva.

Výměna maziva

Dodatečná změna z mazání olejem na mazání tukem může proběhnout bez rizika, za předpokladu snášenlivosti odlišných maziv.
Změna z mazání tukem na mazání olejem možná není, protože po prvním mazání se již nachází tuk v úzkých mazacích kanálech vodicího vozíku a zabraňuje tam průtoku oleje, takže nelze zaručit dostatečné zásobování olejem při mazání.

1.10.4.
Doporučená maziva

Maziva doporučená firmou SCHNEEBERGER:

Mazání olejem

- Minerální olej CLP podle DIN 1517 nebo HLP podle DIN 51524 ve viskozitním rozsahu ISO VG 32 až ISO VG 100 podle DIN 51519
- oleje pro dráhu lože CGLP podle DIN 51517 až viskozitní třída ISO VG 220

Mazání tukem

- mazací tuk KP2K podle DIN 51825

Mazání tekutým tukem

- tekutý tuk GP00N nebo GP000N podle DIN 51826

1.10.5.
Parametry a aditiva maziv

Viskozita

Pod viskozitou se rozumí míra vazkosti na základě vnitřního tření kapaliny.
Mazací oleje se dělí podle jejich viskozity do různých tříd podle DIN 51519. Nižší viskozita znamená řídkost, vysoká viskozita, že mazivo je vazké. Voda má např. ISO VG třídu 1.

IViskozitní třídy ISO podle DIN 5119:

Viskozitní třída ISO	Střední viskozita při 40°C (mm²/s)	min. mez kinematické viskozity při 40 °C (mm²/s)	max. mez kinematické viskozity při 40 °C (mm²/s)
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242

Konzistence

Odpor tuku proti deformaci se označuje jako konzistence. Tato charakteristická veličina se používá ke klasifikaci mazacích tuků. V DIN 5118 se mazací tuky k tomu rozdělují do 9 různých tříd NLGI. Jako posuzovací veličina pro rozdělení se přitom použije penetrace po prohnětení, která vypovídá, jak hluboko pronikne normovaný kelímek pod určitou hmotnostní silou do maziva.
Pro vedení SCHNEEBERGER MONORAIL se používají tuky třídy NLGI 000 až 3.

Třídy NLGI podle DIN 51818:

Třída NLGI	Druh tuku	Konsistenz	Walkpenetration (0,1 mm)	Anwendung
000	Tekutá maziva	tekutá	445 - 475	Provoz v centrálních mazacích zařízeních, mazání převodovek, vedení SCHNEEBERGER MONORAIL
00		těžko tekutá	400 - 430	
0		polotekutá	355 - 385	
1	měkké tuky	velmi měkká	310 - 340	
2		měkká	265 - 295	vedení SCHNEEBERGER MONORAIL
3		mazlavá	220 - 250	
4		téměř pevná	175 - 205	těsnicí tuky
5	tvrdé tuky	pevná	130 - 160	
6		velmi pevná	85 - 115	

Additive

K průmyslově používaným mazivům se zpravidla přimíchávají různá aditiva. Jsou to přísady, které mazivům dodávají určité vlastnosti nebo je zlepšují.

Aditiva	Účel použití
Antioxidanty	zamezení změn maziv
Zlepšovače VI	snižování závislosti viskozity na teplotě
Aditiva EP	zlepšování tlakové odolnosti (jsou zapotřebí u vysokých sil, EP = extrémní tlak)
Korozní inhibitory	zamezení koroze a rzi
Pěnové inhibitory	zamezení tvorby pěny (zlepšují nosnost)

1.10.6.
Zkrácené označení maziv podle DIN 51502

Struktura zkráceného označení pro mazací oleje

Příklad zkráceného označení mazacích olejů:	C	L	P	PG	-68
Druh mazacího oleje					
Charakteristické písmeno pro aditiva (koroze, stárnutí)					
Charakteristické písmeno pro aditiva (otěr, tření, zatížitelnost)					
Přídavné charakteristické písmeno pro syntetická maziva					
Viskozita, třída ISO VG					

Mazací oleje C, CL, CLP podle DIN 51517

Mazací olej CLP	Minerální olej (C) s přísadami ke zvýšení protikorozní ochrany a odolnosti vůči stárnutí (L) stejně jakož ke snížení otěru v oblasti smíšeného tření (P)
Mazací olej CGLP	Kluzný olej a olej pro dráhu lože (CG) s obzvlášť dobrým kluzným chováním a přilnavostí (G) ale i přísadami ke zvýšení protikorozní ochrany a odolnosti vůči stárnutí (L) jakož ke snížení otěru v oblasti smíšeného tření (P)

Hydraulické oleje HL, HLP, HVLP podle DIN 51524

Hydraulické oleje HLP	Hydraulický olej (H) s přísadami ke zvýšení protikorozní ochrany a odolnosti vůči stárnutí (L) jakož ke snížení otěru v oblasti smíšeného tření (P)

Struktura zkráceného označení pro mazací tuky

Příklad zkráceného označení mazacích tuků:	K	P	2	K	-30
Druh mazacího tuku					
Přídavné charakteristické písmeno pro základní typ oleje a aditiva					
Konzistence, třída NLGI					
Charakteristické číslo pro horní teplotu použití a chování vůči vodě					
Spodní teplota použití ve °C					

Mazací tuky K podle DIN 51825

Mazací tuk KP 2 K	Mazací tuk pro valivá ložiska, kluzná ložiska a kluzné plochy (K) s přísadami ke snížení tření a otěru v oblasti smíšeného tření a/nebo ke zvýšení zatížitelnosti (P), třídy konzistence NLGI 2, horní teploty použití 120°C (K)

Mazací tuky OG podle DIN 51825

Mazací tuk OGP 2 K	Mazací tuk pro otevřené převodovky (OG) s přísadami ke snížení tření a otěru v oblasti smíšeného tření a/nebo ke zvýšení zatížitelnosti (P), třídy konzistence NLGI 2, horní teploty použití 120°C (K)

Mazací tuky G podle DIN 51826

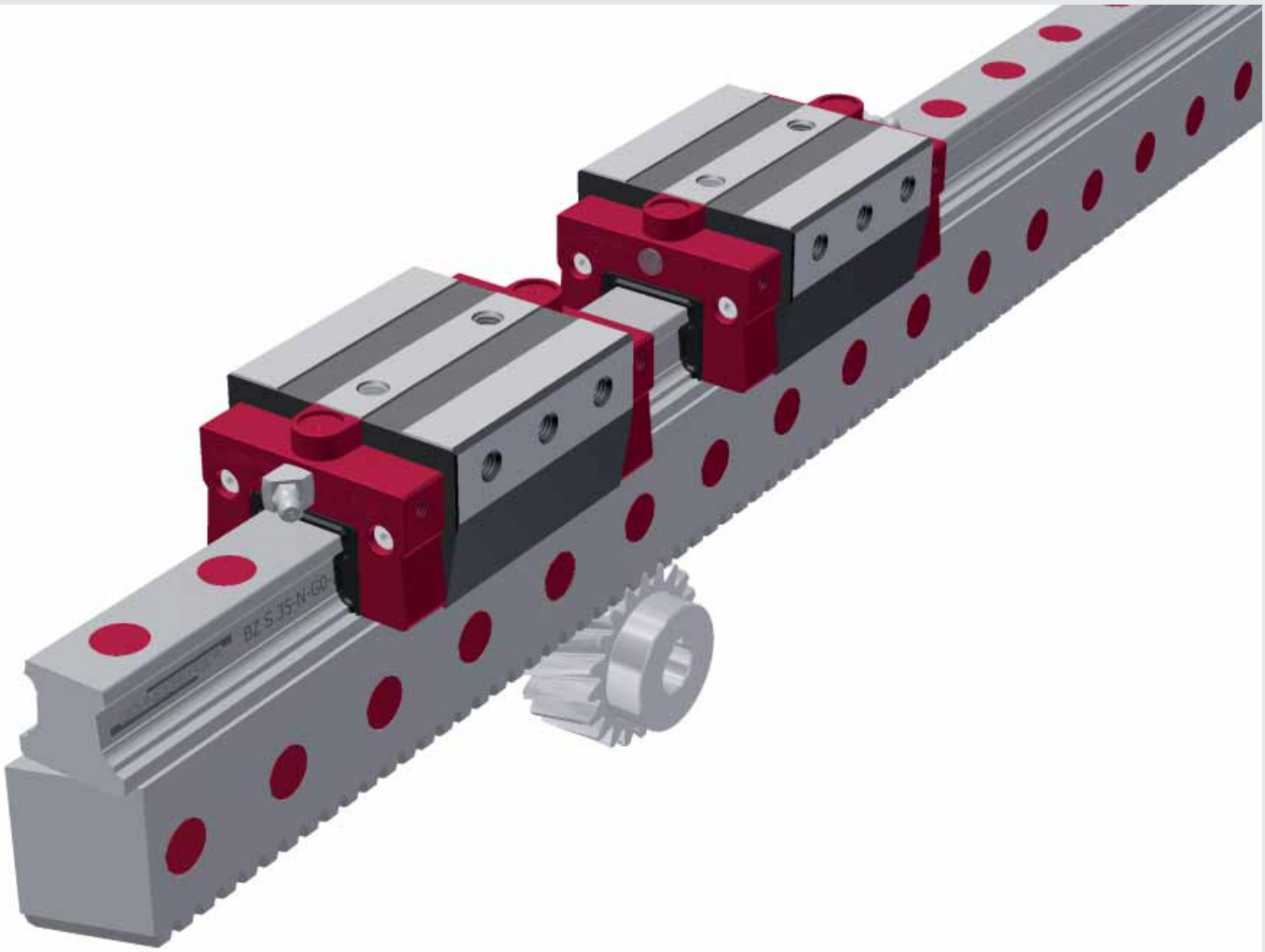
Mazací tuk GP 00/000 N	Mazací tuk pro uzavřené převodovky (G) s přísadami ke snížení tření a otěru v oblasti smíšeného tření a/nebo ke zvýšení zatížitelnosti (P), třídy konzistence NLGI 00/000 (tekutý tuk), horní teploty použití 140°C (N)

1.10.7.
Ovlivňující parametry při výběru maziva

Výběr vhodného maziva by se měl provádět s výrobcem maziva. Pro výběr maziva, mazacího množství a způsobu nanesení jsou rozhodující hlavně tyto faktory:

- způsob použití, např. obráběcí stroje, manipulace, čisté prostory
- provozní podmínky, např. rychlost, zdvih, síly, znečištění
- lineární vedení, např. kulička/váleček, konstrukční velikost, vestavná poloha, přístupnost
- přísun maziva, např. manuální, centrální mazání, mazací intervaly, snášenlivost s jinými mazivy
- ostatní, např. doba použitelnosti maziva, schválení/specifikace, materiály, aspekty životního prostředí, hospodárnost

2 Technické základy:
Pohánění



SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY

Obsah

2 Technické základy: Pohánění 47

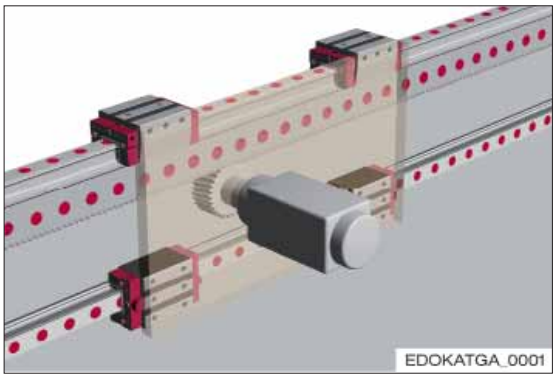
2.1. Integrovaný pohon BZ s ozubeným hřebenem 50
2.1.1. Konstrukce 50
2.1.2. Integrace 51
2.1.3. Srovnání s jinými hnacími komponenty 51
2.1.4. Kvalita ozubení 52

2.2. Mazání 53
2.2.1. Úkoly mazání 53
2.2.2. Druhy maziva 53
2.2.3. Vlastnosti maziv 53
2.2.4. Doporučená maziva 53

2.1. Integrovaný pohon BZ s ozubeným hřebenem

2.1.1.
Konstrukce

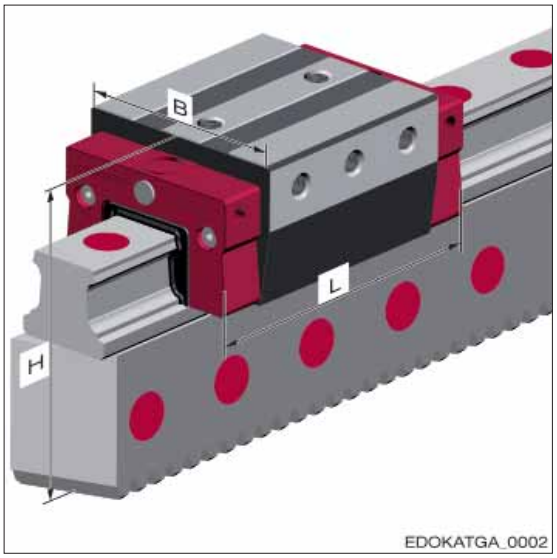
Lineární vedení s integrovaným pohonem s ozubeným hřebenem BZ 25 a BZ 35 se skládají z profilové kolejnice BM s integrovanou ozubeným hřebenem, po které běží jeden nebo více valivě uložených vodicích vozíků, ale také s jedním nebo více hnacích pastorků, které zasahují do ozubeného hřebenu. Jako vodicí vozík mohou být použity všechny konstrukční tvary BM v odpovídajících velikostech. Typické aplikace takovýchto systémů se nacházejí v oblasti manipulace, automatizace, zařízení pro řezání vodním paprskem a laserem, opracování dřeva.
Pro vytvoření kompletní osy se zpravidla použije standardní vedení SCHNEEBERGER MONORAIL BM jako paralelní kolejnice. Pohon pastorku se většinou realizuje pomocí motoru s převodkou, viz obrázek, který není součástí dodávky firmy SCHNEEBERGER.



Paralelní kolejnice s pastorkem

Ozubení je umístěno na spodní straně vodicí kolejnice, takže není nutné žádné vyrovnání ozubení.

U vedení SCHNEEBERGER MONORAIL s integrovaným pohonem s ozubeným hřebenem typu MONORAIL BZ lze navíc integrovat systém pro odměřování polohy AMS 4B.



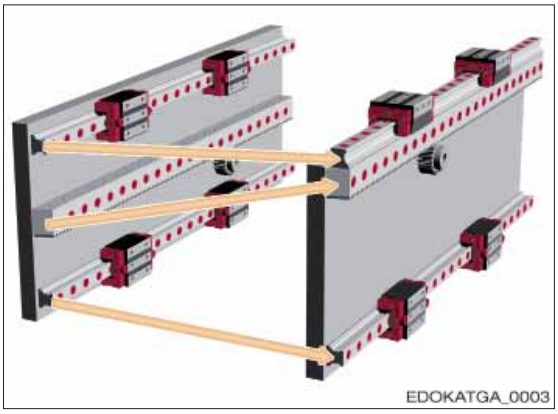
Vodicí vozík s vodicí kolejnicí a ozubeným hřebenem

Kolejnice BZ mohou být naraženy.

2.1.2. Integrace

Integrace pohánění ozubeným hřebenem do vedení SCHNEEBERGER MONORAIL nabízí oproti samostatně montovanému ozubenému hřebenu významné výhody

- snížené náklady na konstrukci a výrobu, protože pro vedení a pohon jsou zapotřebí jen dvě namísto tří montážních ploch



- nižší spotřeby místa díky kompaktní konstrukci
- odpadá montáž a vyrovnání segmentů ozubeného hřebenu ve stroji
-
- snížené logistické náklady
  - ozubené hřebeny se nepořizují a neskladují
  - jeden dodavatel pro vedení i pohon

2.1.3. Srovnání s jinými hnacími komponenty

Výhody pohonu BZ s ozubeným hřebenem firmy SCHNEEBERGER proti:

Převod s kuličkovým závitem

- je možné více nezávislých pohybových úloh na jednom systému vedení
- výrazně strmější u velkých délek a velkých sil (vůle reverzace)
- polohování bez závislosti na teplotě
- vyměnitelnost po částech
- výrazně robustnější
- konstrukce nelimituje rychlostní pole (obdobně stoupání hřídele)
- předpětí lze libovolně nastavit a za provozu variovat
- bez sklonu k vibracím u velkých délek
- samostatné skladování není nutné
- lze realizovat nekonečně dlouhé pojezdy

Pohon s ozubeným řemenem

- lze přenášet výrazně vyšší síly
- přesné polohování a vyšší strmost u změny sil
- nižší otěr
- odolnost vůči teplotě
- nedochází k vylamování zubů

Lineární motor

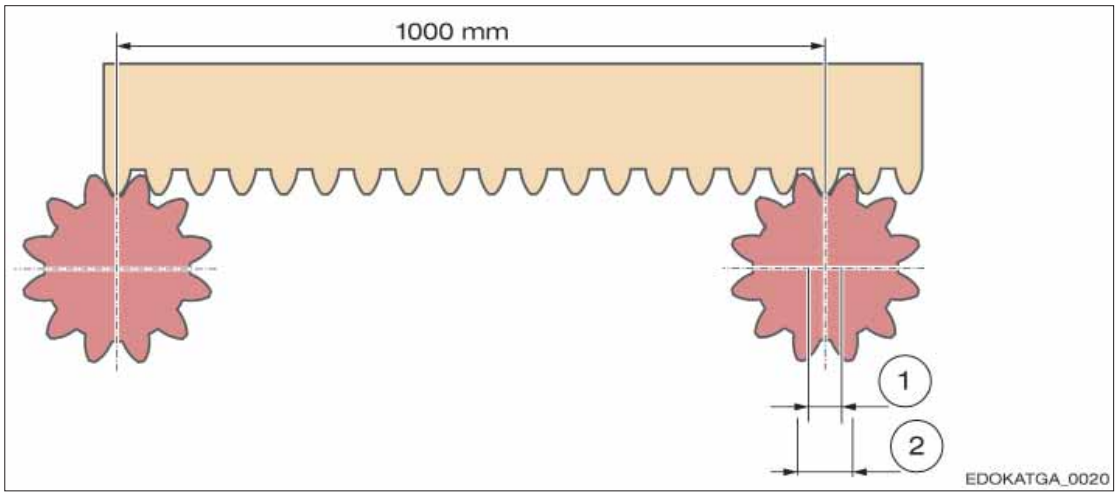
- podstatně nižší investice
- výrazně lehčí
- není nutné chlazení
- lze přenášet podstatně vyšší síly
- nepřitahuje kovovou špínu (např. třísky)
- lze zvolit menší vedení, protože není nutné dodatečně zohlednit magnetické přitažlivé síly
- není zapotřebí brzdicí vodicí vozík při výpadku proudu
- podstatně nižší náklady na energii
- je „elastický“ vůči změně síly

2.1.4.
Kvalita ozubení

Kvalita ozubení čelních kol je definována v DIN 3961/3962/3963/3967 a zkoušena podle DIN 3999. Třída tolerance, např. stupeň kvality 5(Q5), určuje rozměrovou stabilitu ozubení (chyba dělení, tvarová a polohová tolerance děleného kruhu, odchylka boku zubu od požadovaného obrysu, …) a tím u pohánění s ozubenými hřebeny např. dosažitelná přesnost polohování a jakosti chodu. Stupeň kvality 5 je (podle výrobce) nejvyšší stupeň, který ještě lze vyrobit hospodárnou technikou broušení.
Protože uvedené normy platí pouze pro ozubená kola, pohlíží se na všechny údaje pro ozubený hřeben tak, jakoby ozubený hřeben byl pastorek se z = 100 zuby.
Firma SCHNEEBERGER nabízí pro systémy MONORAIL BZ dvě kvality ozubení, aby bylo možné splnit různé potřeby zákazníků resp. kvalitu a hospodárnost:

- kvalita Q5 (na vyžádání), s tvrzeným a broušeným ozubením
- kvalita Q6, s měkkým a frézovaným ozubením

Ozubení pastorků, které lze dodat jako příslušenství (viz Produktový katalog SCHNEEBERGER MONORAIL a AMS) mají kvalitu Q6 a jsou zásadně vytvrzené a broušené, protože ozubení pastorků zažije podstatně více záběrů na posuv než ozubený hřeben.



Příklad pro posuv 1000 mm s tolerancí Q5 a Q6.

1 Sumární chyba dělení pro Q5 ≤ 40 µm (na vyžádání)

2 Sumární chyba dělení pro Q6 ≤ 50 µm

2.2. Mazání

2.2.1.
Úkoly mazání

Pro zachování funkce pohonu s ozubeným hřebenem je nezbytné dostatečné mazání s mazivem přizpůsobeným podmínkám provozu. K tomu patří také pravidelné mazání.
Mazání má následující úkoly:

- oddělit kovová valivá sousedící tělesa nosným mazacím filmem
- zmenšit otěr
- snížit tření mezi valivými plochami u ozubeného kola a ozubeného hřebenu
- chránit před korozí
- snížit hluk

Mazání tak má podstatný vliv na funkci a životnost ozubení.

2.2.2.
Druhy maziva

Jako mazivo pro pohon s ozubeným hřebenem lze použít jak tuk, tak také olej. Lze použít maziva na minerální bázi nebo syntetická maziva, která z části obsahují také podíly pevných maziv jako grafit nebo MoO2.

2.2.3.
Vlastnosti maziv

U maziv pro otevřené převodovky a ozubení je nutno dbát na to, aby měli vysokou viskozitu a přilnavost, aby je rotující ozubená kola nemohla odstředit.
Další vlastnosti, které musí být splněny, jsou:

- vysoká odolnost proti střihu
- dobrá ochrana proti otěru
-
- odolnost vůči oxidaci
- vysoká tlaková odolnost

2.2.4.
Doporučená maziva

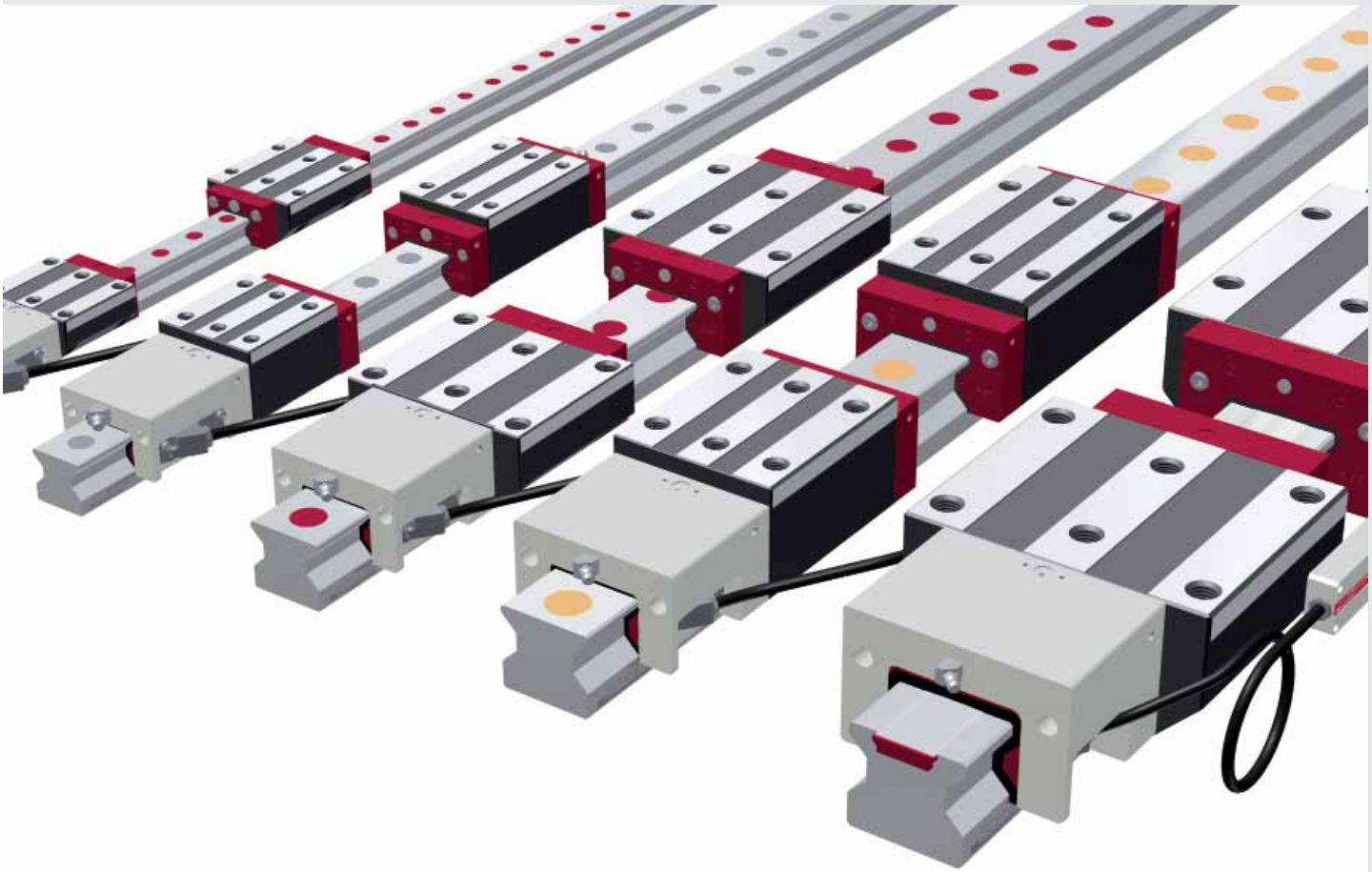
Maziva doporučená firmou SCHNEEBERGER:

Mazání olejem
Minerální olej CLP podle DIN 51517 ve viskozitní třídě ISO VG 460 podle DIN 5119.

Mazání tukem
Mazací tuk OGP2K podle DIN 51825

Charakteristické veličiny maziv viz kapitola 1.10 – Mazání.

3 Technické základy
Odměřování



SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY

Obsah

3 Technické základy: Meření 55

3.1. Systémy odměřování polohy 58
3.1.1. Rozdělení odměřovacích systémů 58
3.1.2. Přehled různých principů odměřování dráhy 60
3.1.3. Magnetorezistivní měřicí technika SCHNEEBERGER 60
3.1.4. Systémy odměřování délky 64

3.2. Rozhraní 73
3.2.1. Inkrementální rozhraní 73
3.2.2. Absolutní rozhraní 76

3.1. Systémy odměřování polohy

3.1.1. **Rozdělení odměřovacích systémů**

Podle druhu fyzikálního principu

Pro lineární odměřování polohy v průmyslových aplikacích se používají různé druhy vysoce přesných systémů odměřování dráhy. Tyto lze rozdělit podle fyzikálního principu odměřování do různých skupin. Základní princip periodického dělení, které je odečteno senzorem, se používá průběžně.

- Magnetorezistivní systémy registrují periodické změny v magnetizaci pravítka pomocí senzorů MR (MR = magnetorezistivní) nebo Hallových senzorů. Magnetické systémy jsou oproti optickým systémům necitlivé proti znečištění, typické periody dělení leží mezi 0,4 a 10 mm.
- Optické systémy jsou velmi rozšířené. U těchto systémů se dělení čte s vhodnými senzory, které registrují periodické změny jasu nebo fáze reflektovaného nebo transmitovaného světla. Leptáním nebo napařením lze realizovat velmi jemné dělení s periodami menšími než 10 µm, což je důvod, proč optické systémy obecně poskytují nejvyšší rozlišení.
- Induktivní systémy pracují s mechanicky strukturovaným, kovovým pravítkem, které může být provedeno velmi robustně. Proužky tohoto pravítka působí obdobně jako jho transformátoru. Přesunutím se moduluje amplituda a fáze elektrického kmitu. Periody dělení pod 1 mm se pomocí těchto systémů realizují obtížně.
- Magnetostrikce a jiné metody se rozšířily jen velmi málo.

Podle druhu uspořádání komponent

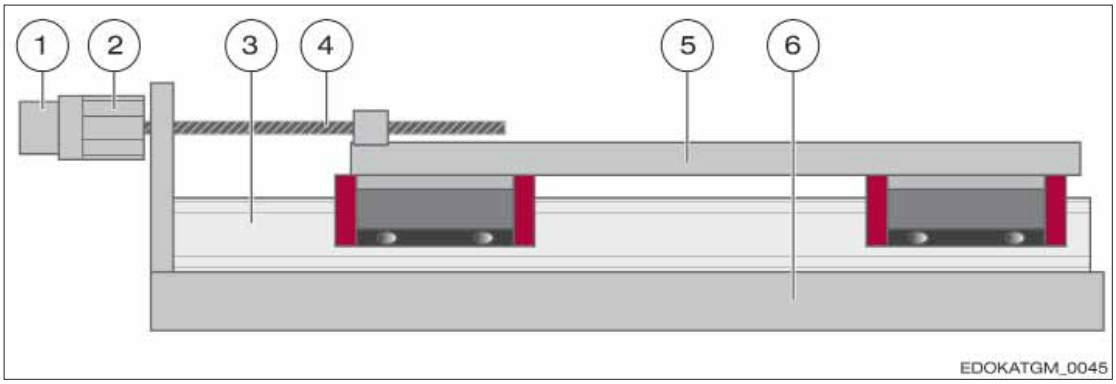
Jako daleko důležitější se však prokázalo, jak spolu působí hnací komponenty a komponenty odměřovacího systému. Podle principu působení se mluví o přímém nebo nepřímém odměřování u os strojů.

U nepřímého odměřování polohy se lineární posuv mění na jinou odměřovací veličinu. Často se vyskytující příklad je lineární osa poháněna kuličkovým šroubem. Kuličkový šroub mění lineární pohyb na rotaci, úhel otáčení se často odměřuje přímo na servomotoru.

Výhoda spočívá v tom, že lze polohu osy zjistit pomocí cenově výhodného a kompaktního rotačního snímače. Nevýhodou je, že přeměnu odměřované veličiny na jinou nelze nikdy realizovat bez chyb. Chyba stoupání, vůle, vibrace a tepelná roztažnost zkreslují odměření polohy.

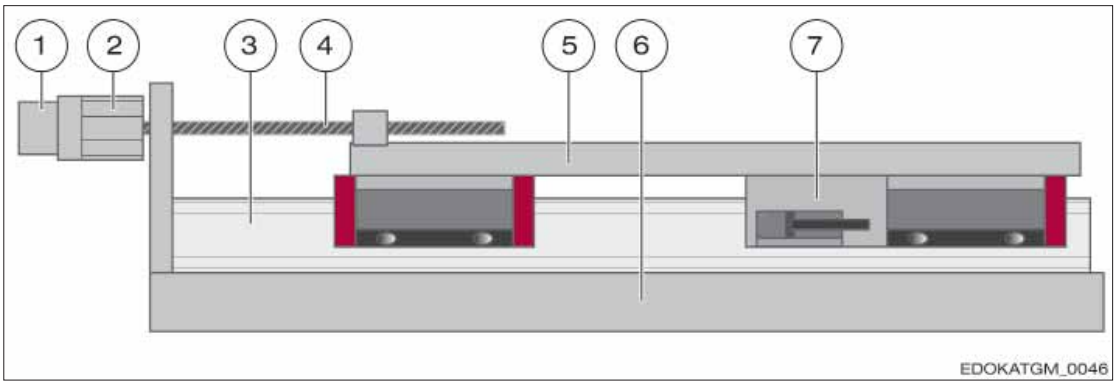
U přímého odměřování se použije lineární pravítko, ze kterého je poloha snímána čtecí hlavou přímo. Díky takto docílené eliminaci meziveličin a díky menší vzdálenosti mezi měřeným objektem a snímačem lze dosáhnout přesných naměřených hodnot polohy.

Obecně se proto doporučuje upřednostňování přímého odměřování polohy, protože poskytuje přesnější naměřené hodnoty méně ovlivněné faktory okolí, pokud je lze realizovat pomocí zastupitelných nákladů na měřicí techniku, resp. komponenty. Z tohoto důvodu integruje firma SCHNEEBERGER systémy odměřování polohy AMS do lineárního vedení, aby spojila precizní lineární vedení s výhodami přesnějšího přímého odměřování.



Lineární vedení bez integrovaného systému odměřování polohy MONORAIL AMS:

1	rotační snímač	4	kuličkový šroub
2	motor	5	stůl-suport
3	lineární vedení	6	lože



Lineární vedení s integrovaným systémem odměřování polohy MONORAIL AMS:

1	rotační snímač	5	stůl
2	motor	6	lože stroje
3	lineární vedení	7	integrovaný systém odměřování polohy MONORAIL AMS
4	kuličkový šroub		

I

Podle druhu použitého elektronického rozhraní

Používají se analogová proudová rozhraní (11 µAss) nebo analogová napěťová rozhraní (1 Vss). Problém rozpoznání směru je vyřešen přenášením dvou téměř sinusových signálů s fázovým posuvem 90° (následující sinus, cosinus). Pro zpracování s vysokým rozlišením (interpolací) jsou zapotřebí na přijímací straně dva kvalitní převodníkové kanály. Digitalizací obou kanálů se okamžitě díky určení kvadrantů a trigonometrií určí „úhel polárních souřadnic“ signálu, který umožní stanovit přesnou polohu. Počítání celých period lze provést jednoduše pomocí vzestupného / sestupného čítače.

Existují produkty s jedinou referenční značkou, pravidelným rastrem referenčních bodů a nepravidelným rastrem referenčních bodů (kódování vzdálenosti). Se vzrůstající hustotou integrace je možné zaintegrovat interpolaci signálů na straně vyhodnocovací elektroniky senzoru. Tyto systémy poskytují ryze digitální informaci (kvadraturní signály) s vysokým rozlišením. Interpolace systému určující přesnost tak leží na straně systému odměřování dráhy.

Nevýhoda spočívá v tom, že poměr rychlosti posuvu a rozlišení je určen možnou přenosovou rychlostí. K inkrementálním přenosům signálu lze počítat jak analogové systémy, tak také digitální s integrovanou interpolační technikou, protože informace bude přenášena jako rozdíl k předcházející události. Systémy s absolutním rozhraním realizují absolutní polohu buď jako sériový protokol (SSI), anebo v kombinaci s analogovým inkrementálním přenosem dat.

Podstatný rozdíl oproti inkrementálním systémům spočívá v tom, že absolutní poloha je k dispozici okamžitě po zapnutí.

3.1.2. Přehled různých principů odměřování

Princip odměřování dráhy	Optický	Magnetorezistivní	Induktivní				
Rozlišení	•••	•••	•				
Integrovatelnost	•	•••	•••				
Citlivost vůči znečištění	•	••	•••				
Konstrukční prostor	•	•••	•••				
Montáž	••	•••	•••				

Poznámka: • = uspokojivý, ••• = velmi dobrý

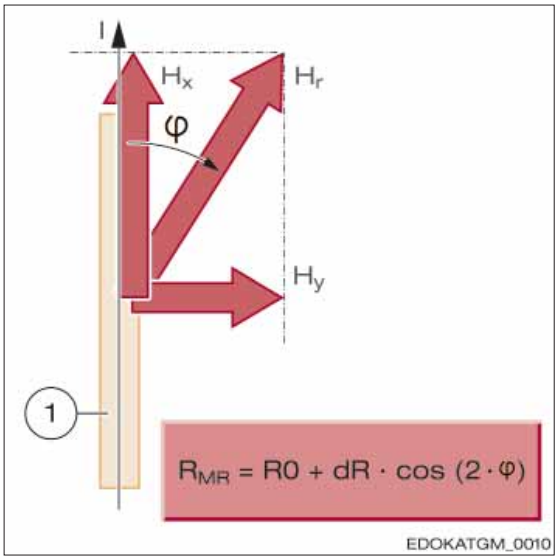
3.1.3. Magnetorezistivní měřicí technika SCHNEEBERGER

Magnetorezistivní efekt

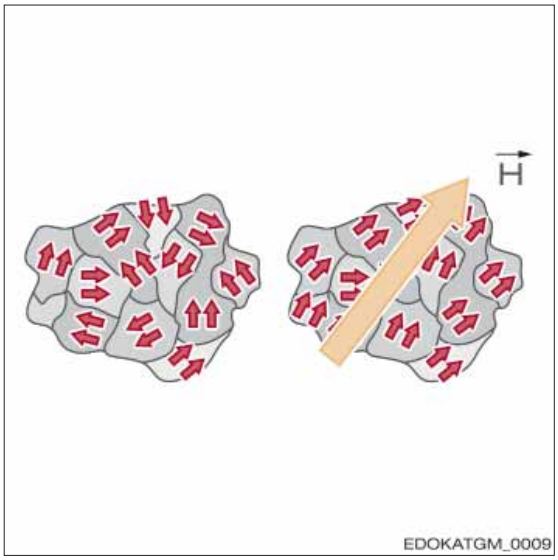
Všechny magnetorezistivní efekty jsou založeny na skutečnosti, že feromagnetické tenké vrstvy mění svůj ohmický odpor díky extrémním magnetickým polím.
Tři známé efekty jsou:

- AMR (Anisotropic Magnetic Resistance)
- GMR (Giant Magneto Resistance)
- TMR (Tunnelling Magneto Resistance)

Senzory systému odměřování délky od firmy SCHNEEBERGER využívají anizotropní magnetorezistivní efekt (AMR-efekt), který objevil v r. 1857 Thomson ve feromagnetických materiálech. Pokud je v takovémto vodiči směr toku proudu paralelní k magnetizaci, bude specifický odpor o několik procent vyšší, oproti normálně k sobě stojící magnetizaci a směru toku proudu.
Pomocí tenké vrstvy feromagnetického materiálu lze konstruovat snímače magnetického pole tak, že se jejich vnitřní magnetické pole vyrovná vnějším magnetickým polem. Po odstranění vnějšího magnetického pole zůstane vnitřní magnetické pole vyrovnáno. To je podstatná vlastnost feromagnetických materiálů.



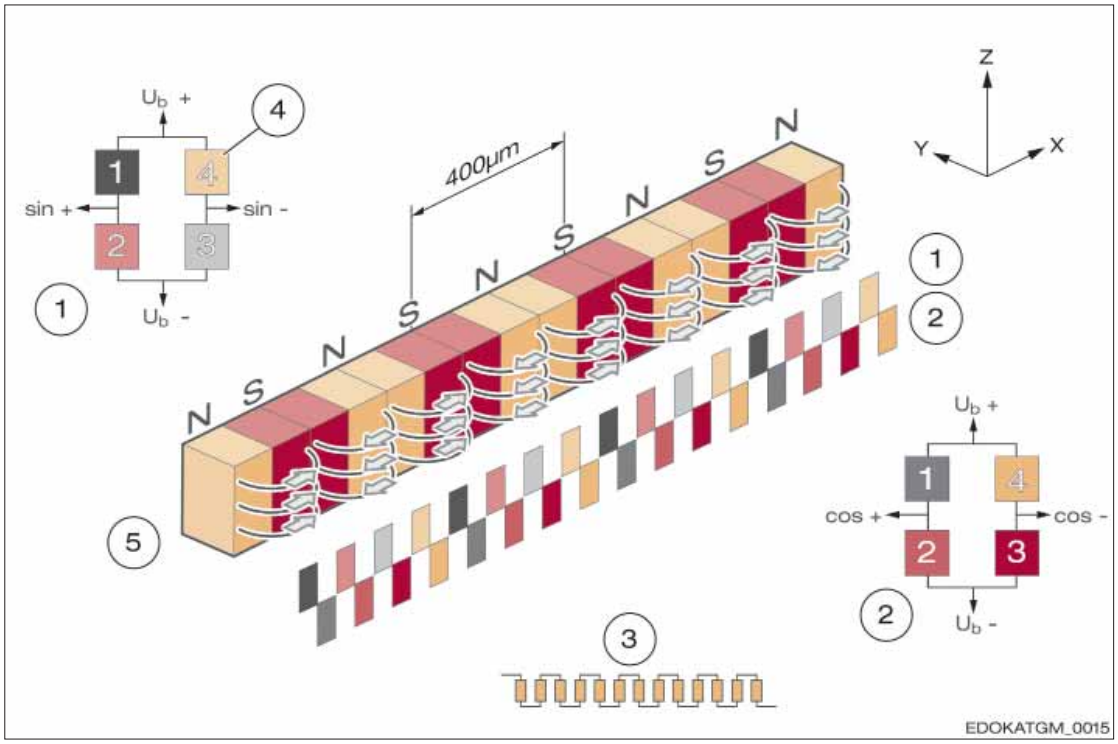
1	Pásky MR
I	Proud
H_x	Vlastní magnetizace pásku z větší části díky tvarové anizotropii.
H_r	Výsledná magnetizace
H_y	Měřené pole
R_{MR}	odpor pásků MR
R0	střední odpor (bez pole)
dR	maximální změna odporu
φ	Úhel mezi magnetizací a směrem toku proudu



Magnetické oblasti (bílé oblasti) se vyrovnají ve vnějším magnetickém poli.

Magnetorezistivní inkrementální senzor

Protože odpor jednotlivého pásku MR je ovlivněn kolísáním teploty a magnetickými rušivými poli, používají se jako senzory většinou čtyři pásky, které jsou zapojeny jako Wheatstonův můstek. Vyznačují tím, že stejná změna ve všech čtyřech odporech, např. díky zvýšení teploty, nevytváří na výstupech žádný napěťový rozdíl. Pro docílení měřitelného efektu musí být odpory vhodným způsobem vychýleny. Vyznačují se tím, že stejná změna ve všech čtyřech odporech, např. zvýšením teploty, nevytvoří na výstupech žádný napěťový rozdíl. Pro vytvoření měřitelného efektu musí být odpory tedy vychýleny vhodným způsobem, např. 1 odpor zvýšen, 2 odpor snížen, 3 odpor zvýšen, 4 odpor snížen. Dosáhne se toho vhodným umístěním pásků MR v periodické magnetizaci. Z toho vyplývá, že každý senzor je přizpůsoben své dělicí periodě magnetizace a funguje pouze s ní. Navíc nebude pásek MR proveden jednotlivě, nýbrž bude proveden z více pásků, které jsou od sebe vzdáleny vždy o jednu magnetickou periodu. Mluví se zde o ekvivalentních polohách. Dosáhne se tak středění rozptylu pravítka ohledně intenzity magnetizace a délky pólů. Kvůli kvadratické charakteristice senzorů (měří se hodnota intenzity pole) se získá výstupní signál s poloviční délkou periody magnetického dělení. Senzory MONORAIL AMS mají magnetické dělení 400 a tedy elektrickou periodu signálu 200 µm.
Nakonec budou dvě z těchto identických struktur umístěny s přesazením o ¼ periody signálu (50 µm) a získá se tak sinusový a kosinový průběh signálu, jehož pomocí lze měřit směr pohybu a dráha pojezdu.
Kompletní schematická konstrukce senzoru pak vypadá takto:



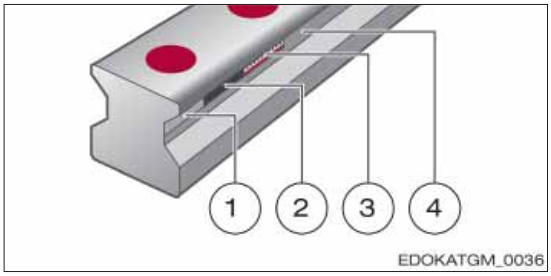
Schematická konstrukce senzoru:

1	Sinusový senzor	4	Pásek MR
2	Kosinový senzor	5	Magnetizace
3	Středění přes 13 period	U_b	Můstkové napětí

Protože původ obou signálů pochází ze stejného místa míry, jsou takovéto senzory velmi necitlivé vůči laterálnímu a rotačnímu přesunutí. V praxi to vede ke stabilním vlastnostem periodických odchylek měření.
Intenzita pole pravítka se mění se vzdáleností k pravítku ve směru y. Důsledkem toho je, že se magnetická pole zvedají ve velké vzdálenosti od pravítka. V blízkém poli, ve vzdálenosti zhruba o délce periody, klesá magnetická intenzita pole exponenciálně se vzdáleností ve směru y.

Magnetické pravítko

Když se vyrábí magnetické pravítko, jehož pole periodicky variuje v podélném směru (N-S-N-S-N-S…), lze pomocí senzorů MR zkonstruovat systém odměřování polohy.



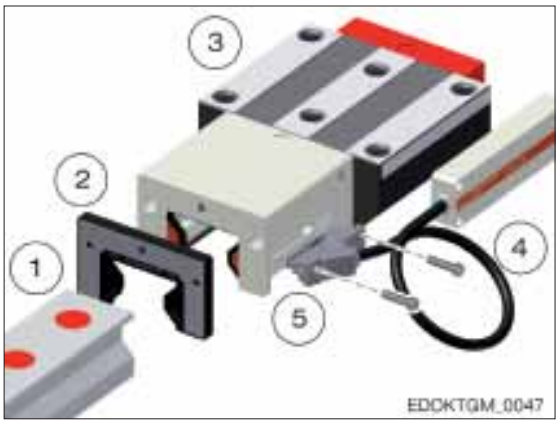
1 Zabroušená drážka
2 Vlepený magnetický pásek
3 Magnetizace
4 Navařený ochranný pásek

Magnetické pravítko

Firma SCHNEEBERGER vyrábí profilové kolejnice, ve kterých je hotové pravítko již umístěno. Přesná geometrická poloha magnetické stopy se zajistí mechanickým opracováním okrajů. Pro ochranu pravítka před škrábanci, znečištěním, ale také před chladivy a mazivy, se zakryje velmi tvrdým, tenkým páskem. Okraje tohoto pásku se svaří s profilovou kolejnicí a jsou tak dokonale utěsněné.

Společné působení odměřovacího systému

K funkčnímu systému patří vodicí kolejnice s integrovanou mírou (1) a odměřovacím vozíkem (3), který se odebírá jako kompletní konstrukční jednotka. Odměřovací vozík se skládá z vodicího vozíku MONORAIL, na jehož jedné straně je namontován nástavbový kryt.



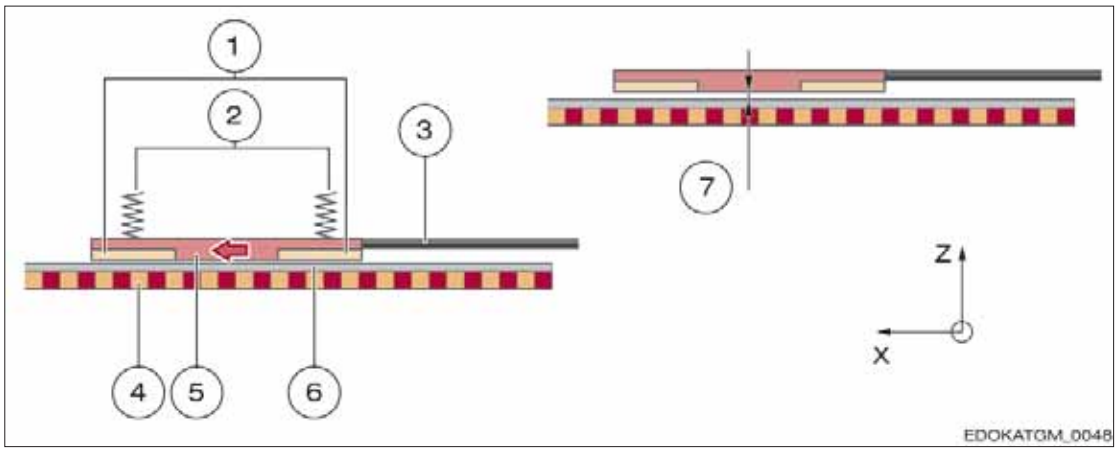
1 Vodicí kolejnice
2 Příslušenství
3 Odměřovací vozík
4 Šrouby
5 Čtecí hlava

Magnetické pravítko

Nástavbový kryt obsahuje šachtu s úchytnými plochami pro čtecí hlavu (5). Čtecí hlava je šrouby (4) upevněna k nástavbovému krytu a lze ji tak snadno vyměnit. Na obou koncích nástavbového krytu jsou namontovány příčné stěrače, které tvoří společně s namontovanými podélnými stěrači uzavřenou komoru okolo profilu vodicí kolejnice. Vnější konec nástavbového krytu má úchyt a upevňovací závit pro příslušenství (2). Vodicí vozík je možno nadále namazat také ze strany nástavbového krytu přes standardní mazací vstupy.

Dotykové odečítání

Pro bezvadné zpracování inkrementálních signálů je nutná konstantní pracovní vzdálenost mezi senzorem a mírou. Tuto úzkou toleranci nelze pomocí tuhé, justované nástavby pravítka a senzoru dodržet, a proto byl pro Systém odměřování polohy AMS zvolen dotykový kluzný princip odměřování. Senzory MR jsou přitom zabaleny do kluzákového pouzdra, které je drženo listovou pružinou ve své horizontální poloze a tlakovou pružinou přitisknuto na pravítko. Pouzdro kluzáku má precizně broušené kluzné plochy, přes které se nastavuje a udržuje konstantní pracovní vzdálenost senzoru k pravítku. Listové pružiny je nutno umístit přesně paralelně tak, aby byly tuhé ve směru měření a měkké ve směru z.



Odměřovací systémy AMS:

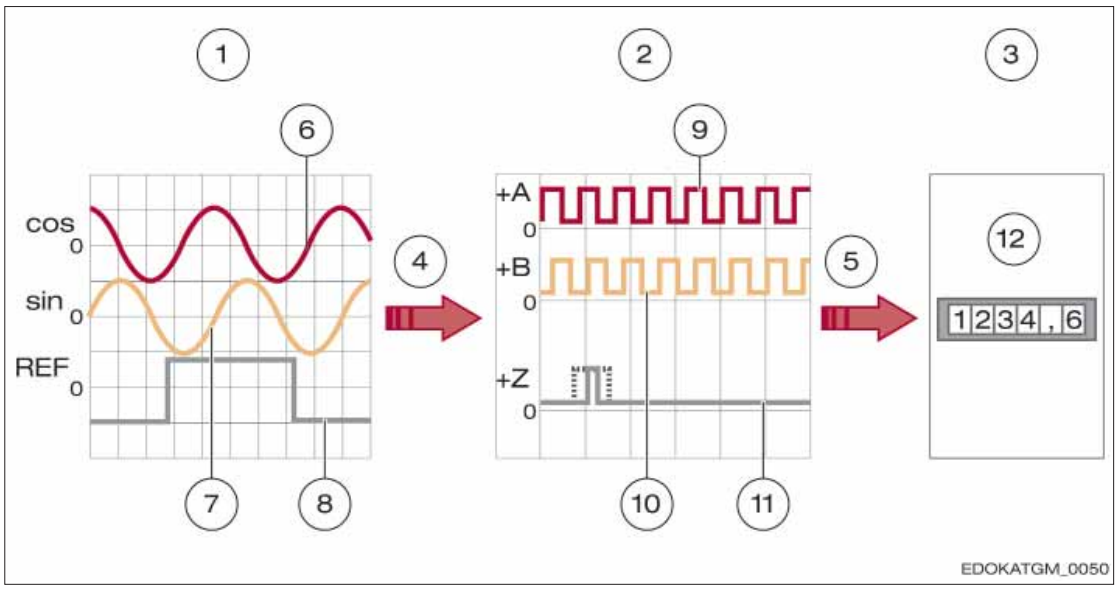
1	Keramické kluzné díly	5	kluzák se senzorem
2	Tlaková pružina	6	Ochranný pásek
3	Listová pružina	7	Pracovní vzdálenost
4	Míra		

Kluzné díly tvoří navíc ještě stírací hranu, větší částice a kapaliny tak nemohou projít. Dále musí být výše uvedené stěrače nadstavbového pouzdra intaktní, aby zajistily dobré provozní podmínky při dotykovém odečítání. Tato konstrukce zajistí, že se všechny díly podléhající otěru i uvedená elektronika nalézají ve čtecí hlavě. Ta je díky bočnímu upevnění velmi snadno vyměnitelná. Úzké výrobní tolerance zajišťují, že lze čtecí hlavy snadno vyměnit za provozu. Vodicí kolejnice s pravítkem zůstane nedotčena.

3.1.4.
Systémy odměřování délky

Interpolace

Při použití při odměřování polohy znamená interpolace změnu signálu z analogových vstupních signálů na digitální výstupní signály s menší periodou signálu. To je nezbytné, protože z analogových signálů nelze přímo vygenerovat číselné resp. polohové hodnoty.



Analogové vstupní signály (sin, cos, Ref) se interpolují (červená šipka) na digitální výstupní signály (+A, +B, +Z). Invertované signály nejsou znázorněny:

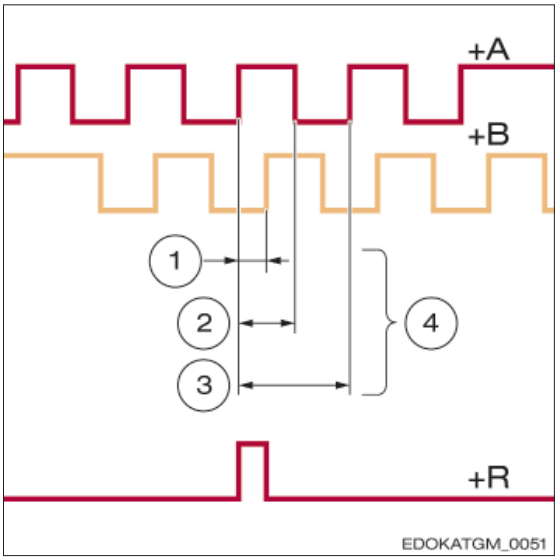
1	Analogový vstupní signál: sin, cos, Ref	7	analogový vstupní signál (sin)
2	Digitální výstupní signál: +A, +B, +Z	8	analogový vstupní signál (Ref)
3	Sledovací elektronika	9	digitální výstupní signál (+A)
4	Interpolace	10	digitální výstupní signál (+B)
5	Přenos signálu	11	digitální výstupní signál (+Z)
6	analogový vstupní signál (cos)	12	měřicí čítač, PC, řízení stroje atd.

Interpolační faktor zároveň určuje poměr periody signálu analogového vstupního signálu k digitálnímu výstupnímu signálu.

Přenos signálu a vyhodnocení

Digitální signály skládající se ze dvou inkrementálních signálů +A a +B ale také referenčního signálu +R jsou přenášeny do sledovací elektroniky. Může to být jednoduchý měřicí čítač, PC nebo řízení stroje. Sledovací elektronika pak z digitálních signálů určuje polohovou hodnotu na základě počítání náběhových hran signálu. Směr počítání vyplývá z úrovně příslušného jiného kanálu. Podle počtu vyhodnocených náběhových hran se pak mluví o:

- jednonáběhovém vyhodnocení:
  Počítá se vždy jenom jedna náběhová hrana, tzn. že jeden krok měření odpovídá jedné digitální periodě signálu
- dvounáběhovém vyhodnocení:
  Počítají se jak klesající, tak i stoupající náběhové hrany jednoho kanálu, tzn. že jeden krok měření odpovídá jedné polovině digitální periodě signálu
- čtyřnáběhovém vyhodnocení:
  Počítají se jak klesající, tak i stoupající náběhové hrany obou kanálů, tzn. že jeden krok měření odpovídá jedné čtvrtině digitální periodě signálu.



1 čtyřnáběhové vyhodnocení
2 dvounáběhové vyhodnocení
3 jednonáběhové vyhodnocení
4 vždy jeden krok měření

Vyhodnocení náběhových hran

Regulace amplitudy (AGC – automatic gain control)

Pod regulací amplitudy se rozumí vlastnost vyhodnocovací elektroniky AMS od firmy SCHNEEBERGER, vyregulovat výstupní amplitudu na určitou hodnotu. U AMS se k tomu digitalizují okamžité hodnoty sinusového a kosinového signálu a z toho se vypočte amplituda. Vypočtená hodnota se porovná s požadovanou hodnotou a můstkové napětí Ub senzoru MR se patřičně přizpůsobí. Tak se dosáhne stabilní výstupní hodnota napětí. Po přizpůsobení se nastaví nová lepší okamžitá hodnota.
MONORAIL AMS pracuje s regulačními dobami mezi 2 kHz a 10 kHz.

Funkce Power Sense

Všechny produkty AMS disponují jedním vedením Power Sense (viz obsazení konektoru zpětného vedení napájecího napětí) ke kompenzaci úbytku napájecího napětí u dlouhých napájecích vedení. Pokud použité řízení tuto funkci podporuje, doporučujeme její použití k zajištění bezpečné funkce čtecí hlavy.

Třída přesnosti

Třída přesnosti specifikuje maximální očekávanou odchylku měření systému za uvedených provozních podmínek. Systém odměřování polohy s třídou přesnosti 5µm připouští odchylky +/- 5µm. Z důvodů porovnatelnosti se uvádí třída přesnosti za předpokladu vztažné délky 1 m.

Rozlišení

Rozlišení popisuje nejmenší možnou změnu polohy měřicího systému. Je určováno analogovou periodou signálu, interpolačním faktorem a vyhodnocovací metodou (integrační doba nebo rychlost odečítání). Jako příklad se získá u nastaveného interpolačního faktoru 100 a periodě výstupního signálu 200 µm perioda výstupního signálu 2 µm a podle čtyřnáběhového vyhodnocení v řízení rozlišení 0,5 µm.

Rychlost odečítání

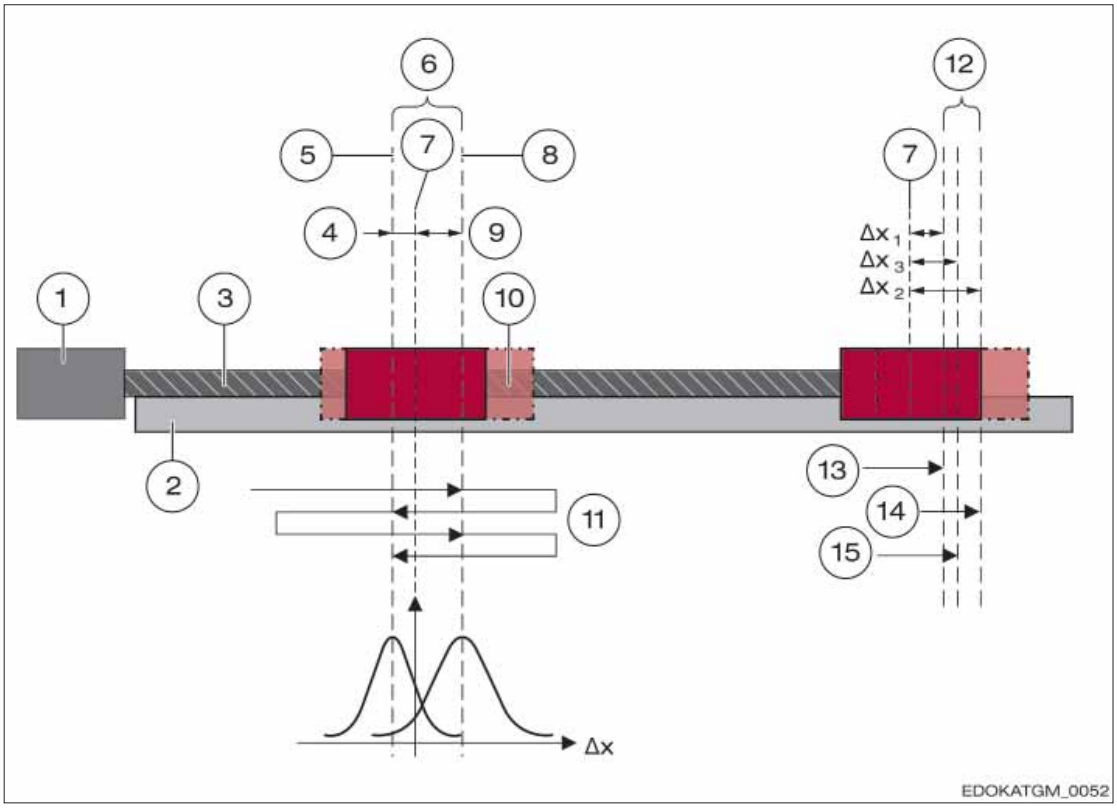
Rychlost odečítání popisuje četnost, se kterou je odečítán analogový signál během časového intervalu. Obvykle je časový interval jedna sekunda, z čehož vyplývá jednotka rychlosti odečítání Hz. Frekvence odečítání by měla být podle Nyquistova Schannonova teorému alespoň dvakrát tak velká jako u originálního signálu, aby bylo zajištěno přibližně úplné zobrazení originálního signálu.

Reverzní chyba/hystereze

Provádíme-li s vhodnou pokusnou konstrukcí měření opakovatelnosti vždy střídavě v opačném směru, pak získáme výpověď o rozdílu vystředěných poloh systému odměřování polohy mezi přiblížením zprava a zleva.
Tento rozdíl se nazývá reverzní chyba nebo také hystereze. Firma SCHNEEBERGER specifikuje tuto hodnotu v technických katalogových listech. Nepřímá opakovatelnost leží výrazně pod specifikovanou hysterezí.

Opakovatelnost

Pod nepřímou opakovatelností měřicího systému se všeobecně rozumí možnost zopakovat za stejných okolních podmínek výsledky, které systém poskytuje. U tohoto druhu posouzení musí být známa chyba měření a musí být zahrnuta do pozorování. Opakovatelnost obráběcího stroje pomocí jednoduchých metod lze zjistit pro určitou polohu a určitý směr pojezdu. K posouzení opakovatelnosti se provedou čtyři měření, vypočte se aritmetický průměr a standardní odchylka.

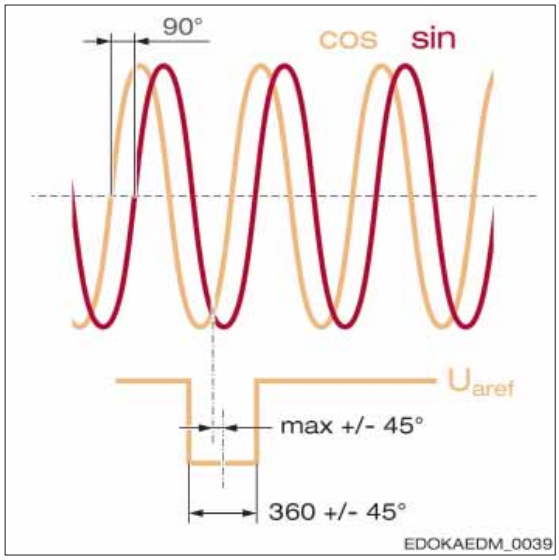


Hystereze a opakovatelnost měřicího systému:

1	Motor	9	Δx_{vlevo}
2	Vodicí kolejnice	10	Vodicí vozík
3	Posuvový otočný šroub I	11	Posuv
4	Δx_{vpravo}	12	Opakovatelnost
5	Vystředěné polohy při pojezdu zprava	13	1. pojezd
6	Hystereze	14	2. pojezd
7	$x_{žád}$	15	3. pojezd
8	Vystředěné polohy při pojezdu zleva		

Najetí na referenční body

Inkrementální odměřovací systémy jako AMS-3B a -4B nemohou po zapnutí zjistit absolutní polohu, proto se vedle stopy inkrementální přiřazuje další magnetická stopa, stopa referenční. Na tuto stopu lze umístit jednotlivý referenční bod, rastr referenčních bodů nebo referenční body kódované vzdáleností. Pro najetí na referenční body systému je nutný jeden referenční pojezd.
Čítač potom může pomocí referenčního signálu změnit interní čítač na předem zadanou hodnotu. Čítač přitom rozpozná předem definované vzájemné umístění inkrementálních signálů, obvykle je to SIN = COS a obě větší než nula, ale také jako dodatečná informace REF = „vysoká“. Obrázek ukazuje invertovaný signál, tzn., že jsou znázorněny negativní hodnoty signálů.

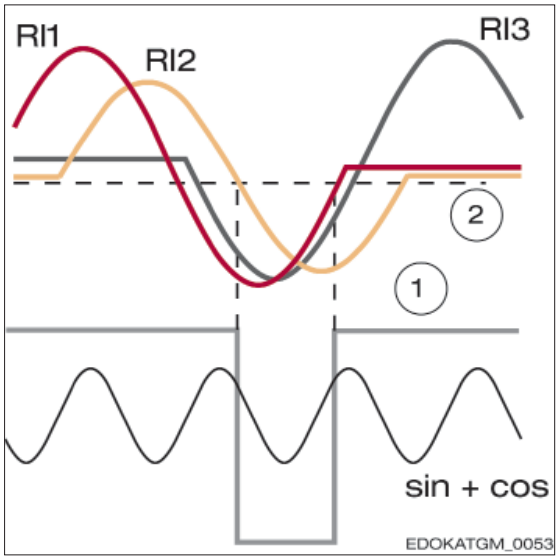


Analogová napěťová rozhraní TSU/TRU/TMU s periodou signálu 200 µm

U_{aref} výstupní napětí referenčního signálu

Jednotlivý referenční bod

Jednotlivý referenční bod představuje nejjednodušší možnost referenční stopy, lze ji umístit na libovolném místě podél pravítka.
U firmy SCHNEEBERGER se referenční bod skládá ze tří referenčních značek, které jsou odečítány pomocí jednotlivého můstku MR bez středění.
Referenční informace reprezentuje stoupající, další pak klesající náběhovou hranu referenčního impulzu. Třetí referenční informace je redundantní a slouží ke zvýšení bezpečnosti funkce rozpoznání referenčních bodů.



1 R_{out}= referenční stopa
2 Threshold

RI1 Referenční bod 1
RI2 Referenční bod 2
RI3 Referenční bod 3

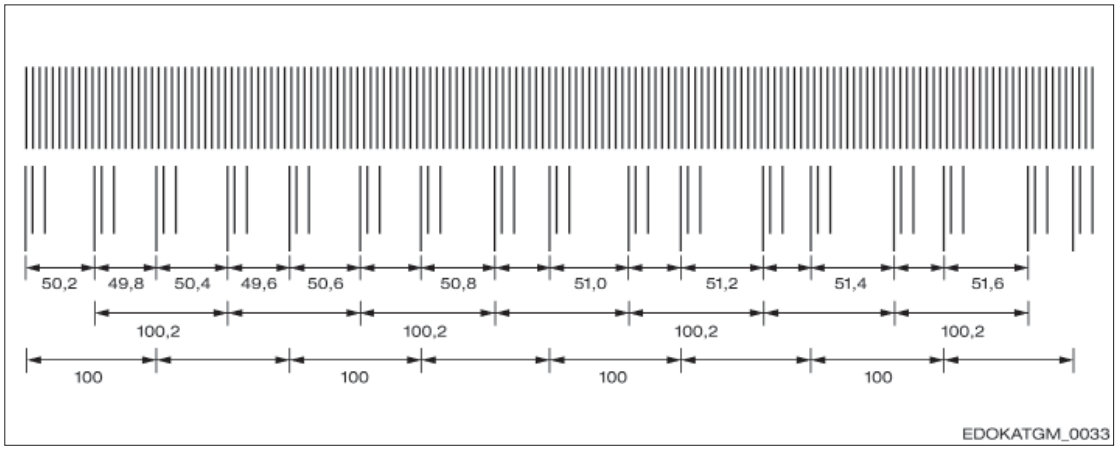
Rozpoznání referenčních bodů

Rastr referenčních bodů

U rastru referenčních bodů je podél pravítka umístěno ve stejných vzdálenostech více referenčních bodů. Zákazník si vybere z těchto referenčních bodů jeden, který využije pro najetí na referenční body v dané ose.
Výhodami rastru oproti jednotlivému referenčnímu bodu jsou jednak zkrácený referenční pojezd, cíleným umístěním externích přídavných prvků (vačky, přibližovací vypínač apod.), ale také možnost provozování více měřicích vozíků na jedné kolejnici. Zde se různým měřicím vozíkům pro dané najetí na referenční body přiřazují různé referenční body podél pravítka.

Kódování vzdáleností

U referenčních bodů kódovaných vzdáleností jsou tyto umístěny na pravítku, aby se každá vzdálenost mezi dvěma referenčními body vyskytnul pouze jednou. Pokud se tedy např. u jednoho lineárního vedení s integrovaným systémem odměřování přejedou na kolejnici tři referenční body, může řízení vypočítat absolutní polohu. Toto představuje průmyslový standard, který je podporován mnoha výrobci řízení. Princip vychází z obrázku. Hodnota 100 se většinou označuje jako základní perioda a představuje vzdálenost, kterou je nutno ujet v nejméně výhodném případě, aby bylo možné najet na referenční body.

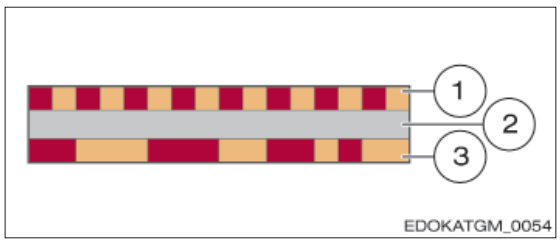


Kódování vzdáleností

Základní perioda určuje maximální kódovatelnou délku. U krátkých os má smysl zvolit základní periodu malou, aby se snížila maximální nutná dráha pojezdu.
Firma SCHNEEBERGER proto nabízí pro své produkty AMS zákaznicky specifické referenční body kódované vzdáleností s různými základními periodami.

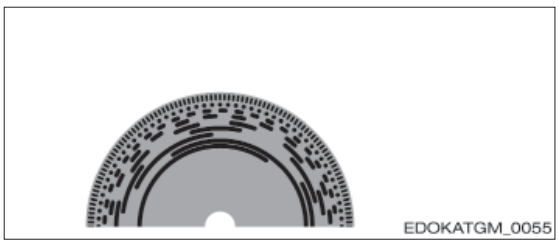
Absolutní kódování

Pro absolutní systémy odměřování se na místo referenční stopy použije stopa s absolutním kódováním. Toto kódování je umístěno na stopě buď sériově, nebo paralelně na více stopách. Teoreticky by bylo možné již jen s touto stopou měřit dráhu, protože je ale rozlišení tohoto kódování relativně malé, je většinou zkombinována absolutně kódovaná stopa s inkrementální stopou. Absolutní kód tak stanoví, ve které periodě signálu se odměřovací systém nachází a jemné rozlišení se získá uvnitř této periody signálu interpolací inkrementálního signálu.
Následující grafika ukazuje příklady kódovaných systémů.



Sériově kódováno

1 Interpolační stopa
2 nezmagnetizovaná oblast
3 absolutní stopa

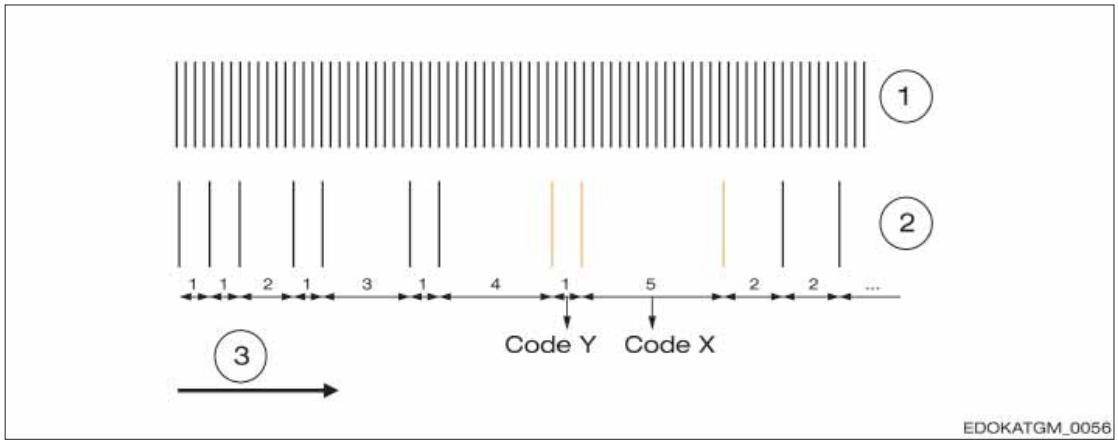


Paralelně kódováno – impulzní kotouč

Absolutní polohu lze stanovit u sériově kódovaných stop pouze porovnáním dvou po sobě jdoucích period signálů.
Aby přesto ke každému okamžiku byla známa absolutní poloha, použijí se dva odlišné postupy.
Jedna možnost je použít senzory, které jsou patřičně dlouhé, aby pokryly kód nezbytný k určení absolutní polohy. Tak můžete v každé poloze určit přímo absolutní polohu.
Jinou možností je zkonstruovat vyhodnocovací elektroniku dvoukanálově. Jeden kanál je i při vypnutém stroji vždy v provozu (zálohováno baterií) a rozpozná každou změnu polohy osy. Při zapnutí stroje se tato nízko rozlišená informace o poloze sloučí s vysoce rozlišenou informací

jiného kanálu na korektní absolutní polohu.

Firma SCHNEEBERGER využívá pro určení absolutní polohy baterií zálohované odečítání. K tomu je jako absolutní stopa umístěna na kolejnici speciální vzdáleností kódovaná referenční stopa. Odměřovací systém zjistí při pojezdu vzdálenost tří sousedních referenčních značek a obdrží díky porovnání zjištěné hodnoty s uloženou matricí momentální absolutní polohu.
V příkladu byly čtecí hlavou přejety tři označené referenční značky a byly odečteny jejich vzdálenosti „1“ (kód Y) a „5“ (kód X). Těmto dvěma naměřeným hodnotám lze přiřadit absolutní polohu „Poz. 1,5“ pouze ve dvoudimenzionální matrici.



Příklad určení polohy díky baterií zálohovanému odečítání:

1	Inkrementální stopa	3	Směr odečítání
2	Referenční stopa		

Jednodimenzionální odchylka odměřování délky

Dvoudimenzionální matrice

Code Y/Code X	1	2	3	4	5	...	
1	Pos 1;1	Pos 1;2	Pos 1;3	Pos 1;4	Pos 1;5	...	
2	Pos 2;1	Pos 2;2	Pos 2;3	Pos 2;4	Pos 2;5	...	
3	Pos 3;1	Pos 3;2	Pos 3;3	Pos 3;4	Pos 3;5	...	
4	Pos 4;1	Pos 4;2	Pos 4;3	Pos 4;4	Pos 4;5	...	
5	Pos 5;1	Pos 5;2	Pos 5;3	Pos 5;4	Pos 5;5	...	
...	...	...	...	...	...	Pos Y;X	

Firma SCHNEEBERGER používá pro kvalifikaci míry postup opírající se o „VDI/VDE 2617 Návod k použití DIN EN ISO 10360-2 ke zkoušení délkových mír“. Hlavním zaměřením je zde dosažení co možná nejvyššího užitku pro zákazníka v technických údajích. U technických dat se používají tři různé údaje k odchylkám délkových mír:

- periodická odchylka
- odchylka délkové míry na dráze 40 mm
- odchylka délkové míry na dráze 1m

Abychom zajistili kvalitu pravítka, vytváříme mezní křivku přípustné odchylky. Mezní křivka a odchylka měření různých vztažných délek, které zákazník typicky používá, jsou vyneseny v diagramu.
Pro odměřovací systémy SCHNEEBERGER je proto dovoleno interpolovat mezi specifikacemi.

Periodické odchylky

Veškeré inkrementální Systémy odměřování polohy doprovází efekt periodické odchylky, jehož vlnová délka odpovídá přesně vzdálenosti dělení nebo zlomku vzdálenosti dělení. Tato periodická odchylka nebo také krátkovlnná odchylka vzniká díky malým odchylkám v senzorice nebo v elektrickém zpracování signálu. Sinusové a kosinové signály se přitom odchylují od matematicky přesné podoby. Podle uspořádání (harmonických) se odchylky rozdělují.

Perioda KWF	Odchylka vzniká díky
1 perioda signálu	offset sinus/kosinus
1/2 periody signálu	amplitudy sinus a kosinus jsou odlišné
1/3 - 1/8 periody signálu	senzory dodávají signál, který se zásadně odchyluje od sinusového tvaru

Chyba interpolace

Vznikají-li periodické odchylky výhradně při digitalizaci a dosažení polohy, pak se mluví o chybě interpolace. Za určitých okolností to snadno může být případ, kdy zapojení vysílače a přijímače spolu přesně nesouhlasí.

Chyba komparátoru

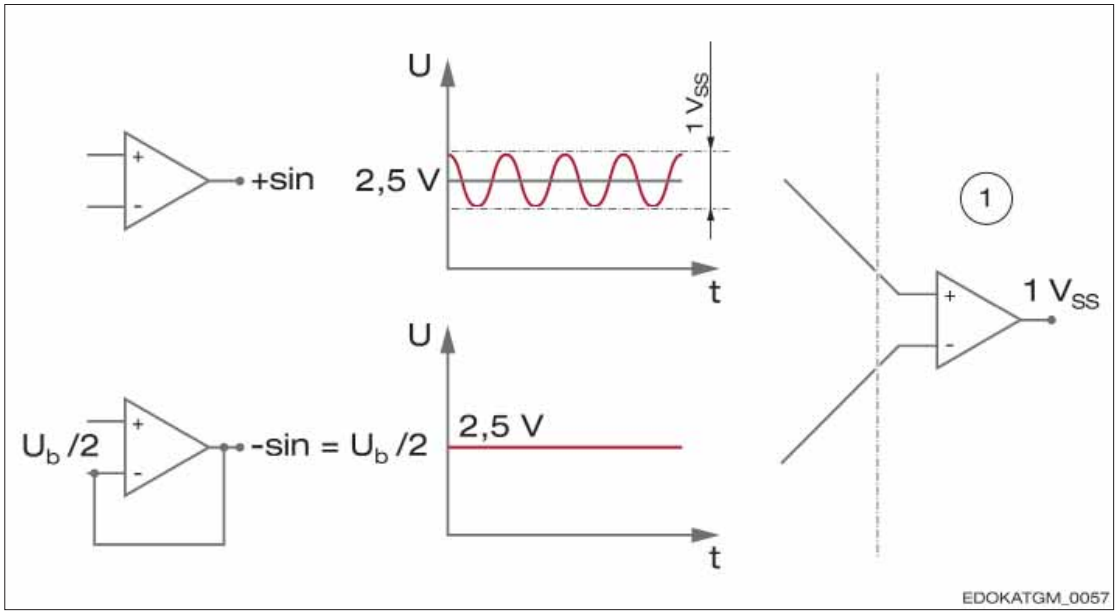
Chyba komparátoru, nazývaná také Abbého chyba, je systematická odchylka, která vzniká, pokud osa podílné normály nelícuje s osou normály dráhy. Příčinami pro odchylku jsou nejmenší rotační pohyby ve vedení osy, které ovlivňují výsledek měření.

3.2. Rozhraní

3.2.1. **Inkrementální rozhraní**

Analogová napěťová rozhraní (V_{SS}), produkty AMSA-3B, AMSA-4B, AMSA-3L

Signály čtecí hlavy u analogových systémů, výstup operačních zesilovačů, diferenciální výstup s pevným vztažným napětím

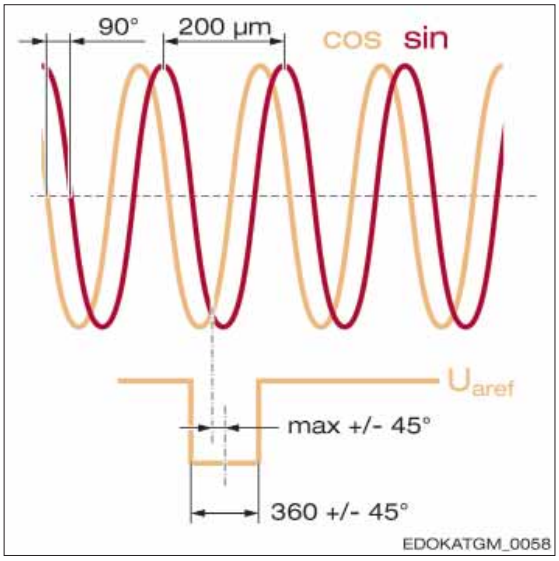


Signály čtecí hlavy u analogových systémů, výstup operačních zesilovačů, diferenciální výstup s pevným vztažným napětím

1	Přijímač	U_b	Můstkové napětí
U	Napětí	V_{SS}	1V napěťová špička
t	čas		

Toto rozhraní zaručuje bezpečný přenos dat, a proto se u inkrementálních měření používá nejčastěji. Inkrementální signály sinus a kosinus jsou posunuty o 90° ve fázové poloze. Perioda signálu leží u 0,2 mm. Úrovně podle diferenčního zesílení inkrementálních signálů a referenčního signálu činí na základě použité napěťové regulace signálu AGX (Automatic-gain-controll) vždy konstantně 1 +/- 0,2 V_{SS}. JPodle řízení leží hranice vypnutí při cca 0,4 V_{SS} až 1,6 V_{SS}.

Referenční impulz je systematicky nastavován k dělicímu bodu sinus a kosinus (při 45°). Šířka a fázová délka referenčního impulzu jsou limitovány, jak je uvedeno na obrázku. Díky tomu lze při vyhodnocování signálu zvýšit přesnost referenčního bodu pomocí dodatečného použití inkrementální informace. Toto rozhraní funguje se všemi dostupnými řízeními, které podporují napěťové rozhraní 1 V_{SS} Zakončovací odpor (vedení) by měl být 120 Ohmů. Maximální délka kabelu čtecí hlavy je 30 m.



Průběh signálu analogového napěťového rozhraní, znázorněno invertovaně, S periodou signálu 200 µm.

Obsazení konektoru

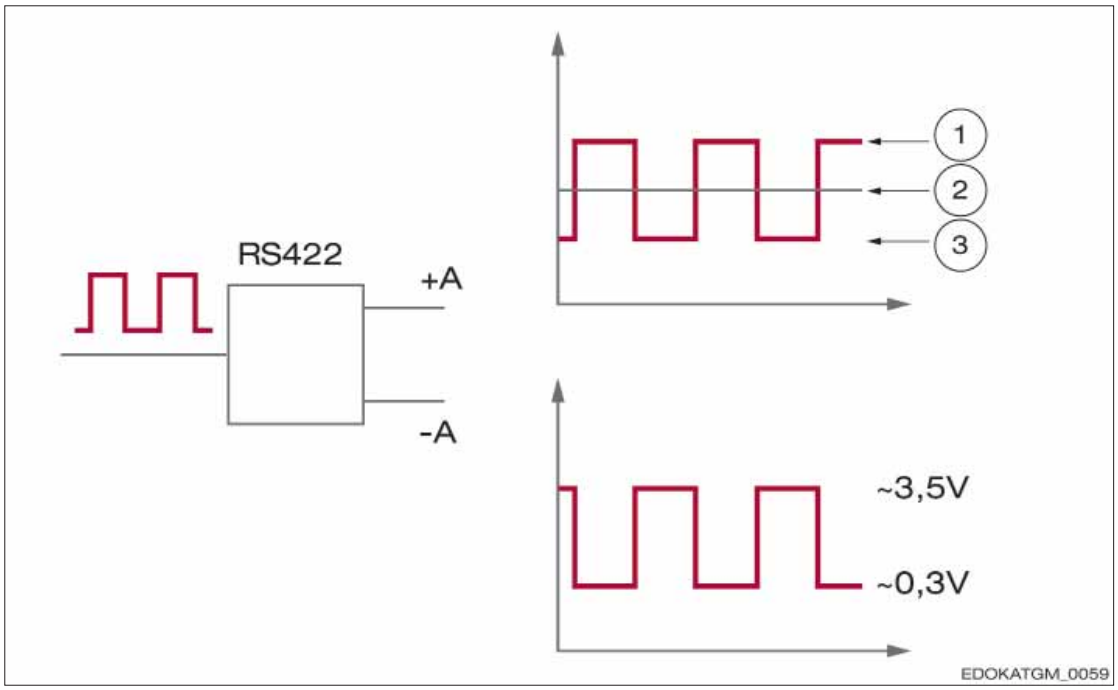
Rozhraní TSU/TRU/TMU

Kontakt	Signál	Druh signálu
1	- Ua2	- kosinus
2	+ 5 V senzor	zpětné vedení napájecího napětí
3	+ Ua0	referenční signál
4	- Ua0	referenční signál
5	+ Ua1	+ sinus
6	- Ua1	- sinus
7	- Uas	NC
8	+ Ua2	+ kosinus
9	-	NC
10	0 V (GND)	napájecí napětí
11	0 V senzor	zpětné vedení napájecího napětí
12	+ 5 V	napájecí napětí

Obsazení konektoru je kompatibilní s mnoha běžnými lineárními systémy.
Obsazení konektoru viz Produktový katalog MONORAIL a AMS firmy SCHNEEBERGER.

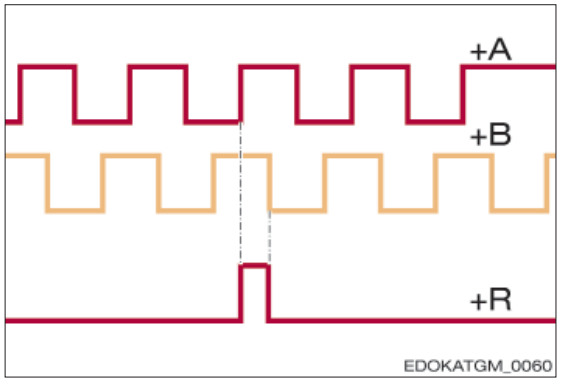
Digitální rozhraní, produkty AMSD-3B a AMSD-4B

Plně diferenciální rozhraní podle EIA-RS 422.
U rozhraní digitálních čtecích hlav se používá pár vodičů k přenosu signálů A+, ale také invertovaných signálů A-. Stejným způsobem se diferenciálně přenáší B+, B- a referenční signály R+ a R-. Používá se přitom výstupní driver DS34C87TM od National Conductor.
Výhoda diferenciálního přenosu spočívá v tom, že odolnost proti rušení bude zvýšena symetrickým přenosem s protifázovými signály.



Digitální systémy:
1 high Mode
2 common Mode
3 low Mode

Na obrázku jsou znázorněny pozitivní signály. Úroveň jednotlivých signálů činí:
High = 2,5 V- 5V
Low = 0 V- 0,5 V
Doby vzrůstu a poklesu jsou kratší než 20 ns. Minimální vzdálenosti náběhových hran (x) se vypočítají z nastavené maximální výstupní frekvence a rozlišení. Sledovací elektronika musí být schopná zpracovat maximální výstupní frekvenci. Max. nastavitelná frekvence čtecí hlavy je 8 MHz. Rozlišení lze nastavit od 0,2 µm/1µm/5µm.



Průběh signálů digitálního rozhraní

Obsazení konektoru

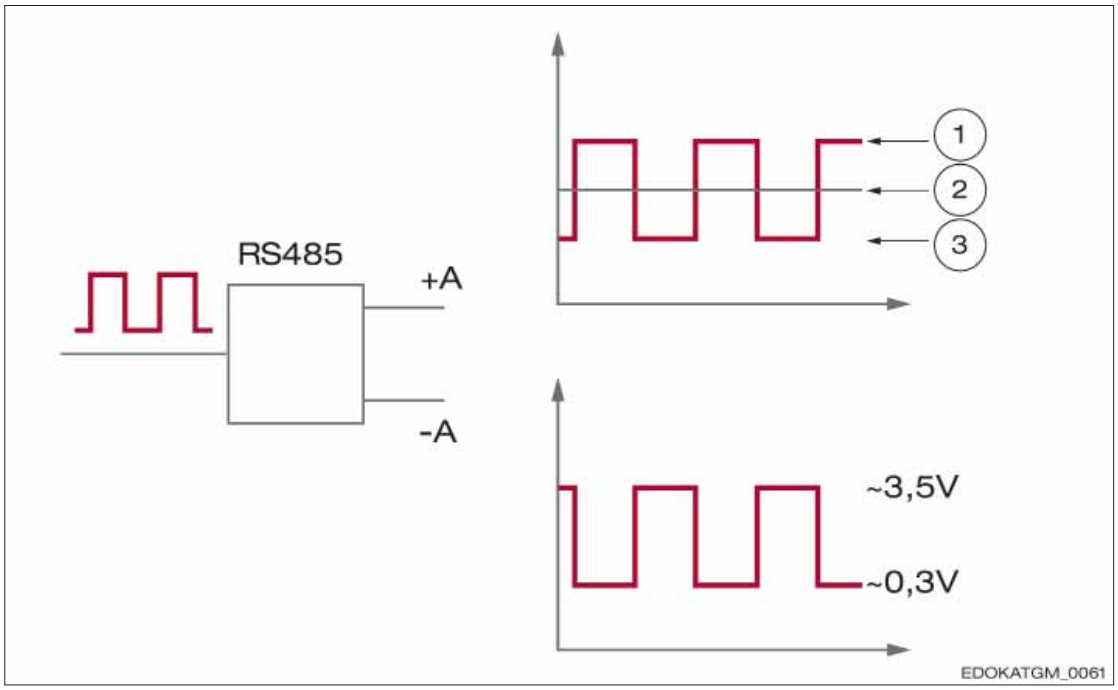
Rozhraní TSD/TRD/TMD

Kontakt	Signál	Druh signálu
1	- Ua2	kvadraturní signáll
2	+ 5 V senzor	zpětné vedení napájecího napětí
3	+ Ua0	referenční signálsynchro-nizován
4	- Ua0	referenční signál synchro-nizován
5	+ Ua1	kvadraturní signál
6	- Ua1	kvadraturní signáll
7	- 0as	poruchový signál aktiv low, minimální doba trvání 20 ms
8	+ Ua2	kvadraturní signál
9	-	NC
10	0 V (GND)	napájecí napětí
11	0 V Sensor	zpětné vedení napájecího napětí
12	+ 5 V	napájecí napětí

3.2.2. **Absolutní rozhraní**

Produkty AMSABS-3B a AMSABS-4B

Signály budou přeneseny plně diferenciálně podle standardního EIA - RS 485. Používá se přitom výstupní driver SN75LBC175AD od Texas Instruments.



Absolutní rozhraní:

1	high Mode	3	low Mode
2	common Mode		

Používá se pár vodičů k přenosu invertovaného signálu i neinvertovaného signálu. Na přijímači se z rozdílu obou napěťových úrovní vytvoří původní signál díky vytvoření rozdílu. Výhoda tohoto datového přenosu spočívá ve zvýšené odolnosti proti rušení.

Má se použít Uzavírací odpor 120 Ohmů.

Obsazení konektoru

RS 485 stanovuje pouze elektrické vlastnosti rozhraní. Protokoly a obsazení konektoru jsou specifické podle aplikace. Firma SCHNEEBERGER používá pro absolutní rozhraní toto obsazení konektoru:

Obsazení konektoru

Rozhraní TRH/TMH

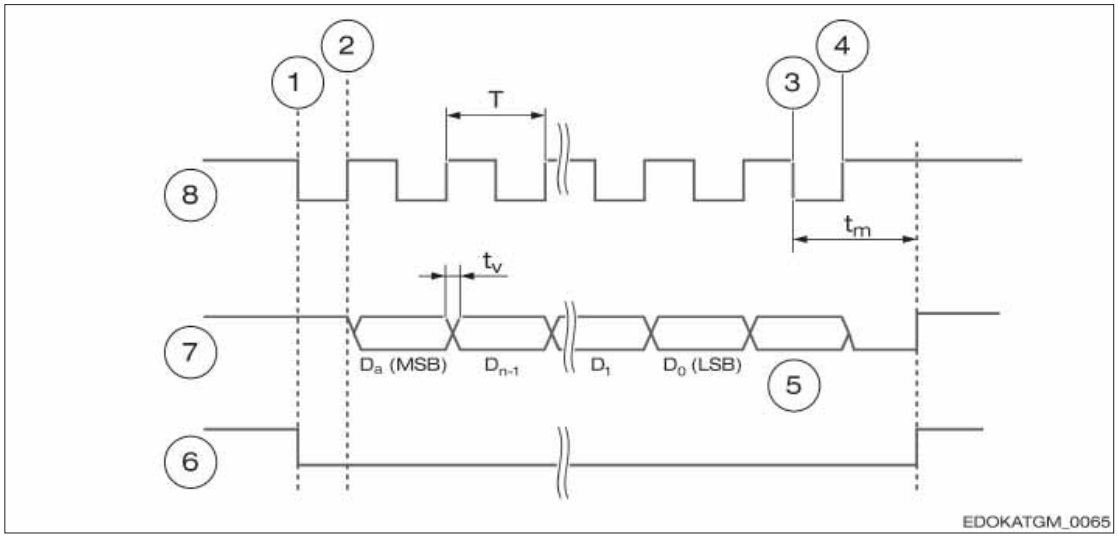
Kontakt	Signál	Druh signálu
1	+ 5 V Senzor	zpětné vedení napájecího napětí
2	-	NC
3	-	NC
4	0 V Senzor	zpětné vedení napájecího napětí
5	-	NC
6	-	NC
7	+ 5 V nebo 24	V napájecí napětí
8	+CLK	+ Takt
9	-CLK	- Takt
10	0 V (GND)	napájecí napětí
11	-	NC
12	+ Ua2	+ Kosinus
13	- Ua2	- Kosinus
14	+ DATA	+ Data
15	+ Ua1	+ Sinus
16	- Ua1	- Sinus
17	- DATA	- Data

Firma SCHNEEBERGER nabízí pro produkty AMSABS přenosové protokoly SSI a SSI + 1 V_{SS} .

Sériové synchronní rozhraní (SSI)

Sériové synchronní rozhraní se skládá ze dvou kanálů (2x2 vodiče „twisted pair“). První kanál (takt) přenáší taktovací signál ze sledovací elektroniky k odměřovacímu systému. Druhý kanál (data) přenáší k tomu synchronně z odměřovacího systému ke sledovací elektronice informaci odměřovacího systému ve formě datových slov. Každé datové slovo se skládá až z 32 bitů, které obsahují úplnou absolutní polohu, která je znázorněna v binárním nebo Grayově kódu, a jako opci až tři konfigurovatelné speciální bity (bity3, 2 a 1). Jeden speciální bit může obsahovat chybový, výstražný nebo paritní bit. Poruchy tak lze snadněji rozpoznat a systém provozovat bezpečněji. Tento produkt lze připojit na obchodně obvyklé řízení se synchronně sériovým rozhraním.

Přenos polohy probíhá následovně:
Sledovací elektronika dává spolu s první náběhovou hranou v taktovacím signálu (1) příkaz k zahájení přenosu dat (2) do odměřovacího systému. S každou následující rostoucí náběhovou hranou taktu se nyní zprostředkuje jeden datový bit z odměřovacího systému do sledovací elektroniky. Po přenosu posledního bitu, „Least significant Bit“, končí přenos dat a takt je zastaven. Datový signál je nyní na definovanou dobu tm na „low“ a na konec skočí na „high“. Teprve s další rostoucí náběhovou hranou (4) lze zahájit nový přenos dat.

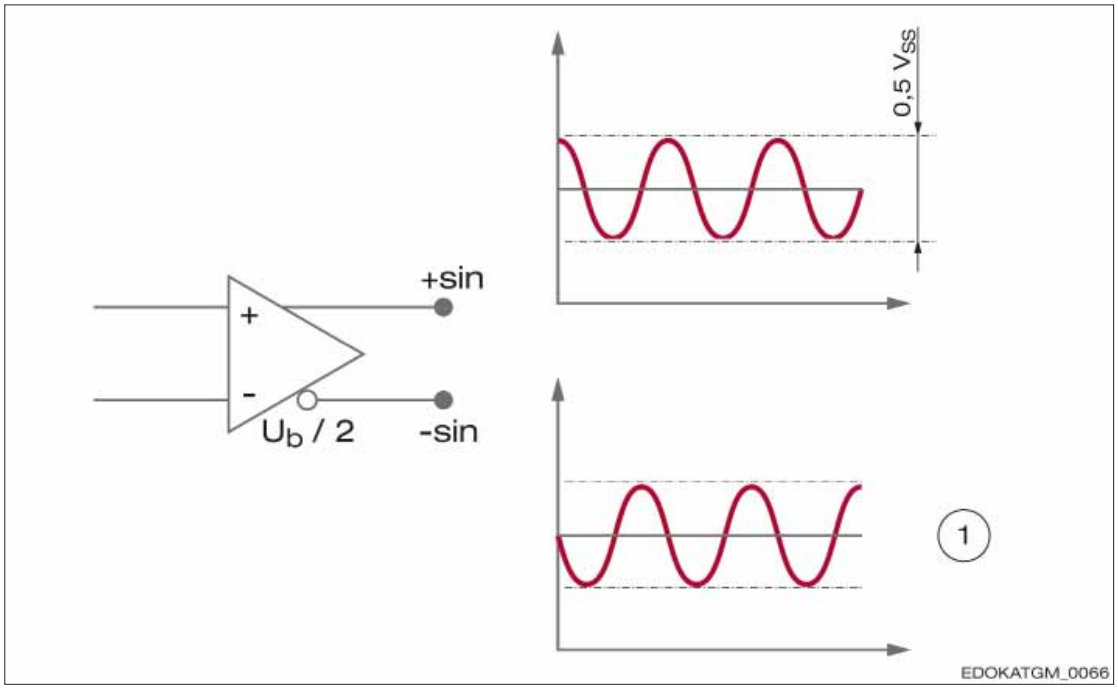


Příklad přenosu polohy:

1	první klesající náběhová hrana v taktovacím signálu	7	data sériově
2	zahájení přenosu dat	8	Takt
3	poslední klesající náběhová hrana v taktovacím signálu		
4	následující rostoucí náběhová hrana	T	doba periody taktovacího signálu
5	Speciální	t_m	doba Monoflop (mezi 10 µs a 3 µs)
6	Monoflop P/$\overline{S}$	t_v	100 ns

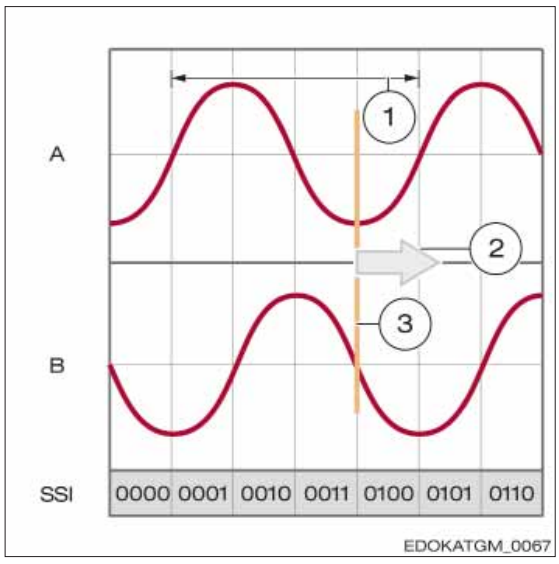
Sériové synchronní rozhraní s analogovým signálem (SSI + 1 V_{SS})

Sériové synchronní rozhraní s analogovým signálem se odlišuje od jiných absolutních rozhraní tím způsobem, že se v principu skládá z jednoho inkrementálního a jednoho digitálního rozhraní. Inkrementální signály se používají k vysoce přesnému zjištění polohy. Absolutní informace slouží k určení hodnot polohy. Inkrementální a absolutní určení polohy se provádí v oddělených spínacích částech.
Tím je možné stálé porovnávání obou signálů. Díky redundantnímu zpracování signálů se podstatně zvýší funkční bezpečnost systému.



AMSABS
1 není normováno
U_b můstkové napětí

Průběh signálu synchronních sériových rozhraní s analogovým signálem, spojení mezi hodnotami SSI a analogovými signály:

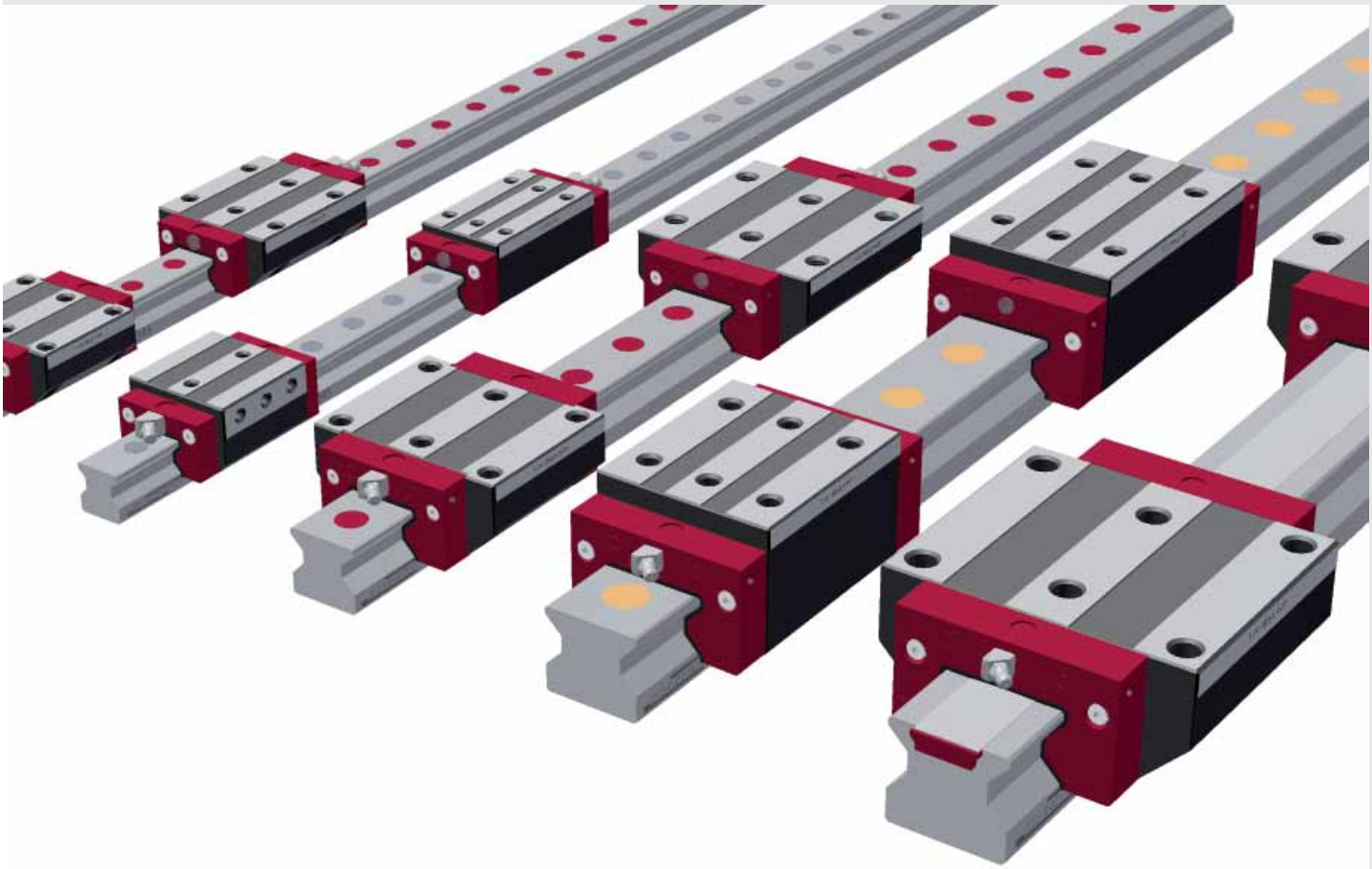


1 perioda signálu 360° elektricky
2 směr při vzrůstajících hodnotách
3 poloha nulové polohy absolutní hodnoty SSI

Znázornění pro 11-bitový Multiturn a 2-bitový Suingleturn, při 4 kvadrantovém vyhodnocení.
Stopa A, stopa B a hodnota SSI s 11–bitovým Multiturnem a 2-bitovým Singleturnem (4 kvadranty/perioda)

Sinus a kosinus se vyskytují v každé periodě, hodnota Singleturn je potom vždy 0. V řízení se oba poslední bity odříznou, počítá se jenom Multiturn a vysoko rozlišující část Singleturn se vloží. Seznamy parametrů pro použití se specifickými řízeními lze získat na vyžádání.

4 Vývoj a design
Vedení



SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY

Obsah

4 Vývoj a design: Vedení 81

4.1. Faktory ovlivňující výběr produktu 85
4.1.1. Výběr produktu 85
4.1.2. Ovlivňující faktory 85

4.2. Porovnání kulička – váleček 86
4.2.1. Vlastnosti 86
4.2.2. Oblasti použití 87

4.3. Konstrukční tvary vodicích kolejnic 88
4.3.1. Konstrukční tvary vodicích kolejnic – přehled 88
4.3.2. Vlastnosti a kritéria výběru 90

4.4. Konstrukční tvary vodicího vozíku 93
4.4.1. Konstrukční tvary vodicího vozíku – Přehled 93
4.4.2. Vlastnosti a kritéria výběru 95

4.5. Předpětí 97
4.5.1. Definice a účel 97
4.5.2. Třídy předpětí 98
4.5.3. Oblasti použití 98

4.6. Přesnost 100
4.6.1. Třídy přesnosti 100
4.6.2. Rozměrové tolerance 101
4.6.3. Přesnost chodu 105

4.7. Druhy vestaveb systémů vedení 106
4.7.1. Kritéria výběru 106
4.7.2. Varianty vestavby 106

4.8. Výpočet a dimenzování 109
4.8.1. Základy 109
4.8.2. Výpočet životnosti 111
4.8.3. Výpočet statické nosné bezpečnosti S_0 114
4.8.4. Výpočtový program pro dimenzování MONORAIL 114
4.8.5. Příklad datového dokladu pro stůl X/Y 116
4.8.6. Příklad strojního náčrtku pro stůl X/Y 117

4.9. Upevnění vodicí kolejnice 119
4.9.1. Druhy upevnění 119
4.9.2. Kolejnicové opce 119
4.9.3. Zaslepovací prvky pro upevňovací otvory 120
4.9.4. Tolerance délky vodicích kolejnic a upevňovacích otvorů pro vodicí kolejnice konstrukčních tvarů N, ND, NU, NUD, C a CD 122
4.9.5. Povolené utahovací momenty šroubů 122
4.9.6. Povolené boční síly bez dorazové plochy 123
4.9.7. Povolené tahové síly a příčné momenty 124
4.9.8. Přesnost – faktory vlivu 124

4.10. Vícedílné vodicí kolejnice 125
4.10.1. Složené vodicí kolejnice a styky 125
4.10.2. Montáž a označení 125

4.11. Upevnění vodicích vozíků 126
4.11.1. Druhy upevnění 126
4.11.2. Boční dorazové plochy 127

Obsah

4.11.3. Přípustná boční síla bez dorazové plochy 127
4.11.4. Vliv počtu upevňovacích šroubů na tuhost....128
4.11.5. Dodatečné utahovací momenty šroubů....128
4.11.6. Minimální hloubka zašroubování....129

4.12. Uspořádání připojovací konstrukce....130
4.12.1. Boční dorazové plochy 130
4.12.2. Metody vyrovnání kolejnic 131
4.12.3. Boční dorazové plochy 131
4.12.4. Druhy vestaveb 132
4.12.5. Přesnost tvaru a polohy dorazových plochn....134

4.13. Mazání....137
4.13.1. Mazání ve stavu dodání 137
4.13.2. První plnění a dodatečné mazání....137
4.13.3. Životnostní mazání....138
4.13.4. Bezpečnostní opatření 138
4.13.5. Mazací přívody....139
4.13.6. Mazání tukem....142
4.13.7. Mazání olejem 143
4.13.8. Aplikační vědomosti o mazání – Požadavky na mazání za speciálních podmínek provozu 144
4.13.9. Mazací destička SPL....150

4.14. Těsnění 152
4.14.1. Standardní těsnění....152
4.14.2. Přídavný stěrač 154
4.14.3. Měchy 156
4.14.4. Oblasti použití, Těsnicí systémy....160

4.15. Ochrana proti korozi....161
4.15.1. Vrstvy 161
4.15.2. MONORAIL BM in Edelstahlausführung (WR, SR)....162

4.16. Přídavné funkce aretace a brzdy....165
4.16.1. Aretační a brzdicí elementy – konstrukce a oblasti použití....165
4.16.2. Druhy konstrukcí aretačních a brzdicích prvků....165
4.16.3. Přehled konstrukčních tvarů 166

4.17. SCHNEEBERGER-Download a online katalog CAD....167
4.17.1. SCHNEEBERGER Downloads....167
4.17.2. Online katalog CAD....167

4.1. Faktory ovlivňující výběr produktu

4.1.1.
Výběr produktu

Výběr vedení SCHNEEBERGER MONORAIL se provádí ve více krocích. Je přitom nutno stanovit následující parametry.

- druh vedení váleček – kulička
- přídavné funkce odměřování, pohánění
- konstrukční velikost a počet vodicích vozíků resp. vodicích kolejnic
- konstrukční tvar vodicích kolejnic a vodicích vozíků
- třída přesnosti
- druh mazání a přívody
- příslušenství vodicích kolejnic a vodicích vozíků
  - ochranné prvky (stěrače, měchy)
  - zaslepovací prvky pro vodicí kolejnice (záslepky, krycí páska)
  - příslušenství k mazání
  - aretační/brzdicí prvky

4.1.2.
Ovlivňující faktory

Výběr vhodného vedení závisí na požadavcích aplikace, podmínkách použití a vnějších vlivech. Tyto faktory je nutno stanovit na začátku výběru produktu.

Aplikace

- druh použití
- přídavné funkce, odměřování, pohánění, brzdění
- požadovaná přesnost a tuhost
- druh pohonu
- vestavná poloha a vestavný prostor
- délka zdvihu
- pohybované hmotnosti

Provozní podmínky

- síly
- rychlost a zrychlení
- posuvy, krátký zdvih
- provozní doby a cykly
- chladicí maziva, třísky
- údržba

Okolní podmínky

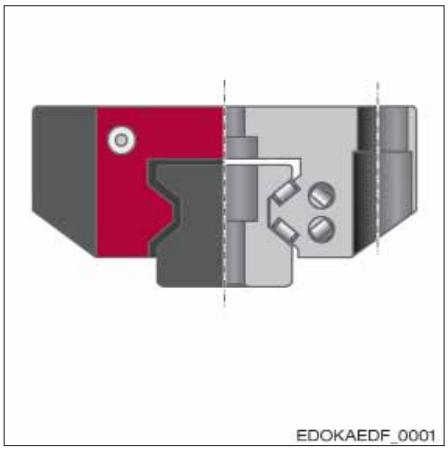
- nečistoty
- teplota
- vlhkost
- čistý prostor (cleanroom) nebo vakuum

4.2. Porovnání kulička – váleček

4.2.1.
Vlastnosti

Podle aplikace jsou na vedení SCHNEEBERGER MONORAIL kladeny různé požadavky. Výhody válečkových vedení se dostávají ke slovu hlavně u aplikací, u nichž je požadována vysoká nosnost a tuhost, ale také dlouhá životnost nebo u aplikací s omezeným prostorem pro vestavbu. Výhody kuličkových vedení leží na základě nižší hmotnosti u dynamických aplikací, tzn. u vyšších rychlostí a zrychlení nebo při vyšších požadavcích na šíření hluku a posuvnou sílu. Kromě toho nabízejí nákladové výhody oproti válečkovým i optimální přizpůsobení konstrukčním okolnostem na základě větší konstrukční rozmanitosti.

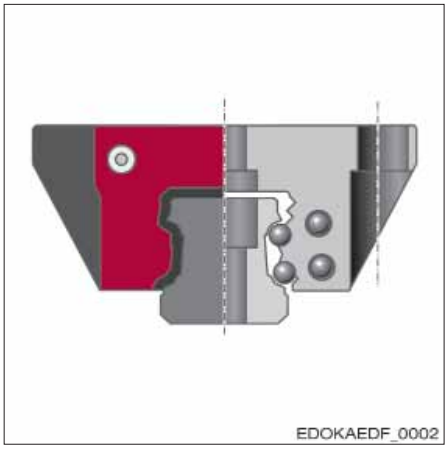
Válečky MONORAIL MR


EDOKAEDF_0001

Technické vlastnosti:
– vodící dráhy s geometrií O, válečky se soudečkovým tvarem
– kompletně utěsněné vozíky
– hlavní rozměry podle DIN 645-1
– rozmanitá provedení a možnosti mazání
– početné příslušenství pro široké spektrum aplikací

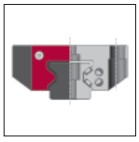
Hlavní oblasti využití:
Obráběcí stroje pro vysoké obráběcí výkony a dlouhou dobu životnosti, stroje/zařízení s minimálními vestavnými rozměry, CNC obráběcí centra, CNC brusky, elektroerozívní stroje, vstřikovací lisy

Kuličkový MONORAIL BM


EDOKAEDF_0002

Technické vlastnosti:
– 4 vodící dráhy s 2-bodovým kontaktem v geometrii O,
– optimalizovaná geometrie dráhy s nízkým počtem přechodů,
– nízký počet jednotlivých dílů,
– redukovaná údržba díky integrovanému rezervoáru maziva,
– kompletní utěsnění vodicích vozíků,
– trapézový profil vodicích kolejnic pro vysokou tuhost a zjednodušenou výměnu spotřebních dílů,
– hlavní rozměry podle DIN 645-1.

Hlavní oblasti využití:
Obráběcí stroje pro malé a střední výkony u třískového obrábění, pomocné osy, dřevoobráběcí stroje,
stroje na zpracování plechu, zařízení na řezání vodním paprskem/laserem, razicí lisy, robotika, manipulátory a automatizační technika, elektronika a polovodičová technika, měřicí technika, lékařská technika



Parametr	Válečkový MONORAIL MR	Kuličkový MONORAIL BM
Nosnost	••••	••
Tuhost	••••	•••
Přesnost	••••	••••
Životnost	••••	•••
Vlastnosti chodu/ pulzování	••	••••
Třecí chování	••	••••
Povolené rychlosti	•••	••••
Montáž a servisní přívětivost	•••	••••
Požadavky na přesnost a tuhost okolní konstrukce	vysoké	střední
Integrovaný systém odměřování délky	ano	ano
Integrovaný ozubený hřeben	ne	ano

Poznámka: • = uspokojivé, •••• = velmi dobré

4.2.2.
Oblasti použití

Válečková lineární vedení

se typicky používají v

- obráběcích strojích pro vysoké výkony třískového obrábění a dlouhou životnost
- strojích a zařízeních s minimálními vestavnými rozměry
- obráběcích centrech
- vrtacích centrech, horizontky, vyvrtávačky
- CNC soustruzích
- CNC bruskách
- elektroerozívních strojích
- vstřikovacích lisech
- tvářecích strojích

Kuličková lineární vedení

se například používají v

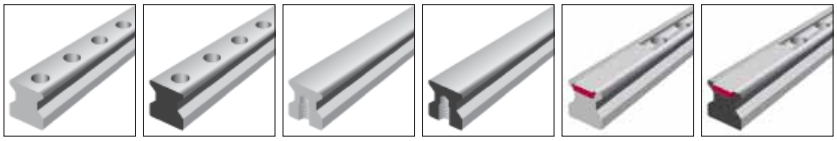
- obráběcích strojích pro malé a střední výkony u třískového obrábění
- pomocných osách
- dřevoobráběcích strojích
- strojích na zpracování plechu
- zařízeních na řezání vodním paprskem/laserem
- razicích lisech
- robotice
- manipulátorech a automatizační technice
- elektronice a polovodičové technice
- měřicí technice
- lékařská technice

4.3. Konstrukční tvary vodicích kolejnic

4.3.1.
Konstrukční tvary vodicích kolejnic – přehled

Konstrukční tvary vodicích kolejnic se odlišují hlavně druhem upevnění, které také definuje zaslepovací možnosti pro upevňovací otvory. Vedle toho existují ještě různé vzdálenosti otvorů a metody kalení. Tabulka udává přehled o konstrukčních tvarech pro MONORAIL MR s válečky a MONORAIL BM/BZ s kuličkami.Dostupné konstrukční velikosti viz produktový katalog MONORAIL a AMS od firmy SCHNEEBERGER.

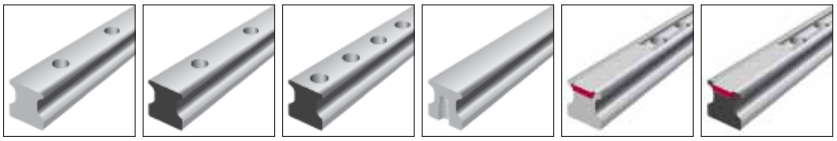
Přehled vodicích kolejnic MR



Konstrukční velikosti/ konstr.tvary vodicích kolejnic	**N** standard	**ND** standard, prokaleno	**NU** se závitem odspodu	**NUD** se závitem odspodu, prokaleno	**C** pro krycí pásek	**CD** pro krycí pásek prokaleno
Velikost 25	MR S 25-N	MR S 25-ND	MR S 25-NU		MR S 25-C	MR S 25-CD
Velikost 35	MR S 35-N	MR S 35-ND	MR S 35-NU	MR S 35-NUD	MR S 35-C	
Velikost 45	MR S 45-N	MR S 45-ND	MR S 45-NU		MR S 45-C	
Velikost 55	MR S 55-N		MR S 55-NU		MR S 55-C	
Velikost 65	MR S 65-N		MR S 65-NU		MR S 65-C	
GVelikost 100	MR S 100-N					
Mimořádné vlastnosti						
k našroubování seshora	•	•			•	•
k našroubování zezdola			•	•		
nižší montážní náklady			•	•	•	•
velké jednodílné systémové délky	•		•		•	
pro použití při ostřelování třískami				•		
k podepření krytů		•		•		

Poznámka: • = vhodné

Přehled produktů BM vodicích kolejnic



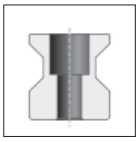
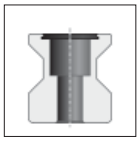
Konstrukční velikosti/ konstr.tvary vodicíchkolejnic	**N** standard	**ND** standard, prokaleno	**NXD** standard, poloviční vzdálenost prokaleno	**NU** se závitem ods-podu otvorů	**C** pro krycí pásek	**CD** pro krycí pásek prokaleno prokaleno
Velikost 15		BM S 15-ND	BM S 15-NXD			BM S 15-CD
Velikost 20	BM S 20-N			BM S 20-NU	BM S 20-C	
Velikost 25	BM S 25-N			BM S 25-NU	BM S 25-C	
Velikost 30	BM S 30-N			BM S 30-NU	BM S 30-C	
Velikost 35	BM S 35-N			BM S 35-NU	BM S 35-C	
Velikost 45	BM S 45-N			BM S 45-NU	BM S 45-C	
Mimořádné vlastnosti						
k našroubování seshora	•	•	•		•	•
k našroubování zezdola				•		
nižší montážní náklady				•	•	•
vysoce přesná montáž bez bočních dorazů			•			
velké jednodílné systémo-vé délky	•			•	•	
k podepření krytů		•	•			

Poznámka: • =vhodné

4.3.2.
Vlastnosti a kritéria výběru

Upevnění

U vodicích kolejnic se rozlišují dva hlavní druhy upevnění.
Standardní kolejnice -N- a kolejnice pro krycí pásek -C- mají průchozí otvory k upevnění seshora. U kolejnic N se otvory uzavírají záslepkami, u kolejnic C krycím páskem.
Vedle toho existují také kolejnice s vyvrtanými závity na spodní straně k upevnění odspodu. Tyto kolejnice jsou označeny -U- a také nejsou nutné žádné zaslepovací prvky pro otvory ve vodicích kolejnicích. Hlavně se používají u uzavíracích konstrukcí s přístupností ze spodní strany, pro cenově výhodnou montáž a pro dlouhou životnost stěračů.
Přípona -D- označuje prokalenou vodicí kolejnici, -X- u kolejnic MR označuje dvojitý, u kolejnic BM poloviční vzdálenost upevňovacích otvorů.

Konstrukční tvar/ upevnění	N, ND	C, CD	NU, NUD	NX (BZ)				
odshora	•	•						
zespodu			•					
ze strany				•				

Poznámka: • = vhodné

Jako čtvrtá varianta existují vodicí kolejnice s bočním upevněním. To se použije u ozubených systémů MONORAIL BZ. Zde jsou upevňovací otvory mimo oblast pohybu vodicího vozíku s tou výhodou, že otvory jsou velmi dobře přístupné a pro ochranu stěračů nemusí být uzavřeny.

Délky kolejnic

Maximální jednodílné délky vodicích kolejnic L3

Kolejnice MONORAIL se vyrábí v jednodílných maximálních délkách podle následující tabulky. Delší vodicí kolejnice se skládají z více spojených dílčích kusů, přičemž styky leží vždy uprostřed mezi dvěma upevňovacími otvory.
Konce kolejnic u dílců, které se vzájemně stýkají, jsou čelně broušené a mají ostré hrany. Konce kolejnic ležící venku a konce jednodílných vodicích kolejnic jsou čelně oddělené a zbavené otřepů.

Maximální jednodílné délky vodicích kolejnic L3 (délky v mm)

Konstrukční tvar/metoda kalení		20	25	30	35	45	55	65
MR								
indukčně jednodílný			6000*		6000	6000	6000	6000
indukčně vícedílný			4000*		4000	4000	4000	4000
prokalený			2000		2000	2000	1800	1800
BM								
indukčně jednodílný		3000	6000	6000	6000	6000		
indukčně vícedílný		3000	4000	4000	4000	4000		
prokalený	1500							
BZ								
Indukčně			6000		6000			

Poznámka:* MR 25 – vodicí kolejnice C pro krycí pásek MAC max. 3000 mm

Standardní délky vodicích kolejnic

Standardní délky vodicích kolejnic činí pro MONORAIL MR a BM

$$L3 = n \cdot L4 - 2\ mm$$

EDOKAEDF_0216

L3 délka kolejnice (mm)
n = 3, 4, 5...
L4 dělení otvorů (mm)

pro MONORAIL BZ

$$L3 = n \cdot L4$$

EDOKAEDF_0217

L3 délka kolejnice (mm)
n = 3, 4, 5...
L4 dělení otvorů mm)

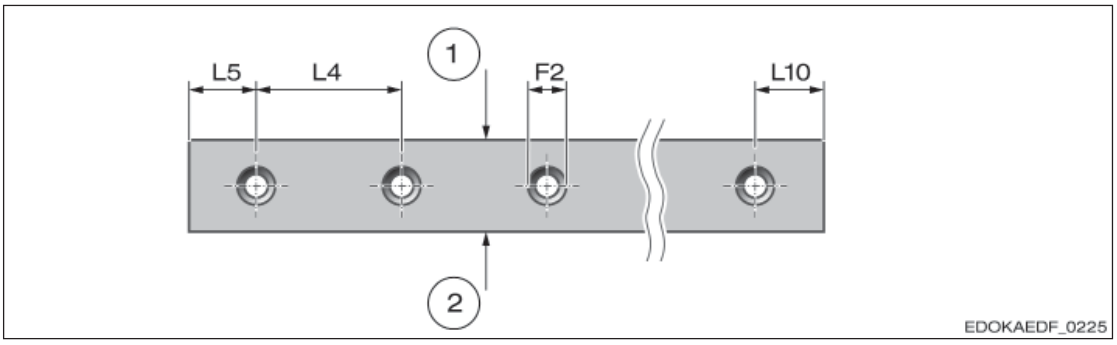
Vodicí kolejnice ve speciálních délkách

U odchylek od výše uvedených standardních délek vodicích kolejnic se délka vodicí kolejnice pro MONORAIL MR a BM vypočte podle následujícího vzorce:

$$L3 = n \cdot L4 + L5 + L10$$

EDOKAEDF_0218

L3 délka kolejnice (mm)
n = 3, 4, 5...
L4 dělení otvorů (mm)
L5 vzdálenost počátečních otvorů (mm)
L10 vzdálenost koncových otvorů (mm)



Vodicí kolejnice:

1	Strana s popisy	L4	Dělení otvorů (mm)
2	Dorazová strana	L5	Vzdálenost počátečních otvorů (mm)
F2	Průměr zapuštění (mm)	L10	Vzdálenost koncových- otvorů (mm)

K tomu by měly být dodrženy pro vzdálenost počátečních otvorů L5 a pro vzdálenost koncových otvorů L10 následující hodnoty:

$$L5_{max}, L10_{max} = L4 - (F2/2 + 1\ mm)$$

EDOKAEDF_0219

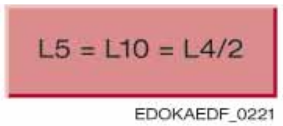
L5 Vzdálenost počátečních otvorů (mm)
L10 Vzdálenost koncových- otvorů (mm)
L4 Dělení otvorů (mm)
F2 Průměr zapuštění (mm)

$$L5_{min}, L10_{min} = F2/2 + 1\ mm$$

EDOKAEDF_0220

L5 Vzdálenost počátečních otvorů (mm)
L10 Vzdálenost koncových- otvorů (mm)
F2 Průměr zapuštění (mm)

U MONORAIL BZ platí pro L5 a L10 pevné hodnoty:



EDOKAEDF_0221

L5 Vzdálenost počátečních otvorů (mm)
L10 Vzdálenost koncových- otvorů (mm)
L4 Dělení otvorů (mm)

Tvrdost povrchu

Standardně jsou boční plochy a dráhy vodicích kolejnic MONORAIL indukčně zakaleny. Tyto vodicí kolejnice se doporučují pro normální aplikace, pro velká systémová zařízení, a pokud mají být dodatečně vyvrtány otvory do vodicí kolejnice, např. pro zalícované kolíky nebo k upevnění měchu.
Pro případ, že bude zapotřebí zakalená horní strana vodicí kolejnice, např. podepření kluzáku pro kryty, nebo protože se vodicí kolejnice použijí v otevřeném upínacím prostoru, lze získat také prokalené varianty. U konstrukčních tvarů ND, NUD a CD znamená „D“ prokalení.

Kryty vodicích kolejnic

Podle konstrukčních tvarů vodicí kolejnice lze otvory ve vodicí kolejnici uzavřít různými způsoby. Firma SCHNEEBERGER k tomu nabízí velký počet prvků pro každý aplikační případ. Následující tabulka podává přehled o nabízených variantách a jejich specifické vlastnosti:

Kryty vodicích kolejnic

Konstrukční tvary vodicích kolejnic/objednací kód	Kolejnice U	Plastové zátky	Mosazné zátky	Ocelové zátky	Krycí pásek
MONORAIL MR	•	MRK	MRS	MRZ	MAC
MONORAIL BM	•	BRK	BRS		BAC
MONORAIL BZ		BRK			
Vlastnosti					
Náklady					
nízké	•	•			
střední			•		
vysoké				•	•
Montážní náklady					
nízké	•				•
střední		•		•	
vysoké			•		
Volný prostor u konců vodicích kolejnic nutný					•
Znovu použitelné					•
Vysoká mechanická zatížitelnost	•		•	•	
Podmínky použití					
Kapaliny	•	•	•	•	
Nečistota, jemná	•	•	•		•
Třísky, hrubé	•	•	•	•	
Horké částice	•		•	•	•
Demontovatelnost					
střední				•	
dobrá			•		
velmi dobrá		•			•

Poznámka: • = vhodné, * = upevnění zespodu – není nutné zakrytí kolejnice

4.4. Konstrukční tvary vodicího vozíku

4.4.1. Konstrukční tvary vodicího vozíku – Přehled

Při výběru konstrukčního tvaru vodicího vozíku mají význam vedle nosnosti především druh upevnění a konstrukční prostor, který je k dispozici. Tabulka podává přehled o konstrukčních tvarech pro MONORAIL MR s válečky a MONORAIL BM s kuličkami.
Dostupné konstrukční velikosti viz Produktový katalog MONORAIL a AMS firmy SCHNEEBERGER. Všechny konstrukční tvary vodicího vozíku odpovídají svými vnějšími rozměry a polohou mazacích otvorů normě DIN 645 a jsou proto zaměnitelné.

Přehled produktů BM vodicích vozíků

Konstrukční velikosti/ konstr. tvary vodicího vozíku	**A** standardní	**B** standardní, dlouhý	**C** kompaktní, vysoký	**D** kompaktní, vysoký, dlouhý	**E** kompaktní vysoký, pro boční montáž	**F** kompaktní	**G** kompaktní, dlouhý
Velikost 15	BM W 15-A		BM W 15-C			BM W 15-F	
Velikost 20	BM W 20-A	BM W 20-B	BM W 20-C	BM W 20-D			
Velikost 25	BM W 25-A	BM W 25-B	BM W 25-C	BM W 25-D	BM W 25-E	BM W 25-F	BM W 25-G
Velikost 30	BM W 30-A	BM W 30-B	BM W 30-C	BM W 30-D	BM W 30-E	BM W 30-F	BM W 30-G
Velikost 35	BM W 35-A	BM W 35-B	BM W 35-C	BM W 35-D	BM W 35-E	BM W 35-F	BM W 35-G
Velikost 45	BM W 45-A	BM W 45-B	BM W 45-C	BM W 45-D		BM W 45-F	BM W 45-G
Mimořádné Vlastnosti							
k našroubování seshora	•	•	•	•		•	•
k našroubování zezdola	•	•					
k našroubování ze strany					•		
pro vysoké síly a momenty		•		•			•
pro střední síly a momenty	•		•		•	•	
pro vhodné montážní poměry						•	•

Poznámka: • = vhodné

Přehled produktů MR vodicích vozíků

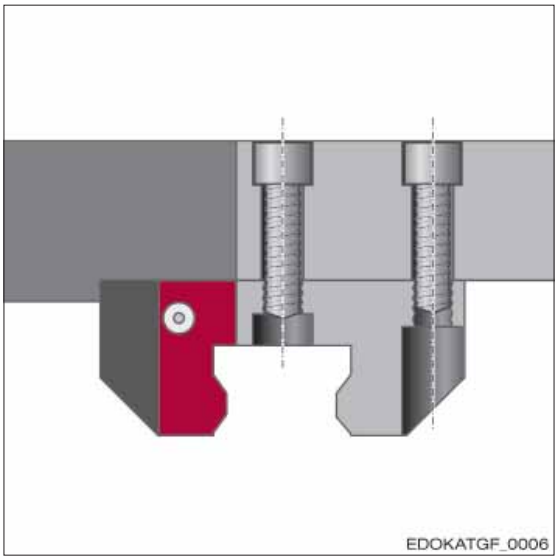
Konstrukční velikosti/ konstr. tvary vodicího vozíku	A standardní	B standardní, dlouhý	C kompaktní, vysoký	D kompaktní, vysoký, dlouhý	E kompaktní vysoký, pro boční montáž	F kompaktní	G kompaktní, dlouhý
Velikost 25	MR W 25-A	MR W 25-B	MR W 25-C	MR W 25-D	MR W 25-E	MR W 25-F	MR W 25-G
Velikost 35	MR W 35-A	MR W 35-B	MR W 35-C	MR W 35-D	MR W 35-E		
Velikost 45	MR W 45-A	MR W 45-B	MR W 45-C	MR W 45-D		MR W 45-F	
Velikost 55	MR W 55-A	MR W 55-B	MR W 55-C	MR W 55-D			MR W 55-G
Velikost 65	MR W 65-A	MR W 65-B	MR W 65-C	MR W 65-D			
Velikost 100		MR W 100-B					
Mimořádné Vlastnosti							
k našroubování seshora	•	•	•	•		•	•
k našroubování zezdola	•	•					
k našroubování ze strany					•		
pro vysoké síly a momenty		•		•			•
pro střední síly a momenty	•		•		•	•	
pro vhodné montážní poměry						•	•

Poznámka: • =vhodné

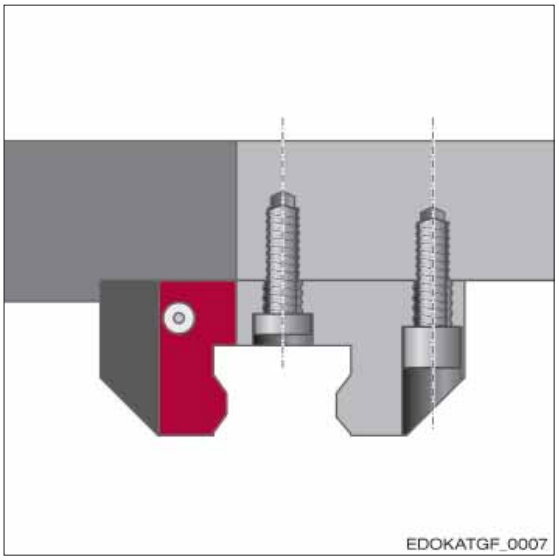
4.4.2.
Vlastnosti a kritéria výběru

Upevnění

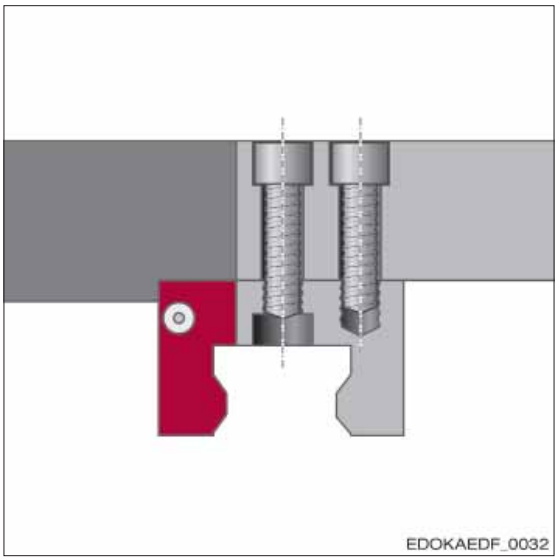
Všechny konstrukční tvary vedení používají k upevnění 6 otvorů se závitem resp. průchozím otvorem. Tyto jsou u vodicích vozíků provedeny s kompaktním průřezem (konstrukční tvar C, D, F a G) jako slepé otvory a umožňují upevnění seshora a u konstrukčního tvaru E ze strany.
Konstrukční tvary vodicích vozíků A a B mají průchozí závitové otvory. Ty umožňují upevnění jak seshora, tak také zezdola. Upevnění seshora docílí na základě většího průměru šroubu tužší upevnění.
U upevnění zezdola je nutno dbát na to, že se pro střední otvory musí použít šrouby s nízkou hlavou podle DIN 6912 a že se musí odstranit plastové zátky ze středních vozíkových otvorů.
Pro upevnění vozíků je důležité celoplošné dolehnutí sešroubovávaných ploch. Kromě toho musí rovinnost dosedacích ploch odpovídat údajům v kapitole 4.12. – Přesnost tvarů a polohy dosedacích ploch, jinak dojde k vyvolání deformace vodicího vozíku, jejímž důsledkem může být změna předpětí vodicího vozíku.



Vodicí vozík se závitovým otvorem upevněný seshora



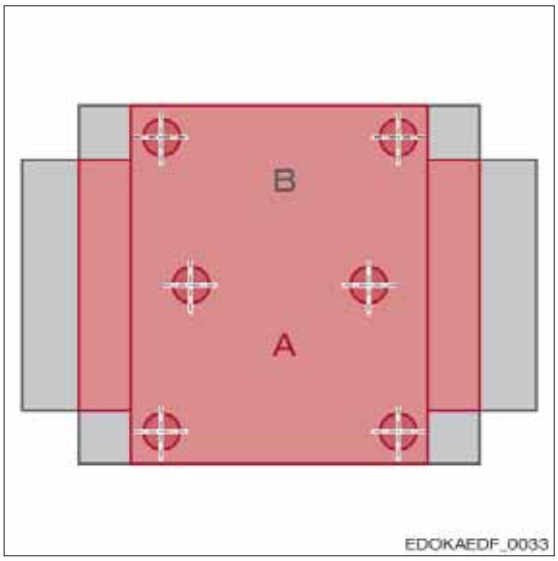
Vodicí vozík se závitovým otvorem upevněný zezdola



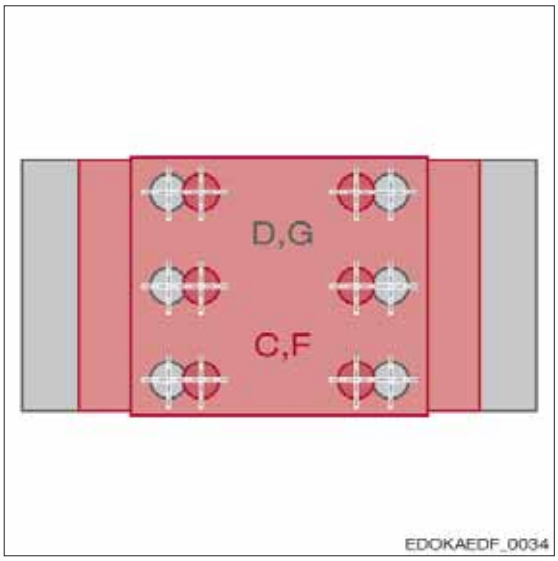
Vodicí vozík se slepým otvorem upevněný seshora

Zaměnitelnost

Vodicí vozíky jedné konstrukční velikosti lze zaměnit. Předpětí přitom zůstane zachováno. Vodicí vozíky však mají podle konstrukčního tvaru pro umístění šroubů různá vrtací schémata.
Výjimku tvoří konstrukční tvary A a B vodicích vozíků. Tyto mají přes odlišnou délku vrtací schémata stejná, což umožňuje vzájemnou zaměnitelnost. Tak lze zaměnit např. krátké vodicí vozíky (A) za dlouhé, aniž by se musely modifikovat sáňky stroje.
U všech ostatních konstrukčních tvarů vodicích vozíků to není možné.



vrtací schémata pro umístění šroubů pro konstrukční tvary A a B vodicích vozíků



vrtací schémata pro umístění šroubů pro tvary C, D, F a G vodicích vozíků

Konstrukční tvary D, G a C, F mají identická vrtací schémata, avšak rozdílné výšky vodicích vozíků.

Tuhost

Co se týká tuhosti při zatížení silami a momenty dosahují dlouhé vodicí vozíky (konstrukční tvary B, D a G) na základě velkého počtu nosných valivých těles nejlepší hodnoty.
Průřez vodicího vozíku hraje výrazně menší roli, zvláště když je tuhost vodicího vozíku v našroubovaném stavu vytvářena z velké části okolní konstrukcí. Přitom je důležité, obzvláště u tahového zatížení, dosáhnout tuhé spojení mezi tělem vodicího vozíku a okolní konstrukcí. Firma SCHNEEBERGER nabízí pro všechny konstrukční tvary vodicích vozíků 6 upevňovacích otvorů. Tím se dosahuje podstatně tužší spojení než u 4 upevňovacích šroubů.
U bočního zatížení se upřednostňují konstrukční tvary A a B, protože díky konstrukčnímu tvaru příruby je dána lepší boční tuhost.

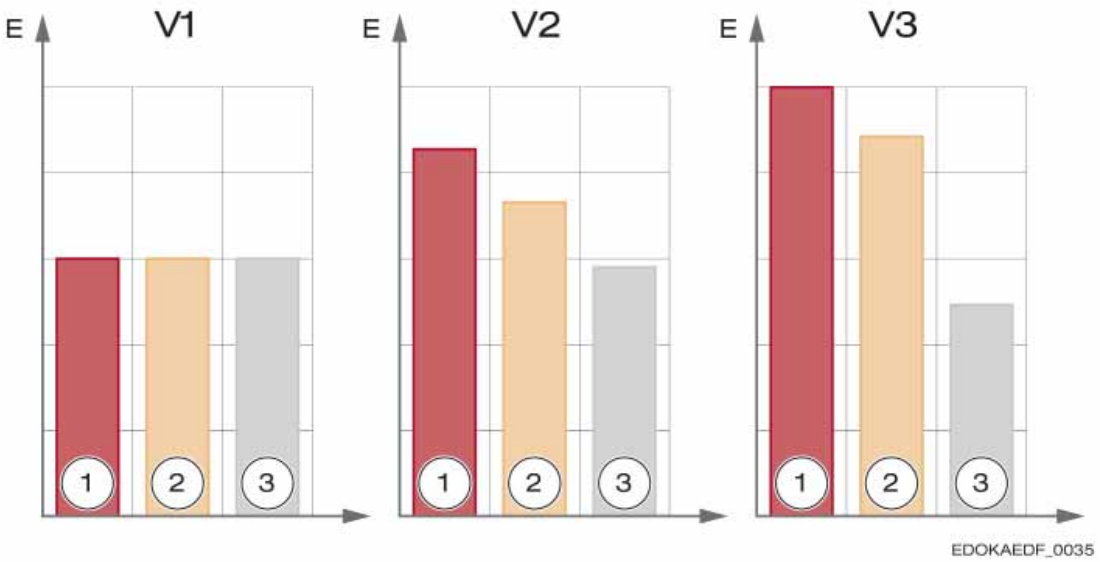
Přesnost

Jestliže má být dosažena vysoká přesnost chodu, anebo při použití vícedílných vodicích kolejnic, doporučujeme použití dlouhých konstrukčních tvarů B, D a G vodicích vozíků, protože tyto vykazují menší zdvihovou pulzaci než kratší A, C a F, a lépe vyrovnávají zvlnění ve vodicí kolejnici, např. na základě deformace způsobené šroubovými silami nebo tolerancí stykových přechodů.
Krátké konstrukční tvary vodicích vozíků se upřednostní, pokud je k vyrovnání nepřesností v připojovací konstrukci nezbytná větší ohebnost a tolerance oproti úhlovým chybám.

4.5. Předpětí

4.5.1.
Definice a účel

Vedení MONORAIL firmy SCHNEEBERGER jsou předepnuta, aby byl při zatížení umožněn pohyb bez vůle a aby se zvýšila tuhost vedení. Současně má předpětí také účinek na životnost, odpor vůči posuvu a na vibrační chování systému.
Předpětí se vytváří použitím valivých těles s nadměrnou velikostí, čímž se ocelové tělo vodicího vozíku elasticky nadzdvihuje. Takto vznikající řídicí síla odpovídá síle předpětí.
Předpětí se přitom uvádí jako procentuální podíl dynamické nosnosti C.



Účinek E příslušného předpětí vedení na
1 Tuhost
2 Odpor proti posuvu
3 Životnost

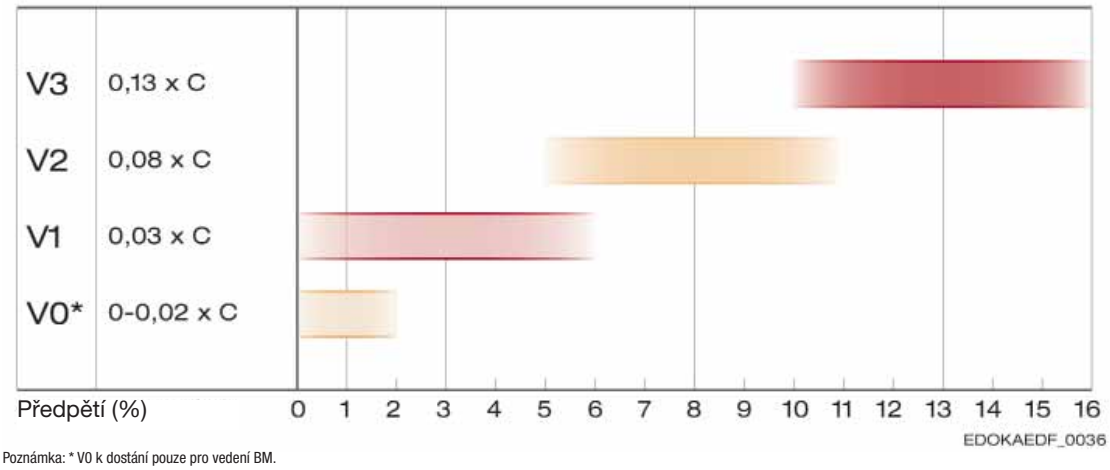
Vliv tuhosti na vibrační chování vedení

Amplituda málo utlumeného systému závisí na poměru frekvence budiče vůči vlastní frekvenci. Vyšší tuhost zvyšuje vlastní frekvenci a snižuje statickou odchylku. U obráběcích strojů je snahou vyšší frekvence, aby pro uvedenou budicí sílu a vlastní frekvenci zůstalo zvětšení amplitudy co možná nejmenší.
Důsledek: Použití válečkových vedení s vyšší třídou předpětí.

4.5.2.
Třídy předpětí

Firma SCHNEEBERGER nabízí pro různé požadavky celkem čtyři různé třídy předpětí v rozsahu 0 – 13 % dynamické nosnosti C. Tolerance tříd předpětí činí ± 3 % z C. Hodnoty v následující tabulce naleznete také v produktovém katalogu MONORAIL a AMS firmy SCHNEEBERGER.

Třídy předpětí



Poznámka: * V0 k dostání pouze pro vedení BM.

4.5.3.
Oblasti použití

Vedení MONORAIL firmy SCHNEEBERGER konstrukční řady MONORAIL MR s válečky jsou k dostání ve třech třídách předpětí V1, V2 a V3 s lehčím, středním a vyšším předpětím. Pro MONORAIL BM s kuličkami je navíc k dostání třída předpětí V0. U této třídy může předpětí variovat mezi velmi lehkým předpětím a malou vůlí.
Následující tabulka ukazuje typické oblasti použití:

Znázornění profilových kolejnic

Třída předpětí: V0

Podmínky použití:
– vedení s velmi lehkým chodem pro rovnoměrné zatížení
– nejnižší vibrace
Příklady použití:
– manuální osy
– malé osy a stolní systémy pro: elektroniku/čistý prostor/lékařská technika
– pomocné osy
– osy lineárních motorů

Třída předpětí: V1

Podmínky použití:
– vedení se snadným chodem pro rovnoměrné zatížení
– lehké vibrace
Příklady použití:
– manipulační osy
– robotika
– měřicí systémy
– laboratorní zařízení
– vedlejší a hlavní osy

Třída předpětí: V2

Podmínky použití:
– vysoká tuhost
– střední měnící se zatížení a vibrace
Příklady použití:
– obráběcí stroje s malým výkonem třískového obrábění
– brusky
– dřevoobráběcí stroje
– zařízení na řezání vodním paprskem
– zařízení na řezání laserem
– elektroerozívní stroje

Třída předpětí: V3

Podmínky použití:
– nejvyšší tuhost
– vysoké stykové zatížení a vibrace
– silně se měnící, vysoká zatížení a momenty
Příklady použití:
– řezáním obrábějící stroje s vysokým výkonem třískového obrábění
– tvářecí stroje
– frézovací centra
– soustruhy
– vrtačky

Účinnost předpětí

Při vnějších zatíženích, která jsou menší než 3krát síla předpětí, zůstává předpětí při zatížení zachováno. To znamená vysokou tuhost systému. Překročí-li vnější síla hodnotu předpětí, snižuje se tuhost. Proto je při dimenzování nutno dbát na to, abychom zůstali v oblasti účinného předpětí, pokud je žádána vysoká tuhost.

4.6. Přesnost

4.6.1.
Třídy přesnosti

Firma SCHNEEBERGER nabízí pro vedení MONORAIL celkem čtyři různé třídy přesnosti. Ty umožňují precizní, výběr vedení orientovaný na aplikaci a potřeby konstrukce.

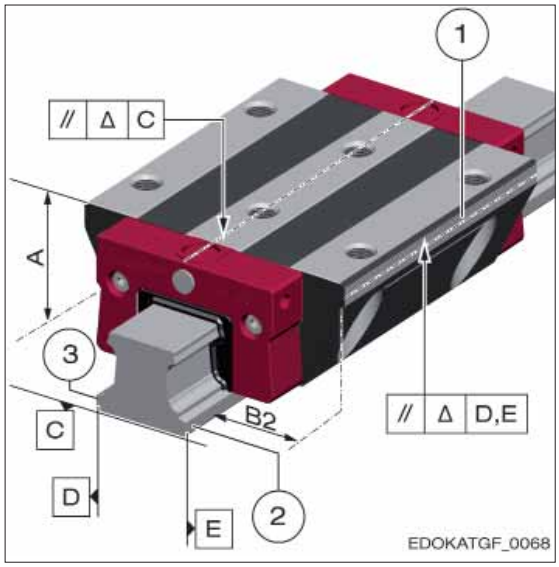
vysoce přesné

velmi přesné

přesné

standard

Třídy přesnosti určují jak toleranci vztažného rozměru vodicího vozíku k vodicí kolejnici, viz k tomu následující obrázek a kapitola 4.6.2. – Přesnost – rozměrové tolerance, tak také přesnost chodu vodicího vozíku na vodicích kolejnicích podle kapitoly 1.6.3. – Přesnost – Přesnost chodu.



1 dorazová strana vozíku
2 dorazová strana kolejnice
3 popisová strana kolejnice

A popisová strana kolejnice
B2 vzdálenost dorazové strany vozíku k dorazové straně kolejnice

Tolerance vztažného rozměru vodicích vozíků k vodicí kolejnici

Oblasti použití

Třída přesnosti:
– vysoce přesné
Příklady použití:
– měřicí stroje
– orovnávací jednotky

Třída přesnosti:
– velmi přesné
Příklady použití:
– měřicí stroje
– orovnávací jednotky
– CNC stroje
– CNC obráběcí centra

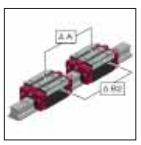
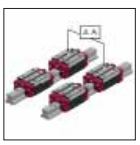
Třída přesnosti:
– přesné
Příklady použití:
– CNC stroje
– CNC obráběcí centra
– manipulace, robotika, pomocné osy

Třída přesnosti:
– Standard
Příklady použití:
– manipulace, robotika, pomocné osy

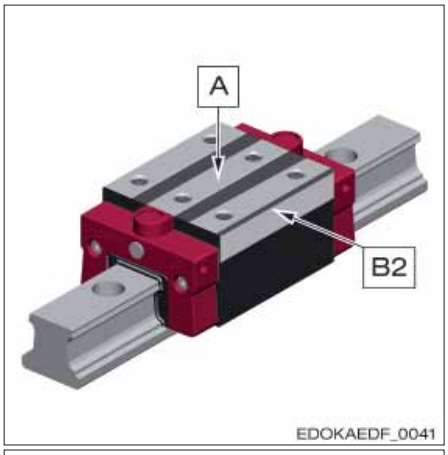
4.6.2.
Rozměrové tolerance

Systémové rozměry A a B2

Vodicí vozíky a vodicí kolejnice MONORAIL se vyrábí nezávisle na sobě s vysokou přesností a lze je proto mezi sebou libovolně zaměňovat. Znamená to, že lze použít na každé vodicí kolejnici každý libovolný vodicí vozík a obráceně každý vodicí vozík na každé libovolné vodicí kolejnici stejné konstrukční velikosti, a to bez vlivu na třídu předpětí, protože se předpětí vytváří příslušnými valivými tělesy ve vodicím vozíku.
Pro rozměrové rozdíly mezi libovolnými vodicími vozíky na jedné libovolné vodicí kolejnici platí hodnoty ze sloupce „A/B2“ podle následující tabulky:

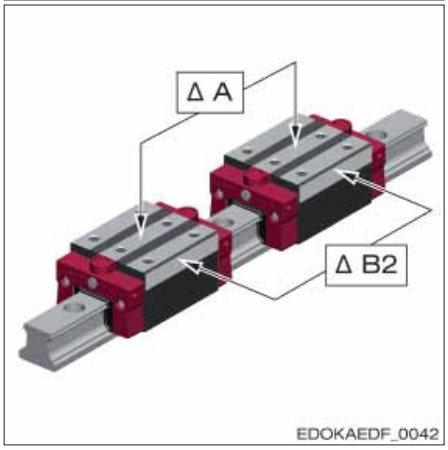



Třída přesnosti	A / B2	ΔA / ΔB2	ΔA Standard
G0	± 5 µm	3 µm	10 µm
G1	± 10 µm	5 µm	20 µm
G2	± 20 µm	10 µm	40 µm
G3	± 50 µm	25 µm	60 µm



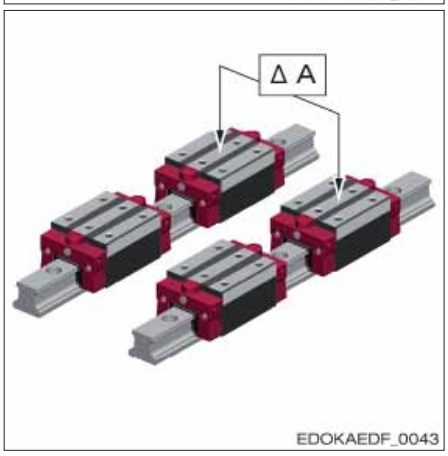
Tolerance rozměrů libovolných vodicích vozíků a libovolných vodicích kolejnic:
– A/B2

Měřicí pozice:
– měřeno uprostřed vodicího vozíku a libovolné poloze vodicí kolejnice



Maximální rozměrový rozdíl mezi vodicím vozíkem a vodicí kolejnicí:
– ΔA/ΔB2

Měřicí pozice:
– měřeno uprostřed vodicího vozíku a vždy stejné poloze vodicí kolejnice



Maximální rozměrový rozdíl mezi vodicím vozíkem dvou nebo více paralelních vodicích kolejnic, Standard:
– ΔA Standard

Měřicí pozice:
– měřeno uprostřed vodicího vozíku a vždy stejné poloze vodicí kolejnice

Spárované vodicí vozíky

Všechny vodicí vozíky jedné soupravy se montují na výrobním normálu za sebou na hodní straně, ale také na boční dorazové ploše přebroušené. Nakonec se změří hlavní rozměry A a B2 na zkušební kolejnici, aby se potom vodicí vozíky vzájemně spárovaly. Pár vodicích vozíků lze dodat ve dvou kvalitách.

Párování vozíků	Maximální rozměrový rozdíl všech vozíků, které patří k jednomu párování
Provedení	**ΔA / ΔB2**
SLWGP0	3 µm
SLWGP1	5 µm

Spárované vodicí kolejnice

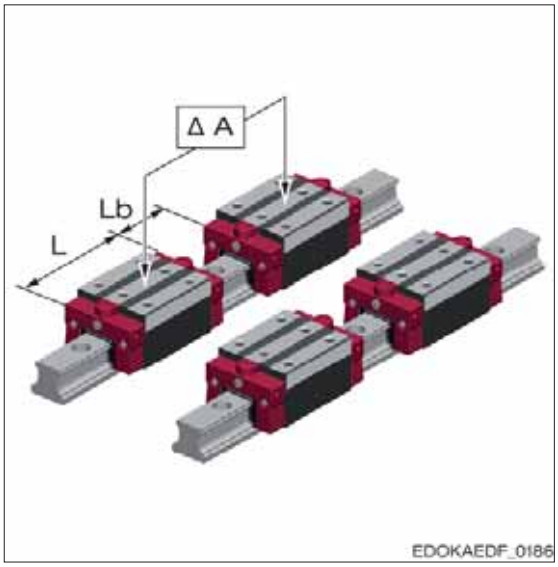
U „spárovaných vodicích kolejnic“ se z datových souborů vyhledají vhodné vodicí kolejnice s podobným průběhem. Kritériem selekčního procesu je maximální rozdíl v průběhu na délce vodicí kolejnice, tak zvaná tolerance párování.

Rozpětí všech protokolů o průběhu leží u spárovaných vodicích kolejnic uvnitř této tolerance. Párování vodicích kolejnic lze dodat ve čtyřech kvalitách.

Párování vodicí kolejnice	Tolerance párování
Provedení	
SLSGP0	5 µm
SLSGP1	10 µm
SLSGP2	15 µm
SLSGP3	20 µm

Omezená tolerance pro ΔA

Omezená tolerance pro ΔA u vodicích vozíků, které jsou zabudovány blízko u sebe na vodicí kolejnici nebo u blízko vedle sebe ležících vodicích kolejnic. U velmi strmé připojovací konstrukce platí pro zamezení ztráty životnosti:
U Lb < L platí ΔA ≤ 5 µm

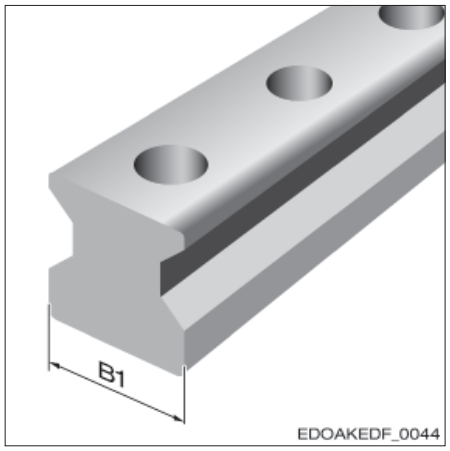


Omezená tolerance vodicích vozíků, které jsou zabudovány blízko sebe na vodicí kolejnici

L délka vodicího vozíku
Lb vzdálenost mezi dvěma vodicími vozíky
ΔA rozměrová odchylka výšky systému

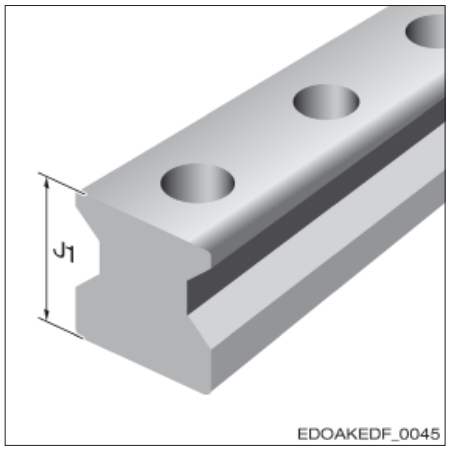
Rozměry vodicích kolejnic a vodicích vozíků

Šířka kolejnice B1



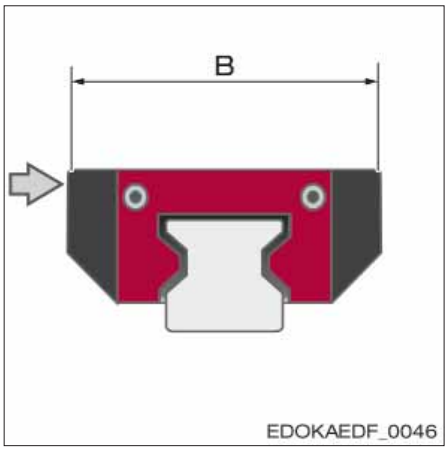
Tolerance:
– Standard; ± 0,05 mm

Výška kolejnice J1



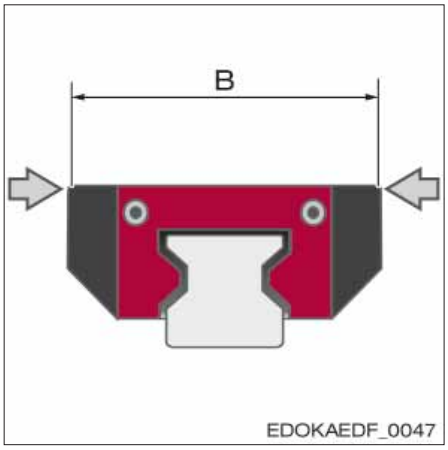
Tolerance:
– Standard/MAC/BAC; ± 0,05 mm

Šířka vozíku B



Tolerance:
standardní doraz MR: 0/-0,3 mm

standardní doraz BM: 0/-0,4 mm

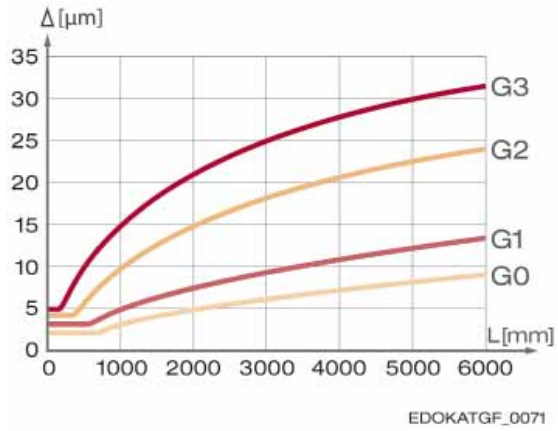


Tolerance:
oboustranný doraz MR:
Jmenovitý rozměr -0,3 ±0,05 mm;

oboustranný doraz BM:
Jmenovitý rozměr -0,3 ±0,05 mm

4.6.3.
Přesnost chodu

Přesnost chodu popisuje vertikální a horizontální odchylky paralelnosti vodicích vozíků při jejich pohybu po kolejnici. Může mít v rámci tolerance (vertikálně XTZ a horizontálně XTY) lineární nebo zvlněný průběh. Výška tolerance vztažená na střed vodicího vozíku se určí z následujícího diagramu v závislosti na délce vodicího vozíku a třídě přesnosti.



SCHNEEBERGER třída přesnosti G0-G3
Délka vodicího vozíku (mm) vynesená vůči maximální přípustné Δ (µm).

Příklad odečtení:
Pro délku vodicí kolejnice L3 = 2000 mm vyplývá při G2 přípustná tolerance 0,015 mm.

4.7. Druhy vestaveb systémů vedení

4.7.1.
Kritéria výběru

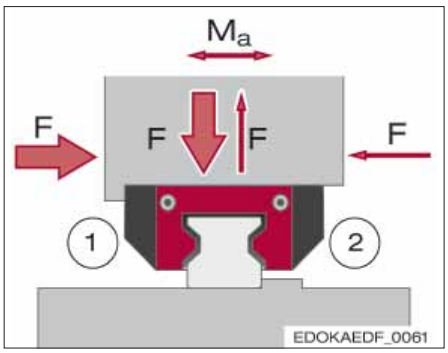
Druh vestavby popisuje délku a uspořádání jednotlivých vodicích kolejnic vůči sobě v jednom systému vedení. Při výběru varianty vestavby je nutno dbát na různá kritéria. Patří k nim:

- druh aplikace
- vznikající síly a momenty
- požadavky na přesnost
- požadavky na tuhost
- provozní podmínky, např. znečištění
- druh mazání
- dostupný konstrukční prostor
- náročnost montáže
- vliv změn teploty vznikajících v součástech a s tím spojené přídavné síly
- vliv šroubových spojů použitých na osách
- úvaha dodatečného zajištění visících os proti nebezpečí pádu

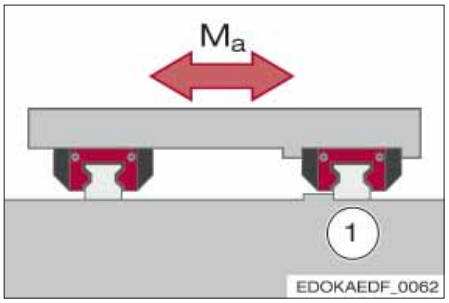
Vedení by měla být v zásadě uspořádána tak, aby vznikající síly byly rozděleny co možná rovnoměrně na vodicí vozíky a hlavní zatížení v tahovém/tlakovém směru. Má to tu výhodu, že síly mohou být zachyceny přímo z vedení a odvedeny přes upevňovací šrouby do okolní konstrukce. Vyšší boční síly způsobují částečně momenty na vedení a mohou být zachyceny pouze přídavnými dorazovými plochami v připojovací konstrukci, což způsobuje dodatečné náklady. Horizontální nebo vertikální uspořádání vedení je nutno ohledně znečištění a ochrany vedení upřednostnit oproti jiným uspořádáním. Ohledně montáže a přesnosti vedení se doporučuje uspořádání všech vodicích kolejnic pouze v jedné rovině.

4.7.2.
Varianty vestavby

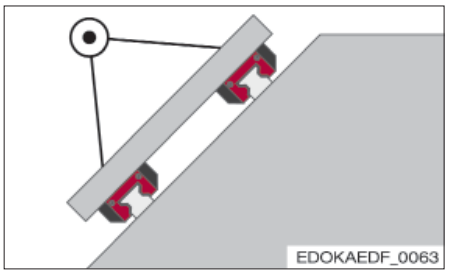
Následně jsou zobrazeny typické druhy vestavby s jejich příslušnými parametry a vlastnostmi. U většiny příkladů se jedná o varianty se dvěma vodicími kolejnicemi a se dvěma vozíky na každé kolejnici, protože tato varianta se v praxi vyskytují nejčastěji. Směr našroubování vodicích kolejnic a vodicích vozíků, ale také druh bočního zafixování nebyly do příkladů vtaženy. Tato témata jsou blíže osvětlena v kapitolách 4.9 – Upevnění vodicí kolejnice, 4.11 – Upevnění vodicích vozíků a 4.12 – Uspořádání připojovací konstrukce.



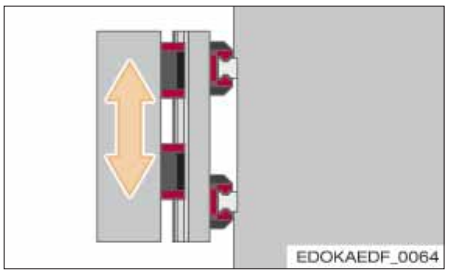
Popis:
– jedna vodicí kolejnice s jedním nebo dvěma vodicími vozíky
– horizontální vestavba
– malá momentová zatížitelnost M_a
– manuální a pomocné osy s menší zátěží
– jednoduché vyrovnání
– vysoký příjem bočních sil oproti dorazové ploše (1)
– nízký příjem bočních sil oproti protější dorazové ploše (2)



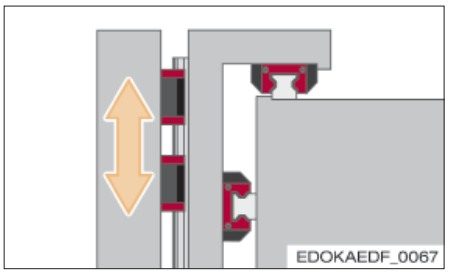
Popis:
– dvě vodicí kolejnice vždy se dvěma vodicími vozíky
– horizontální vestavba
– jednoduchá montáž
– vysoká přesnost
– osy všech možných aplikacích, pojízdné stojany
– jednoduché vyrovnání přes referenční kolejnici (1)
– vysoká momentová zatížitelnost M_a



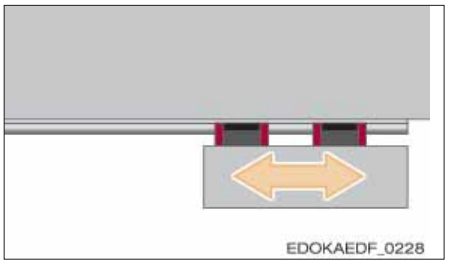
Popis:
– šikmá vestavba, např. nakloněno 45° kolem podélné osy
– vysoký příjem síly pod úhlem sklonu
– oddělené mazání při použití olejových maziv
– kolejnice náchylná ke znečištění (ev. zakrýt)
– soustruh se šikmým ložem
– nečistoty a nashromážděné chladivo v horním prismatu:
  • potřeba speciálního krytí
  • opatřit odtokovým otvorem /drážkou



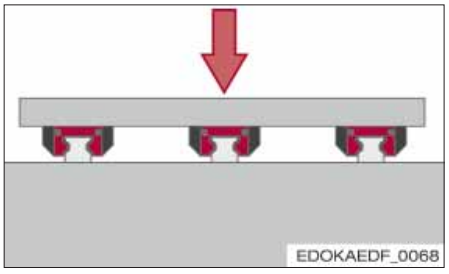
Popis:
– zavěšená vestavba, nakloněná 90° (montáž na stěnu)
– vysoký příjem horizontální síly
– oddělené mazání u oleje
– kolejnice náchylná ke znečištění
– soustruhy, příčné suporty obráběcích strojů
– nečistoty a nashromážděné chladivo v horním prismatu:
  • potřeba zvláštního krytu
  • opatřit odtokovým otvorem/drážkou



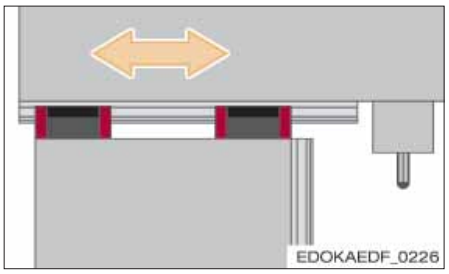
Popis:
– horizontální vestavba, vodicí kolejnice posunuté o 90°
– vysoká momentová tuhost
– nákladná montáž
– příčné saně u portálových strojů
– vysoké požadavky na přesnost montážních ploch



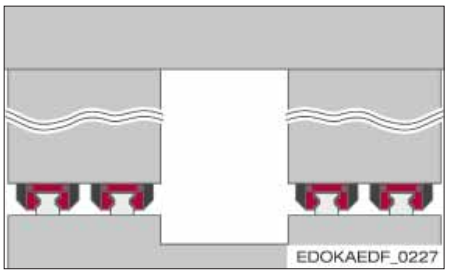
Popis:
– vestavba otočená o 180°, visící osa
– snížená tuhost na tah
– vodicí vozíky jsou náchylné na znečištění
– nutná zvýšená statická bezpečnost
– připravit zajištění proti zřícení
– dopočítat zatížení šroubů



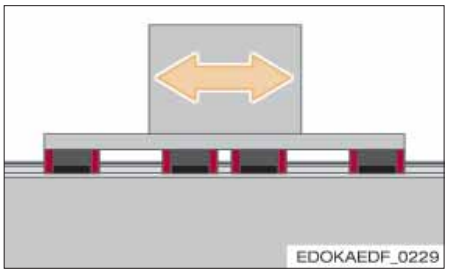
Popis:
– horizontální vestavba
– více vodicích kolejnic vedle sebe vždy s třemi nebo více vodicími vozíky (výšky vodicích vozíků musí být v úzké toleranci.)
– vysoký příjem vertikálních sil a tuhost
– strojní stoly pro velmi vysoké síly
– velké vzdálenosti mezi vnějšími kolejnicemi
– podepření desek proti prohnutí



Popis:
– Vodicí kolejnice otočené o 180° s pevně stojícími vodicími vozíky
– Horizontální vestavba (Kolejnice zasahuje do pracovního prostoru a může být poškozena třískami. Pomoc: tvrdý povrch vodicí kolejnice)
– pro vyčnívající osy a nosné trámy
– Horizontální frézy/vrtačky, elektroerozívní stroje
– vodicí vozíky jsou náchylné na znečištění



Popis:
– Je 2 Führungsschienen und Führungswagen nahe beieinander montieren
– Hohe Kraftaufnahme vertikal
– Portalmaschinen
– Aufgrund von steifer Umgebungskonstruktion Führungswagen in hoher Genaugikeitsklasse und/oder gepaarte Ausführung einsetzen



Popis:
– střední vodicí vozíky uspořádány velmi blízko pod hlavní silou, spojovací deska není dostatečně tuhá
– vnější vodicí vozíky jsou navíc zatíženy díky prohnutí desek. Pomoc: tuhá spojovací deska
– pro těžké obráběcí stroje
– vodicí vozíky nasadit ve vysoké třídě přesnosti a/nebo spárovaném provedení
– Horizontální vestavba

Pozor

Vodicí vozíky se mohou z vodicí kolejnice uvolnit

➡ Vodicí vozíky se mohou z vodicí kolejnice uvolnit, proto musí být u každé vestavné polohy přídavná pojistka vodicího vozíku např. ve formě bezpečnostního třmene, aby bylo možné umístit vodicí kolejnici a aby se zabránilo uvolnění.

Uživatel musí provést odpovídající konstrukční a bezpečnostně technická opatření, která zabrání oddělení vozíků a vodicí kolejnice v případě chyby (např. díky ztrátě valivých těles). Možnou variantou konstrukčního opatření je bezpečnostní třmen okolo vodicí kolejnice. Kromě toho je nutno dbát na zadání odborových společenství, jednoznačných směrnic a norem pro příslušný aplikační případ.

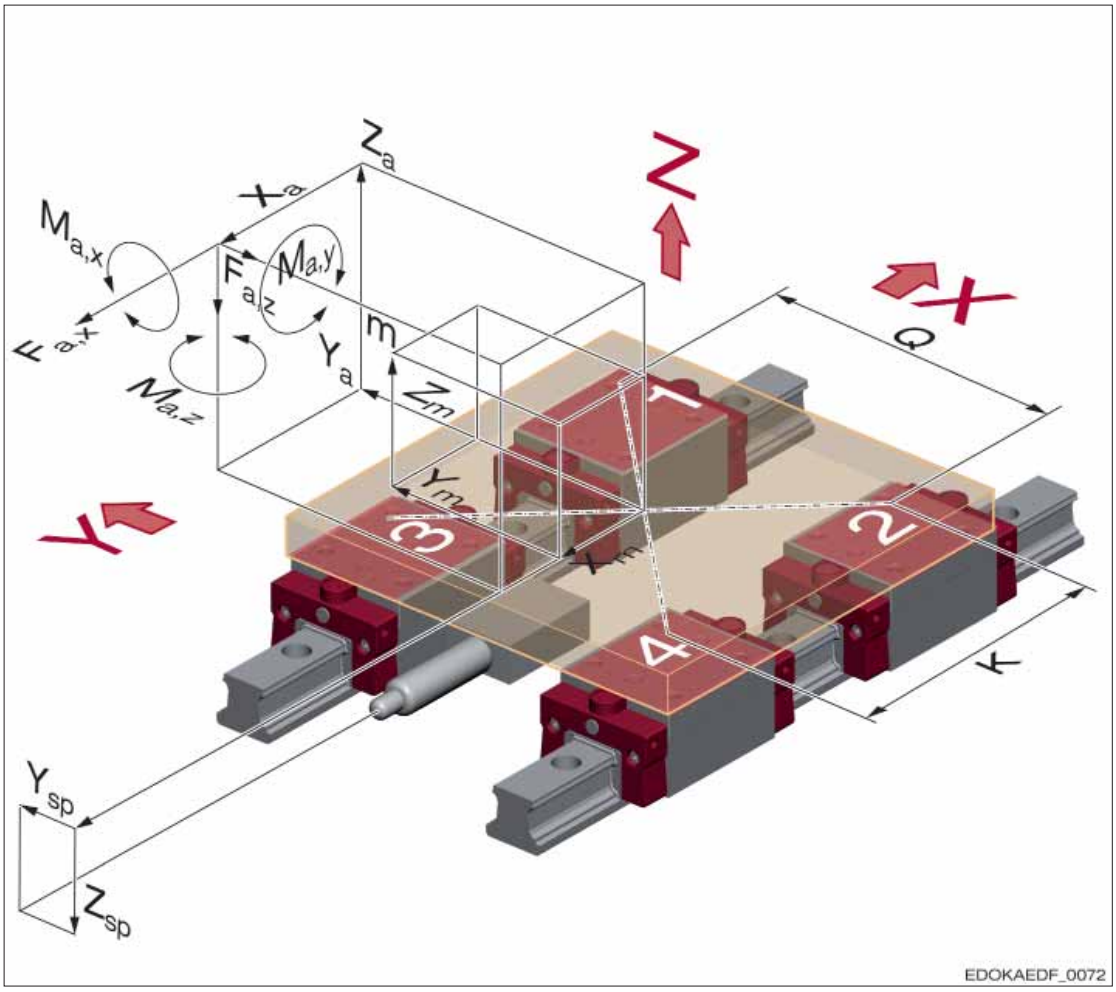
4.8. Výpočet a dimenzování

4.8.1.
Základy

Nároky na přesnost, jakost povrchu a krátké obráběcí časy stále narůstají. Proto se valivá vedení v moderním strojírenství stále častěji určují podle povolené elastické deformace.
Pro dimenzování valivých vedení z toho vyplývají tyto kroky:

- určení vnějších sil a momentů
- rozdělení sil a momentů na jednotlivé vodicí vozíky
- určení předpětí a deformace
- výpočet životnosti
- výpočet statické nosnosti

Životnost může být omezena jak únavou materiálu, tak také poškozením valivé plochy na základě vlivů okolí.
Překutálení povrchů vede k únavě materiálu a tím k poškození valivé dráhy a valivých těles. Je-li síla na valivé plochy známa, může se únavová životnost vypočítat podle DIN ISO 281 resp. 636. Otěr valivých ploch bude určen především mazáním, znečištěním, stlačením ploch a velikostí relativních pohybů zatížených povrchů.
Vypočítaná životnost se může díky dalším rizikům výpadku nebo jiným aspektům, které ruší záruku, zredukovat.



Vnější síly a momenty:

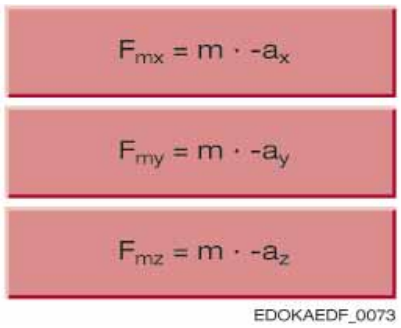
m	hmotnost	X_m	souřadnice středního bodu hmoty ve směru x
$F_{a,x}$	vnější síla ve směru x	Y_m	souřadnice středního bodu hmoty ve směru y
$F_{a,z}$	vnější síla ve směru z	Z_m	souřadnice středního bodu hmoty ve směru z
Q	příčná vzdálenost systému	$M_{a,x}$	vnější moment okolo osy x
K	délková vzdálenost vozíku	$M_{a,y}$	vnější moment okolo osy y
X_a	souřadnice působení síly ve směru x	$M_{a,z}$	vnější moment okolo osy z
Y_a	souřadnice působení síly ve směru y	Y_{sp}	bod působení síly podélného pohonu ve směru y
Z_a	souřadnice působení síly ve směru z	Z_{sp}	bod působení síly podélného pohonu ve směru z-

V následujících odstavcích je popsáno šetření únavové životnosti. Pro otěrovou životnost zatím ještě neexistuje na základě neurčitelných veličin vlivu jednotná výpočetní metoda.

4.8.2. **Výpočet životnosti**

Určení vnějších sil a momentů

Vnější síly působící na systém vedení jsou určeny silovými složkami F_{ax}, F_{ay} a F_{az} se souřadnicemi působení síly X_a, Y_a a Z_a. Hmota m se složkami zrychlení a_x, a_y a a_z vede k zatížení systému vedení silovými složkami hmoty F_{mx}, F_{my} a F_{mz}, které působí na souřadnice hmotného bodu X_m, Y_m a Z_m.



F_{mx} síla hmoty ve směru x
F_{my} síla hmoty ve směru y
F_{mz} síla hmoty ve směru z
m hmota
a_x zrychlení ve směru x
a_y zrychlení ve směru y
a_z zrychlení ve směru z

Čtyři síly působící k podélné ose stolu ΣF_y, ΣF_z jsou zachyceny přímo systémem vedení, síly v podélném směru ΣF_x jsou přenášeny pohonem.
Navíc by mohly zapůsobit ještě vnější momenty M_{ax}, M_{ay} a M_{az}. Vnější síly F_{ax}, F_{ay} a F_{az} a síly hmoty F_{mx}, F_{my} a F_{mz} vedou ve spojení s jejich odpovídajícími body působení také k momentům. Bod působení síly podélného pohonu Y_{sp} a Z_{sp} ovlivňuje velikost momentů na systém vedení.

Rozdělení sil a momentů na jednotlivé vodicí vozíky MONORAIL

K výpočtu bočních sil F_{jy} a tahově tlakových sil F_{jz} na jeden vodicí vozík (j = 1…n) je nutný podélná vzdálenost vodicího vozíku K a příčná vzdálenost vodicího vozíku (rozchod kolejnic) Q. Kromě toho je nutno zohlednit konstrukční uspořádání vodicích vozíků a vodicí kolejnice v osách.

Určení předpětí a deformace

Podmínky provozu, ale také požadavky na tuhost strojního vedení určují třídu předpětí vedení MONORAIL od firmy SCHNEEBERGER. Předpětí V1, V2 nebo V3 nezvyšuje jenom tuhost, nýbrž navíc zatěžuje valivé plochy, dokud působí předpětí. Detaily k různým třídám předpětí viz kapitola 4.5 – Předpětí.
Vnější síly působící na MONORAIL vedou k prodloužení vodicích vozíků. Diagramy tuhosti naleznete v produktovém katalogu MONORAIL a AMS od firmy SCHNEEBERGER.

Veličiny vlivu na výpočet životnosti

Veličiny vlivu na výpočet životnosti jsou síly působící na vodicí vozíky MONORAIL, zvolené předpětí, dynamická nosnost a pravděpodobnost dožití. Působí-li po celém posuvu konstantní síly, pak se vypočte životnost s ekvivalentní silou P. Mají-li se naproti tomu očekávat rozdílné síly, je nutno počítat s dynamicky ekvivalentní silou P_j.

Dynamicky ekvivalentní síla P

Pro výpočet životnosti je pro každý vodicí vozík MONORAIL (j = …1) nutná dynamická ekvivalentní síla P_j. Částky složek síly F_{jy} a F_{jz} působící na vodicí vozíky se algebraicky přičtou k efektivní síle F_j:

$$F_j = |F_{jY}| + |F_{jZ}|$$

EDOKAEDF_0185

F_j efektivní síla (N)
F_{jy} efektivní síla (N) ve směru y
F_{jz} efektivní síla (N) ve směru z

U aplikací, u nichž podléhají vodicí vozíky kombinovaným zatížením sil a momentů, např. u jednotlivých vozíků nebo u systémů pouze s jednou vodicí kolejnicí, se dynamicky ekvivalentní síla zjistí podle následujícího vzorce.

$$F_j = |F_{jy}| + |F_{jz}| + C \cdot |M_j| / M_{QL}$$

EDOKAEDF_0074

C dynamická nosnost (N)
F_j efektivní síla (N)
F_{jy} efektivní síla (N) ve směru y
F_{jz} efektivní síla (N) ve směru z
M_j dynamický moment (Nm)
M_{QL} povolený dynamický podélný resp. příčný moment (Nm)

Dynamickou ekvivalentní sílu P_j reálně působící na valivé plochy lze potom při konstantním zatížení přibližně vypočítat pomocí následujícího vzorce:

$$P_j = F_{vsp} + 2 / 3 \cdot F_j$$

pro $F_j \leq 3 \bullet F_{vsp}$

$$P_j = F_j$$

pro $F_j > 3 \bullet F_{vsp}$

EDOKAEDF_0075

F_j efektivní síla na dílčí dráhu (N)
F_{vsp} síla předpětí (N)
P_j dynamicky ekvivalentní síla (N)

Není-li síla P konstantní, lze dynamicky ekvivalentní sílu P_j při stupňovitém zatížení pro každý vodicí vozík MONORAIL zjistit podle následujícího vzorce (pro každou dílčí dráhu l_k je odpovídající síla P_{jk} konstantní):

$$P_j = \sqrt[q]{\frac{\sum_{k=1}^{n} (P_{jk}^{\,q} \cdot l_k)}{\sum_{k=1}^{n} l_k}}$$

EDOKAEDF_0187

P_j dynamicky ekvivalentní síla (N)
P_{jk} dynamicky ekvivalentní síla (N) pro dílčí dráhu lk, k=1…n
l_k dílčí dráha (m), k=1…n
q exponent pro výpočet životnosti
= 10/3 u válečků
= 3 u kuliček

Dynamická nosnost C

Nosnosti valivých vedení jsou založeny na principech, jak byly stanoveny podle ISO pro výpočet valivých ložisek (DIN ISO 281).
Dynamická nosnost C je zatížení, při němž dosahuje lineární vedení nominální životnost 100.000 m (100 km) posuvu, pokud se zatížení nemění co do velikosti a směru a směrnice působení působí kolmo na jednotku valivého ložiska.

Porovnání nosností

Jiní výrobci udávají nosnosti na posuvu 50.000 m (50 km). Tyto hodnoty podle standardu JIS leží výrazně nad hodnotami podle DIN ISO. Přepočet nosností se provede podle následujícího vzorce:

$$C_{50} = 1{,}23 \cdot C_{100}$$

pro válečková vedení

$$C_{50} = 1{,}26 \cdot C_{100}$$

pro kuličková vedení

EDOKATGF_0051

Pravděpodobnost dožití

Podle DIN ISO se uvádějí nosnosti pro valivá ložiska tak, aby z rovnice životnosti vyplynula hodnota, která bude s 90procentní pravděpodobností překročena. Pokud tato pravděpodobnost nebude stačit, musí se hodnoty životnosti snížit o faktora1 podle tabulky uvedené níže:

Pravděpodobnost Dožití (%)	**90**	**95**	**96**	**97**	**98**	**99**	
a1	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21	

Výpočet životnosti

Pro ekvivalentní sílu P (N) činí výpočtová nominální životnost $L_n$oms dynamickou nosností C (N):

$$L_{nom} = a_1 \cdot (C / P)^q \cdot 100km$$

EDOKATGF_0057

L_{nom} nominální životnost (m)
C dynamická nosnost
P ekvivalentní síla
a_1 součinitel životnosti
q exponent pro výpočet životnosti
= 10/3 u válečků
= 3 u kuliček

$$L_{nom,\,h} = L_{nom} / (2 \cdot s \cdot n \cdot 60) = L_{nom} / (60 \cdot v_m)$$

EDOKATGF_0084

$L_{nom,\,h}$ nominální životnost (h)
L_{nom} dynamická nosnost (m)
v_m střední rychlost (m/min)
s délka zdvihu (m)
n frekvence zdvihů (min-1)

Pokyn

➡ U aplikací s krátkým zdvihem, který je menší nebo rovný dvojnásobnému průměru valivých těles, se musí vypočtená životnost snížit.

4.8.3. Výpočet statické nosné bezpečnosti S0

Statická nosná bezpečnost S_0 je bezpečnost proti nedovolené trvalé deformaci u valivých těles a valivých drah a je definována jako poměr statické nosnosti C_0 ke staticky ekvivalentní síle P_0.

$$S_0 = C_0 / P_0$$

EDOKATGF_0052

S_0 statická nosná bezpečnost
C_0 statická nosnost
P_0 staticky ekvivalentní síla

$$P_0 = |F_{0y}| + |F_{0z}| + C_0 \cdot |M_0| / M_{0QL}$$

EDOKATGF_0080

C_0 statická nosnost
F_{0y} vnější statická síla (N)
F_{0z} vnější statická síla (N)
P_0 staticky ekvivalentní síla
M_{0QL} dovolený statický podélný resp. příčný moment (Nm)
M_0 statické momentové zatížení (Nm)

Pro P_0 je nutno zohlednit sílu skutečně působící na valivé plochy. Rozhodující pro deformaci valivých ploch je nejvyšší amplituda, která může nastat jen velmi krátkodobě.
Pro statickou nosnou bezpečnost
S_0 doporučujeme dodržet podle požadavku a podmínek provozu tyto minimální hodnoty:

Podmínky provozu	S_0
Uspořádání zavěšené nad hlavou, aplikace s vysokým potenciálem ohrožení	≥ 20
Vysoké dynamické namáhání, vysoké rázové zatížení a vibrace	8 - 12
Normální dimenzování strojů a zařízení, nejsou zcela známy všechny parametry zatížení střední měnící se zatížení a lehké vibrace	5 - 8
Veškerá data zatížení jsou naprosto známa, rovnoměrné zatížení a lehké vibrace	3 - 5

4.8.4. Výpočtový program pro dimenzování MONORAIL

Výpočet životnosti, nosné bezpečnosti a především ruční přesunutí pod kombinovaným zatížením je velmi nákladný a proveditelný pouze pro jednoduché aplikace. Firma SCHNEEBERGER proto nabízí jako servis provádění těchto výpočtů s pomocí počítačového programu.

Cíl a účel výpočtového programu MONORAIL

Počítačem podporovaný výpočtový program pro dimenzování MONORAILu slouží k určení:

- požadované konstrukční velikosti MONORAIL
- optimální předpětí
- statická bezpečná nosnost
- nominální životnost
- elastické prodloužení pracovního bodu pod působením síly pro zadaný systém MONORAIL.

Přitom budou zohledněny reálné, nelineární tuhosti jednotlivých vodicích vozíků MONORAIL a měnící se účinek vodicích vozíků mezi sebou, vyvolaný rozdílnými tuhostmi za tahových, tlakových a bočních sil.
Dodatečné deformace v důsledku tepelné dilatace a elastické deformace strojní konstrukce zůstávají nezohledněny.

Potřebná data

Pro dimenzování jsou zapotřebí veškeré údaje, jak jsou znázorněny například v následujících strojních výkresech s datovými doklady:

- geometrie vedení s počtem vodicích vozíků a vodicích kolejnic, podélnými a příčnými vzdálenostmi vodicích vozíků
- poloha os v prostoru a vzdálenosti navzájem (vzdálenosti vztažných bodů sousedních os)
- hmoty všech vypočítávaných strojních os a obrobků
- poloha hmotných těžišť
- poloha hnacích prvků oproti příslušnému vztažnému bodu os
- poloha bodu působení síly (bod působení síly a momentu)
- maximální posuvy (zdvih) všech vypočítávaných os
- maximální rychlost a zrychlení os

Při různých případech působení síly navíc:

- kolektiv sil s rychlostí, zrychlením, posuvem a procentuálním časovým podílem, ale také velikostí a směrem sil a momentů působících v pracovním bodu v závislosti na příslušném případu působení síly

Veškeré rozměry geometrie jsou vztaženy na příslušný střední bod osy (viz výkres). Označení os v kartézském souřadnicovém systému lze zvolit libovolně. Pro velký počet typických strojů a konstrukčních tvarů poskytuje firma SCHNEEBEREGER náčrtky strojů a datové doklady. Pro bližší informace se prosím obraťte na Vaše zastoupení firmy SCHNEEBEREGER.

4.8.5.

Příklad datového dokladu pro stůl X/Y

Hmotnosti								
m_x =		kg	m_y =		kg	m_w =		kg
Rozměry								
S1 =		mm	S2 =		mm	S3 =		mm
S4 =		mm	S5 =		mm	S6 =		mm
S7 =		mm	S8 =		mm	S9 =		mm
K1 =		mm	K5 =		mm			
Q2 =		mm	Q4 =		mm			
A2 =		mm	A3 =		mm			
A4 =		mm	A6 =		mm			
L4 =		mm	L5 =		mm	L6 =		mm
B1 =		mm	B2 =		mm	B3 =		mm
Zdvih (max.)								
s_x =		mm	s_y =		mm			
Beschleunigung (max.)								
a_x =		m/s^2	a_y =		m/s^2			

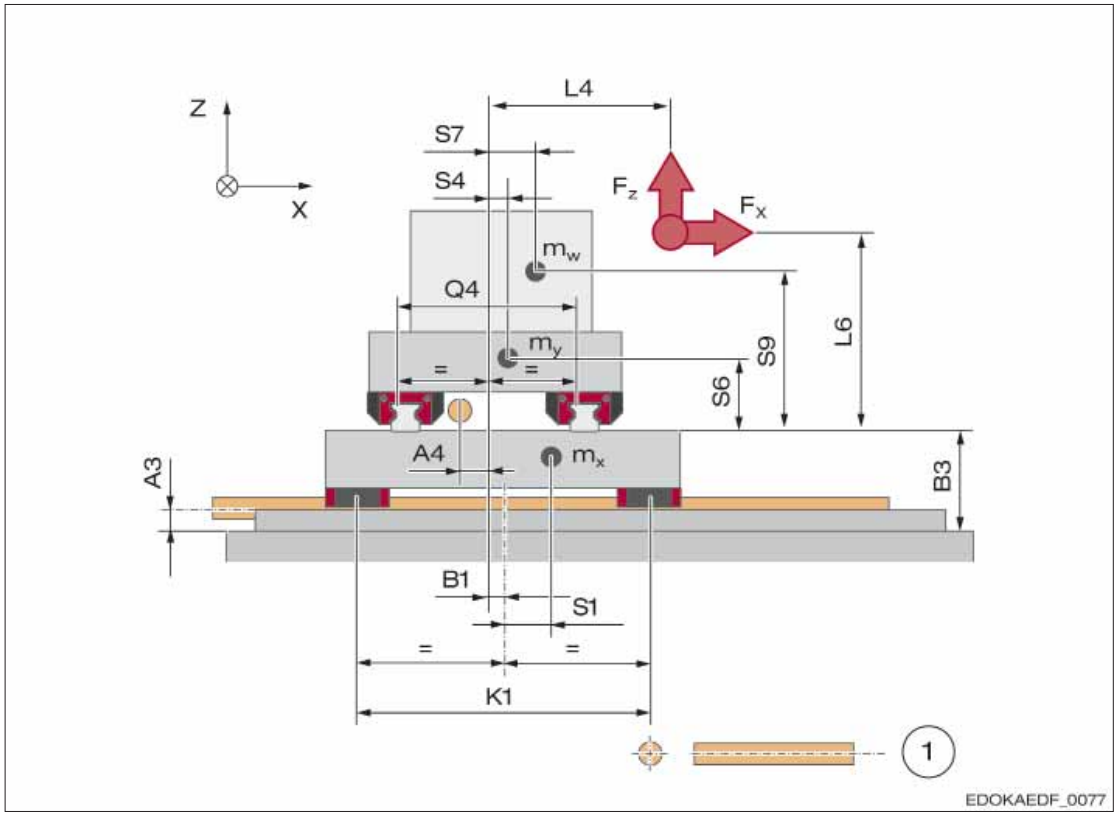
Kolektiv sil: síly a momenty

Č.	**Cyklus**	**F_x**	**F_y**	**F_z**	**M_x**	**M_y**	**M_z**
		N	N	N	Nm	Nm	Nm
1							
2							
3							
4							
5							

Kolektiv sil: Podíly dráhy/času

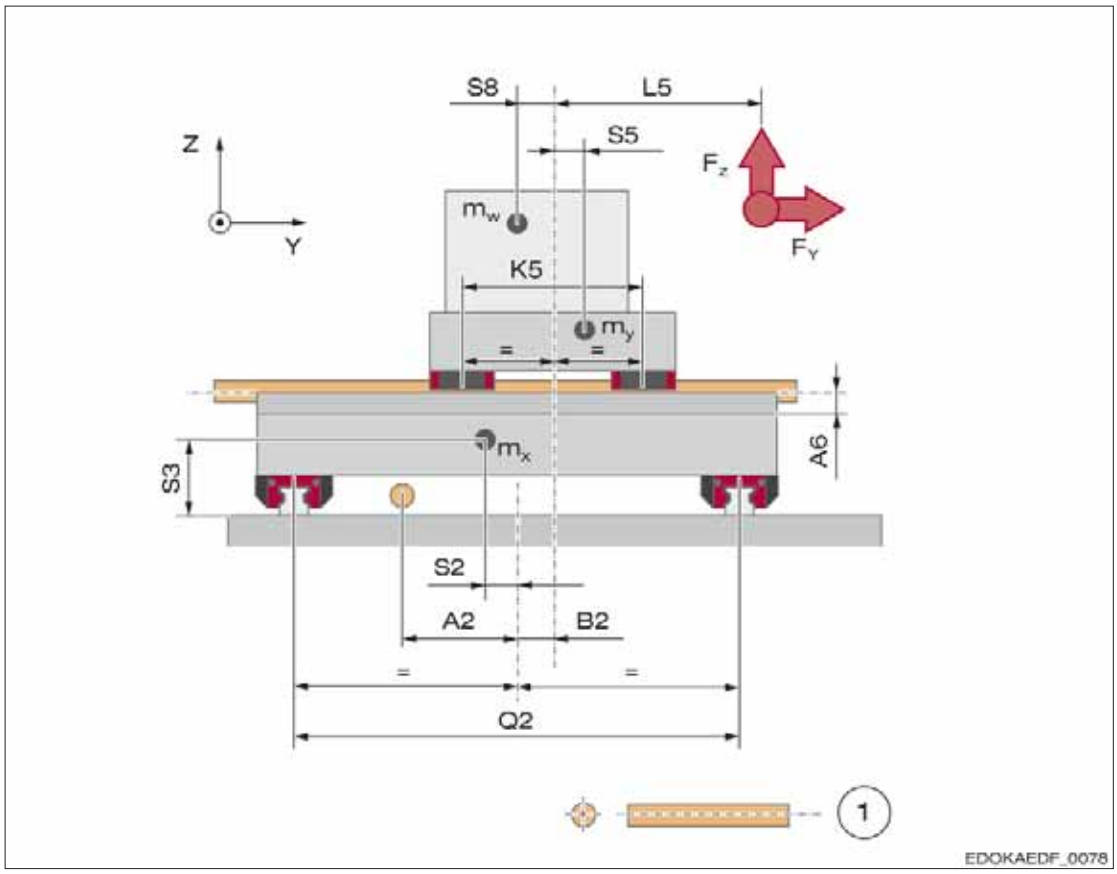
	Osa X			**Osa Y**			
Č.	**Rychlost**	**Poddíl času**	**Posuv**	**Rychlost**	**Podíl času**	**Posuv**	
	v (m/min)	t (%)	s (mm)	v (m/min)	t (%)	s (mm)	
1							
2							
3							
4							
5							

4.8.6.
Příklad strojního náčrtku pro stůl X/Y



Příklad strojního náčrtku pro stůl X/Y:

1 Hnací kuličkový šroub



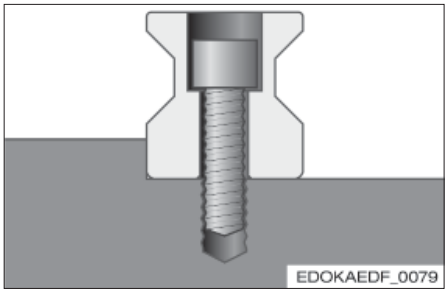
Příklad strojního náčrtku pro stůl X/Y:

1 Hnací kuličkový šroub

4.9. Upevnění vodicí kolejnice

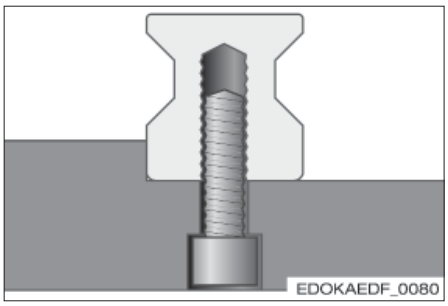
4.9.1.
Druhy upevnění

Vodicí kolejnice MONORAIL lze upevnit dvěma způsoby. Standardní kolejnice (N) a vodicí kolejnice pro krycí pásky (C) mají průchozí otvory se zahloubením k upevnění seshora. Vedle toho existují také vodicí kolejnice se závitem zezdola (U), které lze přišroubovat zezdola skrz stůl stroje. Následující přehled ukazuje výhody a nevýhody obou upevnění.



Upevnění seshora (N, ND, C, CD)

Výhody:
– dobrá přístupnost
Nevýhody:
– otvory v kolejnici musí být uzavřeny zátkami nebo krycími pásky kvůli ochraně stěračů
– rušivé hrany způsobené zaslepovacími prvky: otěr stěračů, znečištění

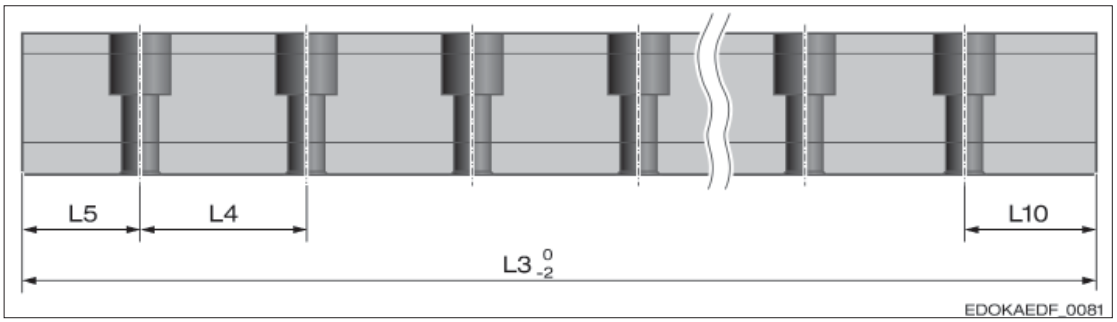


Upevnění zezdola (NU0, NUD)

Výhody:
– nejsou nutné žádné zaslepovací prvky pro otvory ve vodicí kolejnici
– povrch kolejnice bez rušivých hran
Nevýhody:
– omezená přístupnost
– nižší upínací síla díky dlouhým šroubům

4.9.2.
Kolejnicové opce

Speciální rozteče otvorů L4



Rozteče:

L5	vzdálenost 1. otvoru od konce	L3	délka kolejnice
L4	rozteč	L10	vzdálenost posledního otvoru od konce

Dvojité resp. poloviční rozteče L4

Vodicí kolejnice MONORAIL MR se dodávají na přání s dvojnásobnou vzdáleností otvorů L4. Nejedná se přitom o standardní produkt (objednací kód NX). Dostupnost na vyžádání.
Přitom je nutno dbát na to, aby byla v tomto případ snížena tuhost ale také přesnost chodu.
Také pro vodicí kolejnice MONORAIL MR lze pro zvýšení tuhosti a zlepšení přesnosti chodu dodat vodicí kolejnice s polovičním dělením (odpovídá MR standardu L4).
Nejedná se přitom o standardní produkt (objednací kód NX). Dostupnost na vyžádání.

Ostatní speciální rozteče otvorů

Zákaznicky specifické rozteče anebo rozteče, která se mění přes vodicí kolejnici např. u styku u více dílných vodicích kolejnic, lze dodat na vyžádání.

Přídavné lícované otvory a závity

Jako opci lze dodat vodicí kolejnice s přídavnými otvory např. pro lícovaný kolík nebo s přídavnými otvory se závity.
Dostupnost na vyžádání.

Přídavné otvory vodicí kolejnice na horní straně

Na horní straně vodicí kolejnice lze umístit přídavné otvory, např. pro lícované kolíky nebo průchozí otvory, např. pro montáž vodicích vozíků podle specifického zákaznického zadání. Dostupnost na vyžádání.

Konečné opracování kolejnic

Po oddělení vodicích kolejnic budou opracovány konce vodicích kolejnic.
Standardní provedení:

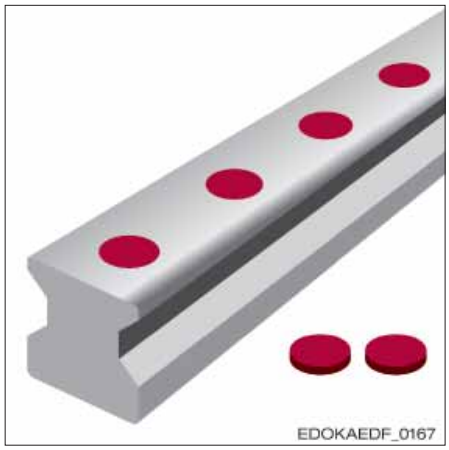
- Sražená hrana k najetí vodicích vozíků.
- Ochrana proti poranění.
- čisté uložení krycího pásku u vodicích kolejnic s krycími pásky.

EN Standard

4.9.3. Zaslepovací prvky pro upevňovací otvory

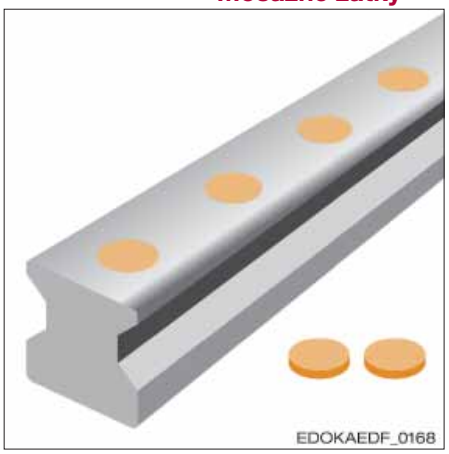
Lze dodat následující zaslepovací prvky pro otvory vodicích kolejnic.
Srovnání jednotlivých konstrukčních tvarů prvků s jejich výhodami i nevýhodami naleznete také v kapitole 4.3 – Konstrukční tvary vodicích kolejnic.
Dostupné velikosti, konstrukční tvary a objednací údaje viz Produktový katalog firmy SCHNEEBERGER pro MONORAIL a AMS a informace k montáži viz Montážní návod firmy SCHNEEBERGER Ocelové a mosazné zátky.

Plastové zátky



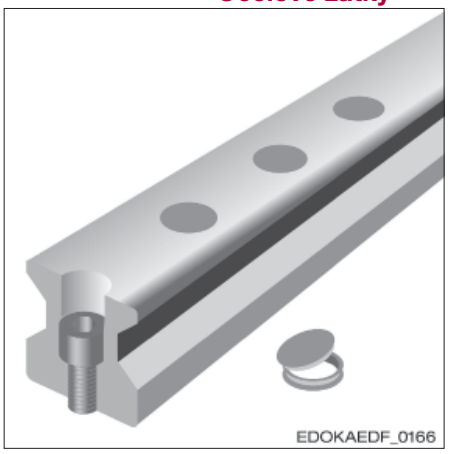
Parametry:
– cenová výhodnost
– jednoduchá montáž a demontáž
– pro chráněné osy a málo znečištěné okolí, např. v manipulační části
– objednací kód pro válečkové produkty: MRK
– objednací kód pro kuličkové produkty: BRK
– opakovaně nepoužitelné

Mosazné zátky



Parametry:
– cenová výhodnost
– hladké povrchy bez štěrbin
– velmi dobrá funkce stěrače
– pro zvýšené tepelné a mechanické namáhání
– těsnost vůči kapalinám
– montáž nutná s hydraulickým nářadím
– opakovaně nepoužitelné
– objednací kód pro válečkové produkty: MRS
– objednací kód pro kuličkové produkty: BRS

Ocelové zátky



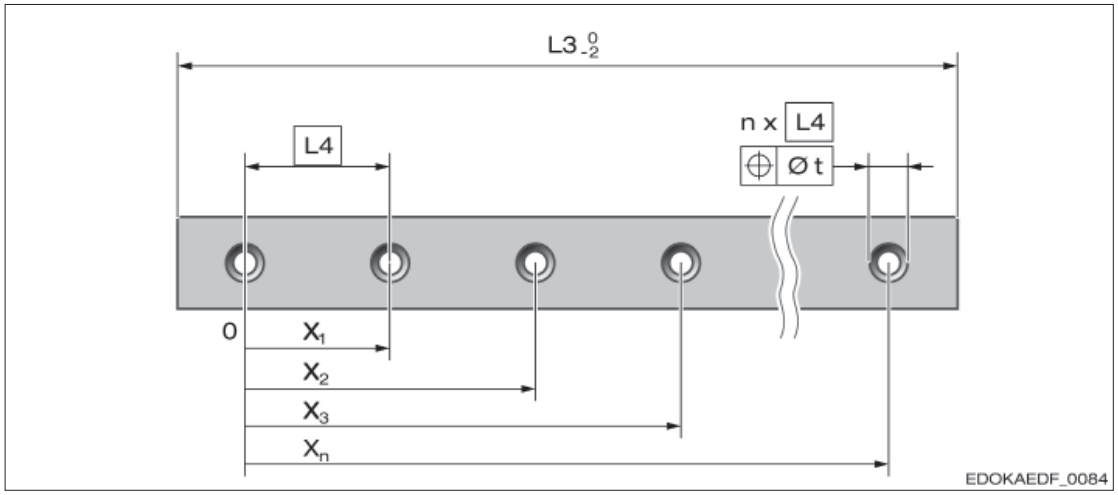
Parametry:
– hladké povrchy vodicích kolejnic
– dobrá funkce stěrače
– pro vysoké tepelné a mechanické namáhání, např. v otevřené části s výskytem třísek
– jednoduchá montáž s hydraulickým montážním nářadím
– drahé
– opakovaně nepoužitelné
– objednací kód pro válečkové produkty: MRZ

Krycí pásek

Parametry:
– hladké povrchy vodicích kolejnic pouze s jednou rušivou hranou v podélném směru
– dobrá funkce stěrače
– nízké montážní náklady s montážním nářadím
– pouze jeden spotřební prvek pro celou vodicí kolejnici
– vícenásobně použitelné a snadno demontovatelné
– nutný volný prostor za vodicí kolejnicí k montáži
– zajištění konců krycího pásku pomocí koncovek (EST) nebo páskových pojistek (BSC)
– objednací kód pro válečkové produkty: MAC
– objednací kód pro válečkové produkty: BAC

4.9.4. Tolerance délky vodicích kolejnic a upevňovacích otvorů pro vodicí kolejnice konstrukčních tvarů N, ND, NU, NUD, C a CD

Délkové tolerance jedno- a vícedílných vodicích kolejnic činí L3 = 0/- mm.
Polohová tolerance upevňovacích otvorů u jedno- a vícedílných vodicích kolejnic činí:



Schematické znázornění vzdálenosti otvorů L4:

L4 rozteče
L3 délka kolejnice

Polohovátolerance (mm)		
Kolejnice	$x_n \leq 1000$ mm	$x_n > 1000$ mm
Indukčně kalená	0,4	0,4
Prokalená	0,6	0,8

4.9.5. Povolené utahovací momenty šroubů

Maximální utahovací momenty pro upevňovací šrouby DIN 91/ISO 4762 se zjistí z následující tabulky. Přitom se vychází z koeficientu tření v dodaném stavu μ = 0,125.

Pozor

Poškození součástí díky nesprávnému utahovacímu momentu šroubů

- Údaje výrobců šroubů je nutno dodržet. V každém případě jsou závazné.
- Šrouby s nízkou hlavou DIN 6912 je nutno dotáhnout podle třídy 8.8.
- Pro vodicí kolejnice AMS se použijí šrouby třídy 8.8.

Utahovací momenty pro upevňovací šrouby ISO 4762:

Maximální utahovací moment (Nm)								
Šroub	**M4**	**M5**	**M6**	**M8**	**M12**	**M14**	**M16**	**M24**
Konstrukční velikost	(15)	(20)	(25)	(30, 35)	(45)	(55)	(65)	(100)
Třída pevnosti								
8.8	3	6	10	24	83	130	200	700
12.9	5	10	16	40	95	166	265	1100

Pro zvýšení lomové bezpečnosti v případě kolize pohybujících se os by se měly pro lineární vedení použít pokud možno šrouby třídy pevnosti 12.9 podle ISO 898-1. Principiálně se však používají šrouby třídy pevnosti 8,8 až 12,9. Pokud budou pevnostní šrouby namazány tukem obsahujícím MoS2 a budou utaženy momentovým klíčem, docílí se rovnoměrná síla předpětí. Z toho vyplývá výrazné zlepšení přesnosti chodu.

Pozor

Poškození součástí díky nesprávnému utahovacímu momentu šroubů

➡ při použití tuků obzvláště s obsahem MoS_2, může koeficient tření μ až na polovinu. Utahovací moment je nutno patřičně sníži$_t$.

Upevňovací šrouby je nutno zajistit, pokud lze očekávat ztrátu napětí.

4.9.6. Povolené boční síly bez dorazové plochy

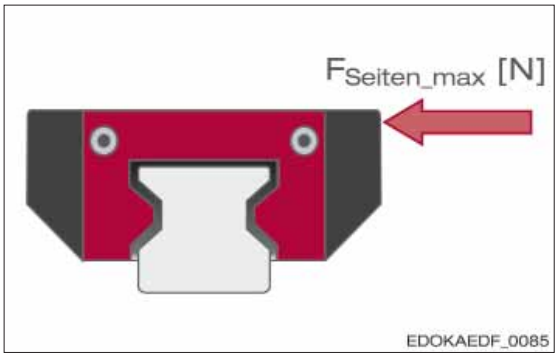
Pokud nejsou v dorazové konstrukci připraveny žádné dorazové plochy, lze určit směrné hodnoty pro maximální povolené boční síly s pomocí níže uvedené tabulky. Hodnoty F_{Seiten_max}-závisí na dynamické nosnosti C, druhu upevnění vodicích vozíků a třídě pevnosti šroubů.

Maximální boční síly F_{Seiten_max} (N) na vodicí kolejnici bez dorazových ploch

na bázi šroubových spojů se šrouby třídy pevnosti 8.8. Tabulkové hodnoty udávají maximální boční sílu, kterou smí vyvinout vodicí vozík na vodicí kolejnici a platí pro standardní vzdálenost otvorů L4. Hodnoty se při použití dvou nebo více vodicích vozíků patřičně zvýší.
(Hodnoty z DIN 637)

Maximální boční síla F_{Seiten_max} (N)

	MONORAIL MR		MONORAIL BM				
Typ vozíku	**A, C, E**	**B, D**	**A, C, E, F**	**B, D, G**			
Konstrukční velikost							
15			280				
20			480	550			
25	1400	1600	710	810			
30			1400	1600			
35	2800	3200	1400	1600			
45	6900	7900	3400	3900			
55	9600	10900					
65	13200	15100					
100		36000					



Maximální boční síla F_{Seiten_max}(N), která působí na vodicí vozík

Uvedené maximální boční síly platí výhradně pro ideálně tuhé připojovací plochy připojovací konstrukce a šroubové upevnění v oceli nebo ocelové litině. U labilních připojovacích ploch stoupají šroubová zatížení zčásti enormně a může dojít k uvolnění šroubových spojení. U šroubových spojení v hliníku je nutno snížit maximální povolené boční síly podle VDI 2230.

4.9.7. Povolené tahové síly a příčné momenty

Maximální zatížení vedení s profilovou kolejnicí je určeno nejenom statickou nosností C_0 a statickým momentem M_0 M0 valivých kontaktů, nýbrž také šroubovými spoji na vodicím vozíku a vodicí kolejnici. Přičemž v první řadě bude určena maximální hranice zátěže díky šroubení vodicí kolejnice.

Maximální tahové síly F_{Zug_max} a příčné momenty M_{Q_max} vedení s profilovými kolejnicemi na bázi šroubových spojů se šrouby třídy pevnosti 8.8. Tabulkové hodnoty udávají maximální dovolené tahové síly a příčné momenty, které smí vyvinout vodicí vozík na vodicí kolejnici a platí pro standardní vzdálenost otvorů L4. Hodnoty se při použití dvou nebo více vodicích vozíků patřičně zvýší.

Maximální tahové síly F_{Zug_max} (N) a příčné momenty M_{Q_max} (Nm)

	MONORAIL MR				MONORAIL BM			
Typ vozíku	A, C, E		B, D		A, C, E, F		B, D, G	
	F_{Zug_max} (N)	M_{Q_max} (Nm)	F_{Zug_max} (N)	M_{Q_max} (Nm)	F_{Zug_max} (N)	M_{Q_max} (Nm)	F_{Zug_max} (N)	M_{Q_max} (Nm)
Konstrukční velikost								
15					3700	26		
20					6400	60	7300	68
25	18800	200	21500	230	9400	100	10800	120
30					18500	240	21100	280
35	36900	590	42200	680	18500	300	21100	340
45	91700	1900	104800	2200	45900	970	52400	1100
55	127400	3200	145600	3600				
65	176400	5200	201700	6000				
100			479300	22500				

Při překročení těchto hodnot je nutno ještě jednou prověřit šroubové spoje. K tomu může dojít k uvolnění šroubových spojů.

Uvedené maximální tahové síly a torzní momenty platí výhradně pro ideálně tuhé připojovací plochy připojovacích konstrukcí ale také pro šroubové spoje v oceli nebo litině. U labilních připojovacích ploch stoupají šroubová zatížení zčásti enormně a může dojít k uvolnění šroubových spojení. U šroubových spojení v hliníku je nutno snížit maximální povolené tahové síly podle VDI 2230.

4.9.8. Přesnost – faktory vlivu

Přesnost upevnění vodicí kolejnice je ovlivňován řadou faktorů:

Přesnost připojovací konstrukce	Přesnost ploch se přenáší na vodicí kolejnici: Zkrácení životnosti při nedostatečné kvalitě
Přímost vodicí kolejnice	žádné zlomy, dle specifikace firmy SCHNEEBERGER
Vzdálenost upevňovacích otvorů	Šrouby nelze namontovat do strojního lože a sedí v díře vodicí kolejnice
Druh montáže s/bez bočních dorazových ploch	ev. omezit přímost
Utahovací moment	zajistit, aby šrouby byly utahovány rovnoměrně
Použití podložek	zajistit, aby tyto nepřesahovaly otvor a nebyl omezen prostor pro vestavbu zátky
Stav plnění strojního lože, vodicí kolejnice a šroubů	vše očistit
Montážní metoda (jednostupňové dotažení šroubů nebo Předběžné vyrovnání se sníženým utahovacím momentem	viz Montážní návod MONORAIL a AMS
Pořadí zašroubování upevňovacích šroubů	viz Montážní návod MONORAIL a AMS
Teplotní rozdíl mezi vodicí kolejnicí a ložem stroje při montáži (tepelná délková roztažnost)	zajistit, aby vodicí kolejnice při montáži měly stejnou teplotu jako lože stroje

Detailní informace k jednotlivým bodům naleznete v:

- Produktovém katalogu firmy SCHNEEBERGER a Montážním návodu MONORAIL a AMS
- Kapitola 1.6 – Přesnost

4.10. Vícedílné vodicí kolejnice

4.10.1.
Složené vodicí kolejnice a styky

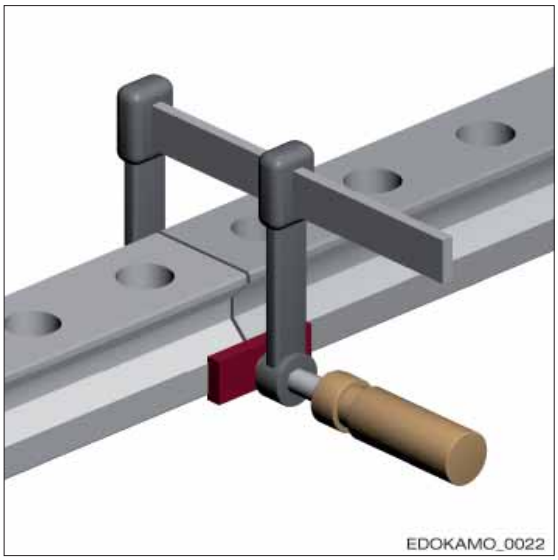
Délka L3 jednodílného vedení MONORAIL firmy SCHNEEBERGER je omezena produkční možností na max. 6m. Maximální délky lze zjistit z příslušného Produktového katalogu. Větší délky lze realizovat spojením dvou nebo více vodicích kolejnic. Dílčí kusy vodicích kolejnic se přitom sešroubují tak, že vznikne bezmezerový plně zatížitelný styk.

4.10.2.
Montáž a označení

Vícedílné vodicí kolejnice jsou na stycích označeny a u spárovaných provedení GP navíc na začátku vodicí kolejnice opatřeny číslem sady.

Číslování styků vodicích kolejnic a čísla sad. Zápis 1.1 se vztahuje pouze na provedení GP.

Kolejnice namontujte tak, aby číslice styků souhlasily. Vodicí kolejnici s číslem sady Index 1, resp. s číslicí styku 1 se označuje jako referenční kolejnice.
Při montáži vícedílných pásů vodicích kolejnic bez dorazové plochy v loži stroje vyrovnejte styky vodicích kolejnic pomocí fixačního můstku.



Montáž s fixačním můstkem

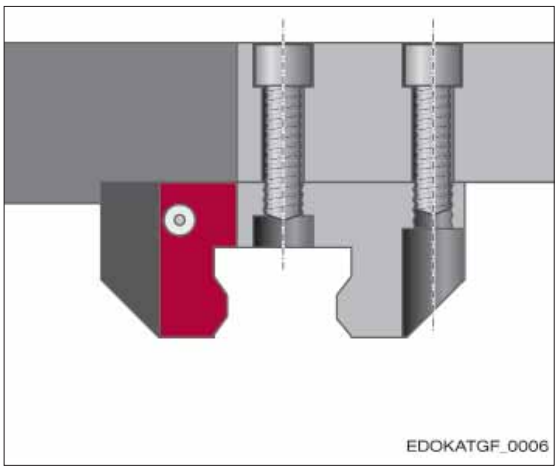
Při montáži s dorazovými plochami na straně stroje pokládejte vodicí kolejnice s jejich dorazovými stranami vždy na dorazové plochy. V obou případech dbejte na to, aby vodicí kolejnice byly k sobě seřazeny bez mezer.
V případě nutnosti náhradních dílů lze vyměnit vícedílné vodicí kolejnice pouze kompletně. Dodatečné objednání jednotlivých zákaznicky specifických dílců není možné.
Zaměnitelnost jednotlivých kusů vodicích kolejnic konstrukčních tvarů N, NU, NUD, C a CD je dána pouze u MONORAIL RSR a BSR a také MONORAIL AMS 3L.

4.11. Upevnění vodicích vozíků

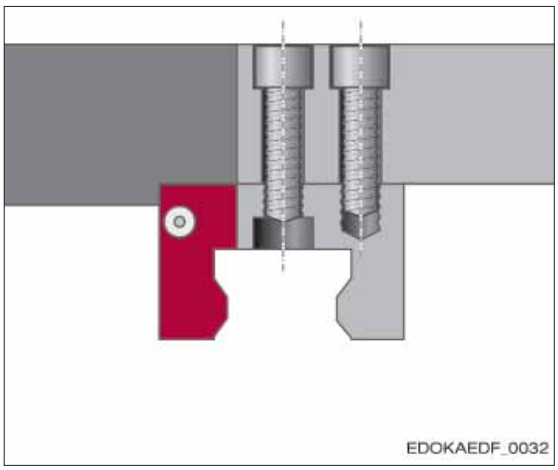
4.11.1.
Druhy upevnění

Vodicí vozíky MONORAIL mají podle konstrukčního tvaru a velikosti otvoru k upevnění dorazové konstrukce v polohách podle DIN 645. U konstrukčního tvaru A a B jsou tyto provedeny jako kombinace otvorů se závitem, u kompaktních konstrukčních tvarů C, D, E, F a G jako slepé otvory. K dosažení maximální tuhosti vodicích vozíků se doporučuje použití upevňovacích otvorů. Viz kapitola 4.11.4.

Upevnění seshora



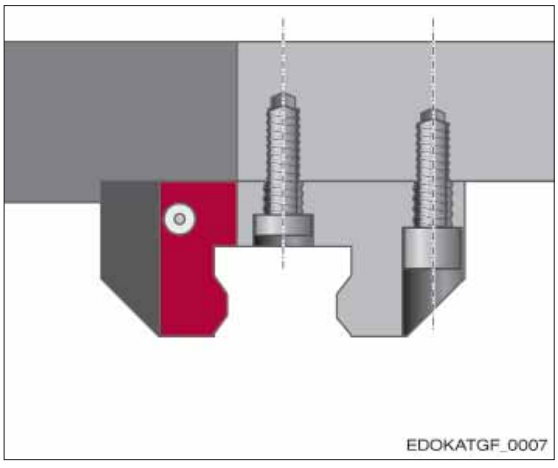
Upevnění s použitím závitového otvoru



Upevnění s použitím závitového otvoru

Všechny vodicí vozíky lze s použitím závitových otvorů upevnit seshora. Tato metoda se upřednostňuje. Poskytuje silnější upevnění, protože závit umožňuje větší průměr šroubů.
Při použití středních upevňovacích otvorů se odstraní ochranné plastové zátky.
Dbejte na délku středních upevňovacích šroubů, aby se zabránilo poškození vodicích kolejnice.

Upevnění seshora



Upevnění s použitím závitového otvoru

Vodicí vozíky konstrukčních tvarů A a B lze upevnit při použití otvorů se závitem jako průchozí otvory s patřičně menším průměrem šroubu také zezdola.

V tomto případě se pro střední upevňovací otvory použijí šrouby s nízkou hlavou podle DIN 6912. Pokud se použijí oba střední upevňovací otvory, je nutno odstranit ochranné plastové zátky.

4.11.2. **Boční dorazové plochy**

Standardní doraz

Jako standard mají vodicí vozíky na jedné boční straně broušenou dorazovou plochu. Tato je pro doraz vodicí kolejnice popsána mírou B2.

Dvojitý doraz

Obě strany vodicího vozíku mají broušenou plochu. Hlavní dorazová strana je u vodicích vozíků MR označena na boku písmenem A. U vodicích vozíků BM je hlavní dorazová plocha viditelně označena podélným zářezem. Hlavní dorazová plocha je k dorazu vodicí kolejnice popsána mírou B2. Druhá dorazová plocha má toleranci vztaženou k hlavní dorazové ploše. Obě dorazové plochy vztahující se k míře B2 nejsou symetrické ke středu vozíku.

4.11.3. **Přípustná boční síla bez dorazové plochy**

Pokud v připojovací konstrukci nejsou připraveny žádné dorazové plochy, lze směrné hodnoty pro maximální přípustné boční síly určit pomocí níže uvedené tabulky. Hodnoty F_{Seiten_max} závisí na dynamické nosnosti C, na druhu upevnění vodicích vozíků a na třídě pevnosti šroubů.

Maximální boční síla na vodicí vozík bez dorazových ploch

V závislosti na velikosti a počtu upevňovacích šroubů DIN 912/ISO 4762:

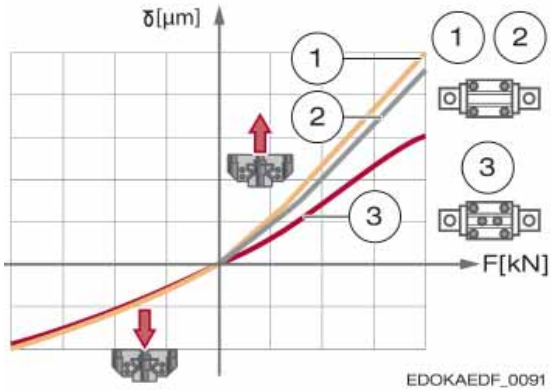
Maximální boční síla F_{Seiten_max} (N)								
Šroub	**M4**	**M4**	**M5**	**M5**	**M6**	**M6**	**M8**	**M8**
(Konstrukční velikost)	(15)	(15)	(15, 20)	(15, 20)	(20, 25)	(20, 25)	(25, 30, 35)	(25, 30, 35)
Počet šroubů	4 S	6 S	4 S	6 S	4 S	6 S	4 S	6 S
Třída pevnosti								
8.8	1250	1900	2100	3150	2950	4450	5400	8100
12.9	2150	3250	3550	5300	5000	7500	9200	13800

Šroub	**M10**	**M10**	**M12**	**M12**	**M14**	**M14**	**M16**	**M16**
(Konstrukční velikost)	(30, 35, 45)	(30, 35, 45)	(45, 55)	(45, 55)	(55, 65)	(55, 65)	(65)	(65)
Počet šroubů	4 S	6 S	4 S	6 S	4 S	6 S	4 S	6 S
Třída pevnosti								
8.8	8600	13000	12600	19000	17300	26000	23900	35800
12.9	14600	21900	21300	32000	29300	44000	40300	60400

Šroub	**M16**	**M16**	**M20**	**M20**				
(Konstrukční velikost)	(100)	(100)	(100)	(100)				
Počet šroubů	6 S	9 S	6 S	9 S				
Třída pevnosti								
8.8	35800	53700	55100	82700				
12.9	60400	90600	92000	138100				

4.11.4. Vliv počtu upevňovacích šroubů na tuhost

Diagram zdůrazňuje souvislost mezi tuhostí vedení a počtem a kvalitou upevňovacích šroubů. Na jeden vodicí vozík. Především se pod zatížením v tahu při snížení počtu šroubů z 6 na 4 výrazně zvyšuje elastická deformace.



1 4 šrouby, třída jakosti 8.8
2 4 šrouby, třída jakosti 12.9
3 6 šroubů, třída jakosti 8.8

δ Deformace při síle F
F Síla

Vliv upevnění vodicích vozíků na tuhost na příkladu 4řadového kuličkového vedení s geometrií 0. Síla F (N) je při tahu a tlaku vynesena proti deformaci δ (µm) .

4.11.5. Dodatečné utahovací momenty šroubů

Maximální utahovací momenty pro upevňovací šrouby ISO 4762 se zjistí z následující tabulky. Vychází se při tom z koeficientu tření v dodaném stavu µ = 0,125.

Pozor

Poškození součástí v důsledku dotažení šroubů nesprávným utahovacím momentem

- Údaje výrobce šroubů je nutno dodržet a jsou v každém případě závazné.
- Šrouby s nízkou hlavou DIN 6912 je nutno utáhnout podle třídy 8.8.

Utahovací momenty pro upevňovací šrouby ISO 4762:

Abychom zvýšili bezpečnost vůči lomu v případě kolize pohybujících se os, měly by se pro lineární vedení použít pokud možno šrouby třídy pevnosti 12.9 podle ISO 898-1.

Maximální utahovací moment (Nm)								
Šroub	**M4**	**M5**	**M6**	**M8**	**M10**	**M12**	**M14**	**M16**
(Konstrukční velikost)	(15)	(15, 20)	(20, 25)	(25-35)	(30-45)	(45, 55)	(55)	(65)
Třída pevnosti								
8.8	3	6	10	25	49	83	130	200
12.9	5	10	16	40	81	95	166	265

Šroub	**M20**
(Konstrukční velikost)	(100)
Třída pevnosti	
8.8	410
12.9	680

Principiálně lze však použít šrouby třídy pevnosti od 8.8 do 12.9. Budou-li upevňovací šrouby namazány tukem obsahujícím MoS2 a utaženy momentovým klíčem, bude docílena rovnoměrná předepínací síla. Z toho pak vyplývá výrazné zlepšení přesnosti chodu.

Pozor

Poškození součástí v důsledku dotažení šroubů nesprávným utahovacím momentem

➡ Při použití tuků, obzvláště obsahujících MoS_2-může koeficient tření μ klesnout až o polovinu. Krouticí momenty je nutno patřičně snížit.

Pokud očekáváte úbytky napětí, pak šrouby zajistěte.

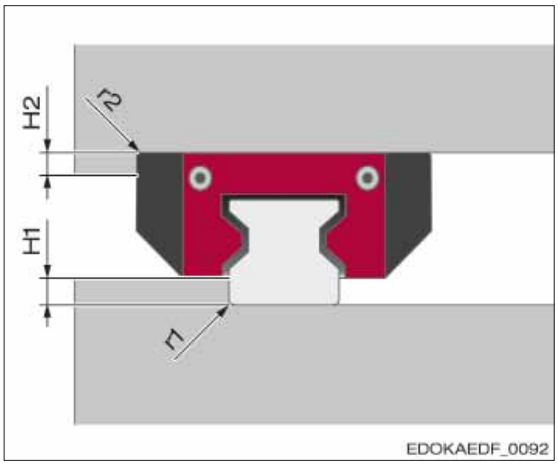
4.11.6.
Minimální hloubka zašroubování

Potřebnou délku šroubů pro upevnění vodicích vozíků lze zjistit podle tloušťky vodicího vozíku resp. suportu a minimální hloubky zašroubování, např. podle směrnice VDI 2230. Rozměry vodicího vozíku viz Produktový katalog MONORAIL a AMS firmy SCHNEEBERGER.

4.12. Uspořádání připojovací konstrukce

4.12.1.
Boční dorazové plochy

Pro jednoduchou montáž a precizní vyrovnání vedení MONORAIL od firmy SCHNEEBERGER by měly být montážní plochy vodicích kolejnic a vodicích vozíků vybaveny bočními dorazovými plochami. Tak lze současně přenášet vyšší boční síly. K tomu viz povolená boční síla bez dorazových ploch, kapitola 4.9 – Upevnění vodicí kolejnice a 4.11 - Upevnění vodicího vozíku.
Dodržení následujících údajů o výšce pro dorazové plochy zaručuje bezpečné přijetí síly a dostatečný volný prostor pro vodicí vozíky. Vodicí vozíky a vodicí kolejnice mají na hranách dorazových ploch sraženou hranu, tak aby bylo možno provést připojovací konstrukci bez zadních zápichů. Uvedené poloměry rohů jsou maximální hodnoty, které zajišťují, že vodicí vozíky a vodicí kolejnice správně přiléhají k montážním plochám.



r1 poloměr rohu hrany vodicí kolejnice
r2 poloměr rohu hrany vodicího vozíku
H1 dorazová výška vodicí kolejnice
H2 dorazová výška vodicího vozíku

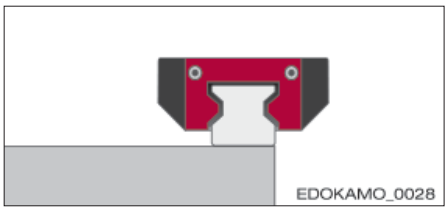
Rozměry připojovací konstrukce

Hodnoty platí pro ocel a ocelovou litinu s hranicí průtahu minimálně 240 N/mm².

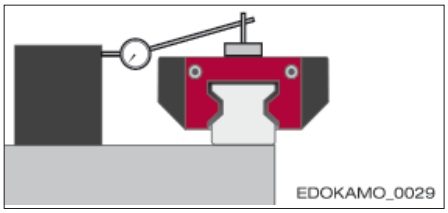
Konstrukční tvar	Konstrukční velikost	H1, min	H1, max	H2, min	r1, max	r2, max		
MR	25	3,5	6	5	0,8	0,8		
	35	4,5	7,5	6	0,8	0,8		
	45	6	9,5	8	0,8	0,8		
	55	7,5	12,5	10	1,3	1,3		
	65	9,5	13,5	12	1,8	0,8		
	100	15,5	16	22	1,8	1,8		
BM	15	3	3,5	3	1	0,6		
	20	3	4	4	0,9	1		
	25	3,5	5	4,5	1,1	1,1		
	30	4	5,5	5,5	1,3	1,3		
	35	4,5	6,5	6	1,3	1,3		
	45	5,5	8,5	7,5	1,3	1,3		

4.12.2. Metody vyrovnání kolejnic

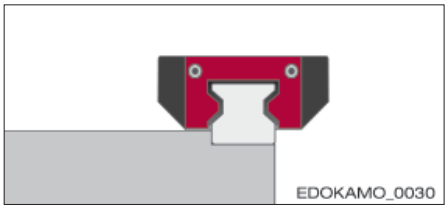
Vyrovnání vodicích kolejnic závisí na požadované přesnosti a je nutno je promyslet již ve fázi konstruování stroje, protože se zde stanovuje počet a poloha dorazových ploch. Viz kapitola 4.12 – Uspořádání připojovací konstrukce.
Rozlišujeme tyto druhy vyrovnání:



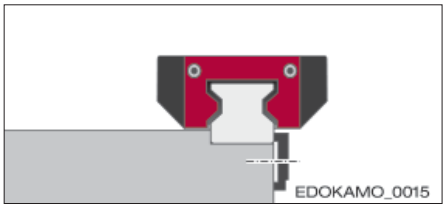
Parametry:
– nejsou k dispozici žádné dorazové hrany
– ruční vyrovnání bez pomůcek
– nedoporučuje se
– velmi nízká přesnost



Parametry:
– nejsou k dispozici žádné dorazové hrany
– ruční vyrovnání s pomůckami, např. vyrovnávacím pravítkem, Pomocnou dorazovou lištou, měřicími hodinkami, montážním vozíkem
– podle nákladů až vysoká přesnost



Parametry:
– boční doraz v loži stroje
– vyrovnání natlačením proti dorazové ploše
– vysoká přesnost, v závislosti na přesnosti dorazové hrany
– nejnižší časová náročnost

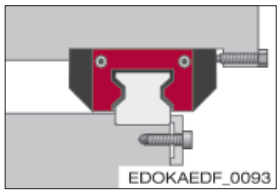


Parametry:
– boční dorazové plochy a dodatečná boční fixace
– vyrovnání natlačením proti dorazové ploše s pomocí bočních fixačních prvků
– velmi vysoká přesnost, v závislosti na přesnosti dorazové hrany
– nízká časová náročnost

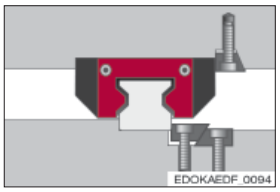
4.12.3. Boční dorazové plochy

Při použití bočních dorazových ploch pro montáž vedení MONBORAIL firmy SCHNEEBERGER se doporučuje zafixovat také protilehlé strany vodicí kolejnice pomocí přítlačných prvků. Usnadňuje to vyrovnání a umožňuje přijetí vysoké boční síly v obou směrech.
K boční fixaci lze použít různé přítlačné prvky. Výše přenositelných bočních sil závisí vždy na příslušném provedení a je nutné ji v každém případě ověřit.

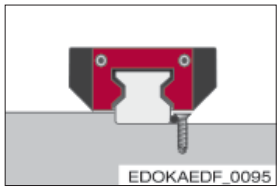
Stavěcí šrouby a svorkové lišty



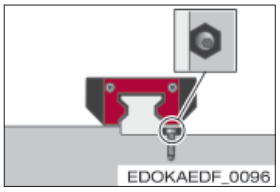
Jednoduché a dvojité klínové lišty



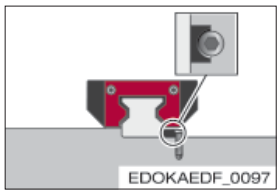
Hřídel se šroubem se zápustnou hlavou



excentrický šroub



Svěrací prvek
s kónickým zapuštěním



4.12.4.
Druhy vestaveb

Při výběru vhodného druhu vestavby a stanovení počtu a uspořádání bočních dorazových ploch je nutno zohlednit různá kritéria. Jsou to:

- zatížení
- požadovaná přesnost
- montážní náklady
- situace vestavby

Zatížení

Síly ve směru tahu a tlaku nemají vliv na boční dorazové plochy. Působí-li zatížení ze strany a překračuje-li hodnoty pro povolenou boční sílu bez dorazových ploch (viz kapitola 4.9 – Upevnění vodicí kolejnice a 4.11 – Upevnění vodicího vozíku), pak je nutno použít dorazové plochy a eventuálně boční fixace. Počet a poloha se přitom řídí podle působících sil. Dorazové plochy by měly být uspořádány podle přenosu síly hlavního zatížení. Boční dorazové plochy by se měly použít i při působení vibrací a rázů. Kromě toho zvyšují tuhost systému.

Přesnost

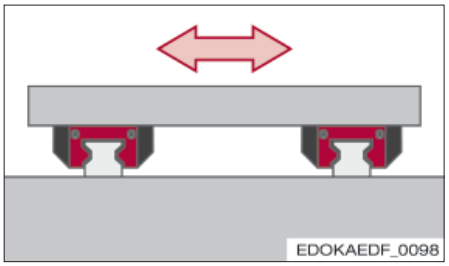
Boční dorazové plochy se doporučují při vysokých požadavcích na přesnost vedení. Dorazy přitom usnadňují montáž a snižují náklady na dosažení přesnosti. Přesnost vedení je určována přímostí dorazových ploch a procesem přitisknutí vodicí kolejnice resp. přesností boční fixace.

Montážní náklady

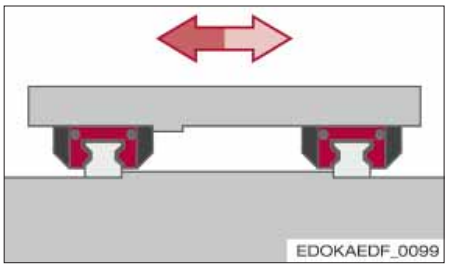
Dorazové plochy usnadňují montáž a snižují náklady na vyrovnání vodicích kolejnic.
Při pečlivém manuálním vyrovnání vedení lze od bočních dorazových ploch upustit. Při rozhodování ohledně metody je nutno zvážit montážní náklady oproti konstrukčním a výrobně technickým nákladům.

Montážní situace

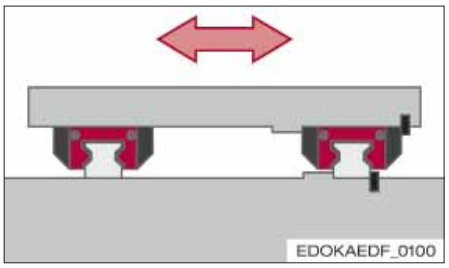
Dorazové plochy a boční fixace vyžadují dodatečný montážní prostor a přístupnost montážních pozic. Proto je nutno ověřit, zda připravené dorazy a fixace souhlasí s montážní situací ve stroji. Následně jsou popsány typické druhy montáže, které se liší počtem a polohou dorazových ploch, přenositelnými bočními silami a montážními náklady a mají sloužit jako konstrukční pomůcka:



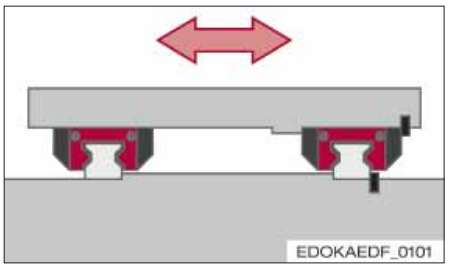
Parametry:
– bez dorazových ploch
– nízký příjem síly ze strany, síly se přenáší třením
– vysoké montážní náklady



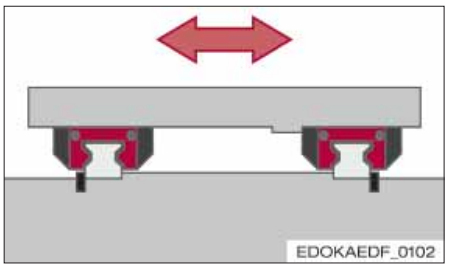
Parametry:
– obě vodicí kolejnice s jedním dorazem, jedna strana vodicího vozíku s protilehlým dorazem
– jednoduchá montáž
– vysoké přijetí boční síly z jednoho směru, např. pro osy šikmého lože nebo závěsné vestavby



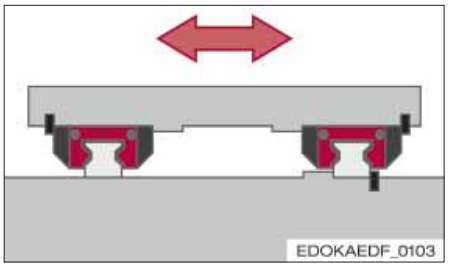
Parametry:
– jedna vodicí kolejnice a její vodicí vozíky s dorazem a boční fixací
– pro vysoké boční síly z obou směrů, jedna vodicí kolejnice pojme velkou část bočních sil
– relativně jednoduchá montáž



Parametry:
– obě vodicí kolejnice a jedna strana vodicího vozíku s jedním dorazem, jedna vodicí kolejnice a její vodicí vozíky navíc s boční fixací
– jednoduchá montáž
– vysoké přijetí boční síly z obou směrů



Parametry:
– obě vodicí kolejnice a jedna strana vodicího vozíku s dorazem a boční fixací
– jednoduchá montáž
– velmi vysoká přesnost
– pro velmi vysoké boční síly z obou směrů



Parametry:
– jedna vodicí kolejnice a obě strany vodicího vozíku s dorazem a boční fixací
– jednoduchá montáž
– velmi vysoká přesnost
– pro velmi vysoké boční síly z obou směrů

4.12.5.
Přesnost tvaru a polohy dorazových ploch

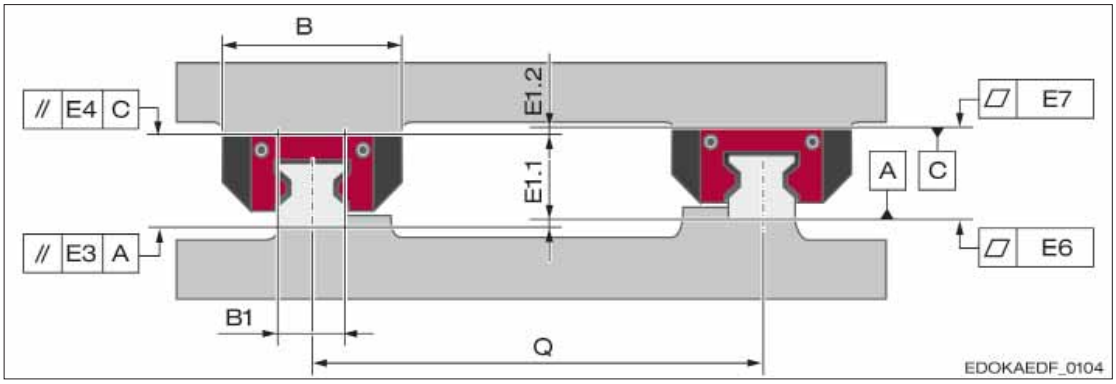
Na tuhé konstrukci s velkou tvarovou přesností se nejlépe uplatní výhody vedení MONORAIL od firmy SCHNEEBERGER. Nepřesnosti montážní plochy budou částečně vykompenzovány elastickou deformací vedení MONORAIL, budou tím však negativně ovlivněny celková přesnost, průběh chodu, posuvná síla a životnost. Labilní připojovací plochy zvyšují interní podružné síly vedení, což může také negativně ovlivňovat životnost.
Při dodržení níže uvedených tolerancí pro výškové odchylky a paralelnost je vliv na životnost v praxi zanedbatelný.

Jakost povrchu připojovacích ploch

Jakost povrchu připojovacích ploch nemá přímý vliv na funkci a na chování průběhu na vedení, avšak na statickou přesnost. Vodicí vozíky a vodicí kolejnice jsou díky šroubovým spojům tisknuty velkou silou na montážní plochy. Aby se zabránilo sedání spoje, je potřebný vysoký podíl nosnosti povrchových ploch. Dosáhne se toho vysokou jakostí povrchu. Pro podkladové a dorazové plochy se doporučuje střední hodnota hrubosti Ra 0,4 až 1,6 µm.

Povolené odchylky v příčném směru

Pro výpočet je nutno dosadit hodnoty v mm.



Povolené odchylky v příčném směru:

B	Šířka vodicího vozíku (mm)	E4	Paralelnost dosedací plochy vodicího vozíku příčně
B1	Šířka vodicí kolejnice (mm)	E6	Rovinnost dosedací plochy vodicí kolejnice
E1	Výšková odchylka příčně	E7	Rovinnost dosedací plochy vodicího vozíku
E3	Paralelnost dosedací plochy vodicí kolejnice příčně	Q	Vzdálenost vodicí kolejnice systému (mm)

Výšková odchylka příčně E1 = E1.1 + E1.2 obsahuje také toleranci pro rozměr A = MONORAIL – výška:

$$E1 = v_{vsp} \cdot Q \cdot 10^{-4}$$

EDOKAEDF_0105

E1 Výšková odchylka příčně
Q Vzdálenost vodicí kolejnice systému (mm)
v_{vsp} faktor předpětí

Paralelnost dosedací plochy vodicí kolejnice příčně E3:

$$E3 = v_{vsp} \cdot B_1 \cdot 10^{-4}$$

EDOKAEDF_0106

B1 Šířka vodicí kolejnice (mm)
E3 Paralelnost dosedací plochy vodicí kolejnice příčně
v_{vsp} faktor předpětí

Parallelität Führungswagenauflage quer E4:

$$E4 = v_{vsp} \cdot B \cdot 10^{-4}$$

EDOKAEDF_0107

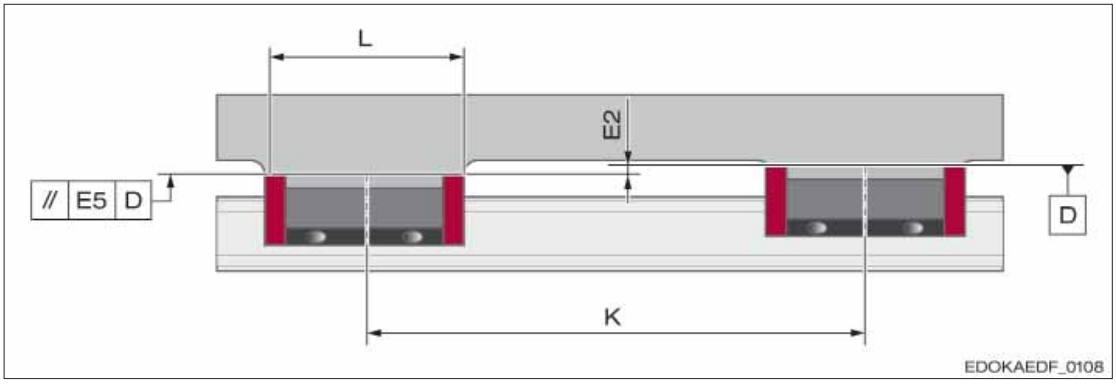
B Šířka vodicího vozíku (mm)
E4 Paralelnost dosedací plochy vodicího vozíku příčně
v_{vsp} faktor předpětí

Faktor předpětí

Faktor předpětí popisuje vliv předpětí na požadavky přesnosti dosedacích ploch vodicích vozíků a vodicí kolejnice.
Vyšší předpětí znamená vyšší tuhost a tím i větší vnitřní síly při odchylkách připojovacích ploch.

Vorspannungsfaktor v_{vsp}							
Vorspannung	**V0 / V1**	**V2**	**V3**				
v_{vsp}	3,0	2,0	1,0				

Povolené odchylky v podélném směru



Povolené odchylky v příčném směru:

L Celková délka vodicího vozíku
E2 Výškový rozdíl vodicího vozíku 1 a vodicího vozíku 2
E5 Paralelnost dosedací plochy vodicího vozíku podélně
K Vzdálenost vodicího vozíku podélně

Výškový rozdíl podélně E2 obsahuje také maximální rozdíl v rozměrech ΔA vodicích vozíků mezi vodicími vozíky jedné vodicí kolejnice:

$$E2 = t \cdot K \cdot 10^{-5}$$

EDOKAEDF_0109

E2 Výškový rozdíl vodicího vozíku 1 a vodicího vozíku 2
K vzdálenost vodicích vozíků podélně
t faktor vodicích vozíků
= 5 pro MRA/C a BMA/C/F
= 4 pro MRB/D a BMB/D/G

Parallelität Führungswagenauflage längs E5:

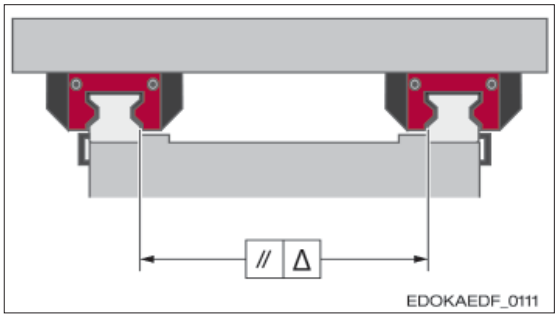
$$E5 = 4 \cdot L \cdot 10^{-5}$$

EDOKAEDF_0110

E5 Paralelnost dosedací plochy vodicího vozíku podélně
L Celková délka vodicího vozíku

Dovolené tolerance paralelnosti dorazových ploch

U paralelně nevyrovnaných vodicích kolejnic vede zdvihový pohyb k přepnutím v systému vedení, která dodatečně zatěžují valivé plochy. Díky tomu se může životnost zkrátit. Mimoto se zhorší přesnost chodu vedení.
Proto je nutné uvedené tolerance paralelnosti Δ dodržet za předpokladu, že tuhost upínače vodicích vozíků je nekonečně velká.



Dovolené tolerance paralelnosti Δ dorazových ploch

Tolerance Δ pro třídy předpětí V0 – V3 (µm)								
Konstrukční velikost	**V0**	**V1**	**V2**	**V3**				
15	13	12	11	6				
20	13	12	11	6				
25	14	13	12	7				
30	16	15	14	8				
35	18	17	16	9				
45	22	21	20	11				
55	-	25	23	13				
65	-	29	27	17				
100	-	35	33	20				

Rovnost montážních ploch

Pro rovnost montážních ploch vodicích kolejnic E6 po celé délce se doporučuje orientace podle hodnot pro přesnost chodu v závislosti na třídě přesnosti podle diagramu v kapitole 4.6.3 – přesnost chodu.
Rovnost dosedacích ploch vodicího vozíku E7 by neměla překročit hodnoty v níže uvedené tabulce.

Rovnost dosedacích ploch vodicích vozíků E7							
Konstrukční velikost	**Rovnost (µm)**						
15	0,5						
20	0,5						
25	0,5						
30	0,8						
35	0,8						
45	1						
55	1						
65	2						
100	2						

4.13. Mazání

4.13.1.
Mazání ve stavu dodání

Vodicí vozíky vedení SCHNEEBERGER MONORAIL se dodávají nakonzervovány olejem nebo tukem v oblasti valivých vedení. Konzervování je jako ochrana pro montáž vedení dostatečné. Podle požadavků aplikace, nezbytné doby skladování a druhu mazání za provozu lze vybírat z různých opcí. Objednací údaje viz produktový katalog MONORAIL a AMS firmy SCHNEEBERGER:

LN Ochrana olejem (objednací kód: LN)

LG Ochrana tukem (objednací kód: LG)

LV Úplné plnění tukem (objednací kód: LV)

Použitá maziva

Mazací olej pro ochranu olejem

Mazací olej na minerální bázi s přísadami proti korozi a tvorbě pěny, s dobrým demulgačním chováním, dobrou snášenlivostí s těsněním, vysokou oxidační stabilitou, viskozitní třída ISO VG 32. Detaily vit kapitola 1.10 – Mazání.

Mazací tuk pro ochranu tukem

Lithiový komplexní mýdlový tuk na minerální bázi s přísadami proti otěru a korozi, vhodný na vysoká zatížení, měkká konzistence, třída NLGI 2.

U použitých maziv SCHNEEBERGER se jedná o tuk nebo olej na minerální bázi. Tyto se snáší s jinými mazivy na minerální bázi. Přesto je nutné snášenlivost s použitým mazivem ověřit. V tomto případě se obraťte na zastoupení firmy SCHNEEBERGER.

Druh konzervace

Pro aplikace, které zajišťují kontinuální mazání ve fázi montáže i provozu, stačí ochrana olejem (objednací kód: LG).

Pozor

Poškození součástí při chybějícím mazivuf

➡ Při ochraně olejem nebo tukem musí zákazník před uvedením do provozu provést první plnění množstvím maziva nutným pro provoz. Množství maziva viz kapitola 4.13.6 Mazání tukem a 4.13.7 Mazání olejem.

Pokyn

➡ U aplikací s manuálním dodatečným mazáním se doporučuje úplná tuková náplň. (objednací kód: LV). Tzn., že vodicí vozík bude v prostoru oběhu valivých elementů zcela naplněn tukem. V tomto případě může první plnění ze strany zákazníka před uvedením do provozu odpadnout.

4.13.2.
První plnění a dodatečné mazání

Vodicí vozíky nesmí být nikdy uvedeny do provozu bez prvního plnění. U použitých maziv je nutno dbát na snášenlivost s provozní konzervací. Nepoužívejte žádná mazací tuky s podílem pevné mazací látky jako je grafit nebo MoS2. Potřebná mazací množství zjistíte v kapitolách 4.13.6 – Mazání tukem, resp. 4.13.7 – Mazání olejem.
Vozíky naplněné tukem výrobcem před dodáním nemusí být namazané před uvedením do provozu.

Pro zachování funkčnosti vedení SCHNEEBERGER MONORAIL je kromě prvního plnění zpravidla nutné pravidelné dodatečné mazání. Viz kapitola 4.13.3 – Životnostní mazání.
Pro domazávání použijte totéž mazivo jako u prvního mazání, resp. ověřte snášenlivost.
Potřebná mazací množství a množství pro domazávání zjistíte v kapitolách 4.13.6 - Mazání tukem, resp. 4.13.7 – Mazání olejem.
Údaje platí pro normální provozní podmínky a čisté okolí. V praxi závisí spotřeba maziva na mnoha faktorech a může podle případu použití silně kolísat. Za nevýhodných vlivů jako znečištění, kontakt s chladicím mazivem, vysoké rychlosti, velmi krátké nebo velmi dlouhé zdvihy, zvýšené teplota, vysoké síly a vibrace je časté domazávání nezbytné.

4.13.3. Životnostní mazání

Mazání tukem i ve spojení s dodatečnými dávkovači maziva jako je mazací deska SPL se považují za formu mazání minimálním množstvím a často se také označuje jako životnostní mazání. Při provozu vedení SCHNEEBERGER MONORAIL vystupuje z principu díky lineárnímu pohybu mazivo z vodicích vozíků a rozděluje se na vodicí kolejnice. Vlivem nečistoty nebo chladicího maziva se toto mazivo může vázat nebo vymývat a proto je nutné ho nahradit. Kromě toho mění tuk svou konzistenci díky vydifundování z oleje nosné substance. Tyto okolnosti vyžadují dodatečné mazání. Platí to také při použití mazací desky SPL, u níž se díky dodatečnému rezervoáru oleje zvyšuje dostupné množství maziva, a tím se výrazně prodlužují intervaly dodatečného mazání.
Domazávání a jeho intervaly je nutno vyšetřit za reálných podmínek použití. Podle příkladu použití, tzn. podle poměru C/P, zdvihu vodicího vozíku a okolních vlivů se může doba užívání tuku pohybovat mezi několika stovkami hodin a více roky. Maximální doba skladování a užívání maziv se pohybuje okolo tří až čtyř roků, protože podléhají procesu stárnutí a po této době se díky chemickým změnám stávají nepotřebnými. Doporučuje se dbát na údaje výrobců maziv!
Záruku za to, že se jednorázovým plněním dosáhne výpočtová životnost vedení SCHNEEBERGER MONORAIL, firma SCHNEEBERGER nepřebírá!
Bez dodatečného plnění bude životnost vedení SCHNEEBERGER MONORAIL záviset na době užívání tuku!

4.13.4. Bezpečnostní opatření

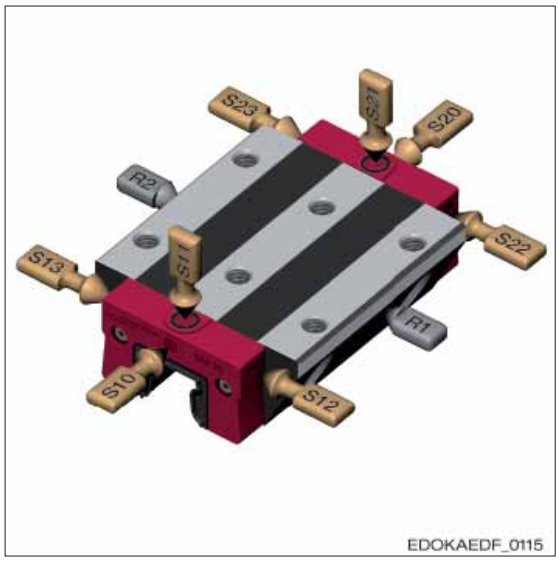
Vedení SCHNEEBERGER MONORAIL je nutno dostatečně zásobovat mazivem přizpůsobeným dané aplikaci a okolním podmínkám. Pro výběr maziva doporučujeme přibrat přímo výrobce maziva.
Před použitím maziv je nutno, pokud neexistují žádné zkušenosti nebo výpovědi výrobců maziv, vždy ověřit snášenlivost s:
- jinými použitými mazivy
- antikorozními prostředky
- chladicími mazivy
- plasty (elastomery a duroplasty), např. těsněními, čelními deskami
- barevnými a lehkými kovy.

Použití chladicích maziv

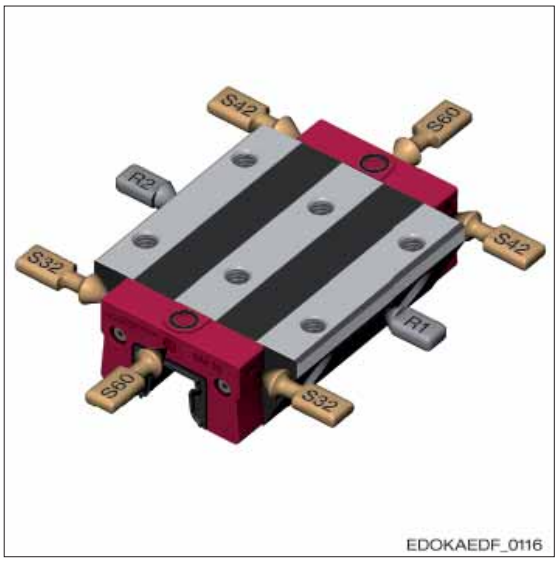
Při kontaktu lineárních vedení s chladicími mazivy mohou být maziva díky jejich emulgačnímu účinku vymývána z vodicích vozíků, což může ovlivnit funkčnost vedení. Proto by se měla při použití chladicích maziv vedení bezpodmínečně chránit kryty před přímým kontaktem s tekutými médii. Snášenlivost chladicího prostředku s mazivem je nutno ověřit. Kromě toho je nutno patřičně zkrátit intervaly dodatečného mazání.

4.13.5.
Mazací přívody

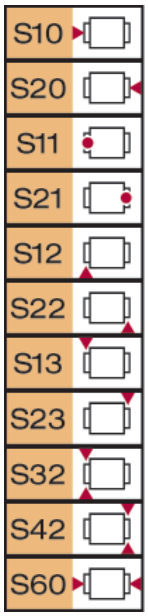
Čelní desky mají velký počet možností mazacích přívodů. Tak je možné, zásobování mazivem vodicího vozíku optimálně přizpůsobit konstrukčním podmínkám. Na každý přívod lze buď našroubovat maznici, nebo připojit centrální mazání. Standardně jsou všechny čtyři valivé dráhy zásobovány mazivem jednou přípojkou.
Jako mimořádnost nabízí systémy firmy SCHNEEBERGER pro určité vestavné polohy možnost uspořádat mazání obou stran valivé dráhy nezávisle na sobě (S32, S42 a S60). Zvyšuje to bezpečné mazání vedení a tedy životnost stroje.
Poloha mazacích přívodů je definována ve směru pohledu na dorazové straně R1 podle následujících obrázků.
Při mazání seshora, se přiloží o kroužek.
Všechny nepoužité mazací přívody budou uzavřeny závitovými tyčemi



Mazací přívody vodicího vozíku pro standardní mazání
R1 Dorazové plochy
R2 Protilehlé dorazové plochy

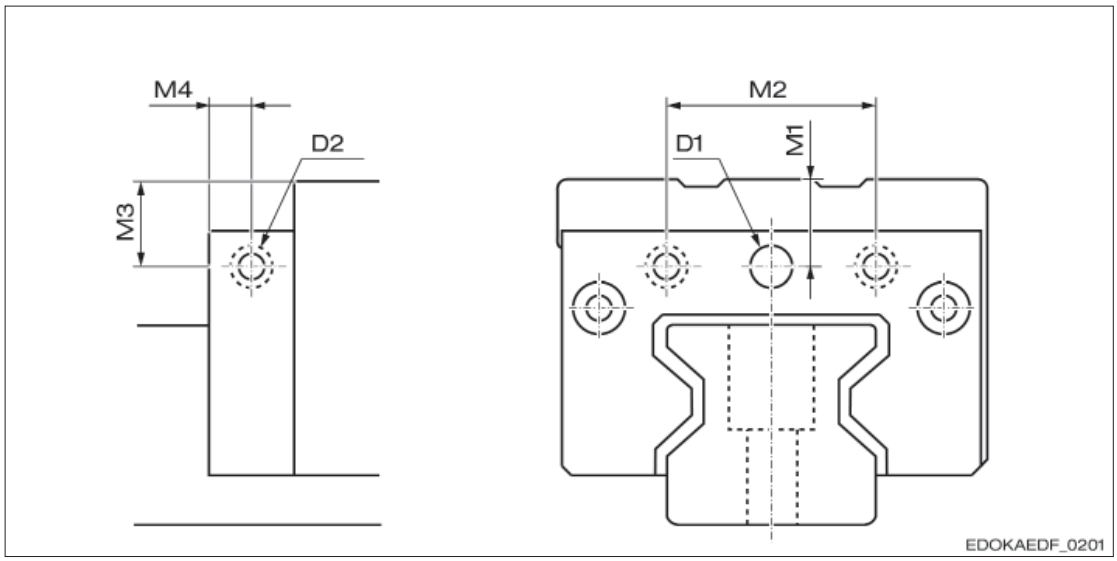


Mazací přívody vodicího vozíku pro nezávislé mazání valivých drah



středně do levého čela
středně do pravého čela
seshora vlevo
seshora vpravo
bočně dole vlevo
bočně dole vpravo
bočně nahoře vlevo
bočně nahoře vpravo
bočně vlevo
bočně vpravo
středně do obou čel

Mazací přípoje v čelní desce vpředu a na boku



Mazací přípoje v čelní desce vpředu a na boku:
D1 Mazací přípoje vpředu
D2 Mazací přípoje na boku
M1 Vzdálenost mazání čelní deska vpředu
*Přívod pro optimální možnost mazání

M2* Vzdálenost mazání čelní deska vpředu
M3 Vzdálenost mazání čelní deska na boku
M4 Vzdálenost mazání čelní deska na boku;

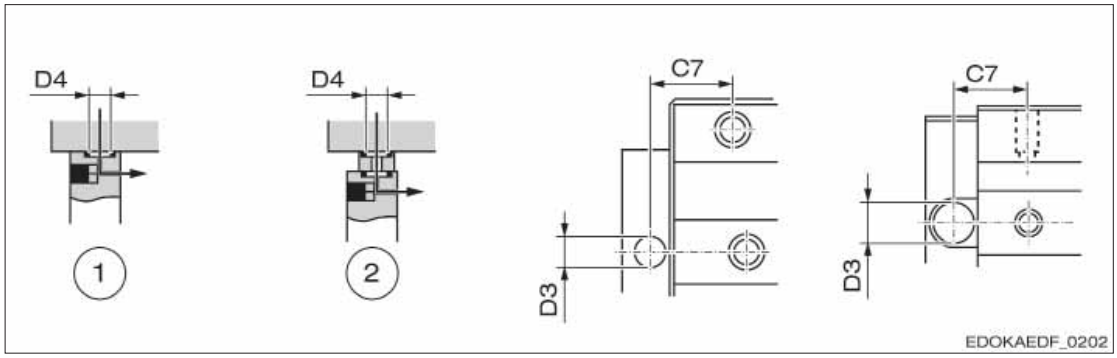
Bauform	Maße (mm)						
	M1	M2	M3	M4	D1	D2	
MRA/B/F/G 25	5,5	-	-	-	M6	-	
MRC/D/E 25	9,5	-	-	-	M6	-	
MRA/B 35	7	32	7	6,5	M6	M6	
MRC/D/E 35	14	32	14	6,5	M6	M6	
MRA/B/F 45	8	40	8	7,5	M6	M6	
MRC/D 45	18	40	18	7,5	M6	M6	
MRA/B/G 55	9	50	9	8,5	M6	M6	
MRC/D 55	19	50	19	8,5	M6	M6	
MRA/C 65	13	64	13	12,5	M6	M6	
MRB/D 65	13	64	13	12,5	M6	M6	
MRB 100	12,5	62,25	12,5	33	M6	M6	

Bauform	Maße (mm)						
	M1	M2	M3	M4	D1	D2	
BMA/F 15	4	-	4	4	M3	M3	
BMC 15	8	-	8	4	M3	M3	
BMA/B 20	5,2	-	5,2	5	M6	M3	
BMC/D 20	5,2	-	5,2	5	M6	M3	
BMA/B/F/G 25	5,5	-	5,5	6	M6	M6	
BMC/D/E 25	9,5	-	9,5	6	M6	M6	
BMA/B/F/G 30	7	-	7	6	M6	M6	
BMC/D/E 30	10	-	10	6	M6	M6	
BMA/B/F/G 35	7	-	7	6,5	M6	M6	
BMC/D/E 35	14	-	14	6,5	M6	M6	
BMA/B/F/G 45	8	-	8	7,5	M6	M6	
BMC/D 45	18	-	18	7,5	M6	M6	

Mazání shora

Mazání lze provádět také shora. Také zde je nutno při objednávání uvést požadovanou polohu. Nutné přestavovací práce provádí firma SCHNEEBERGER.

Objednací údaje: nahoře vlevo: -S11
nahoře vpravo: S21



Mazací přívody seshora:

1 für MRA/MRB, BMA/BMB, BMC/BMD, BME, BMF/BMG
2 für MRC/MRD, MRE

D3 Průměr zapuštění
D4 Maximální průměr mazacího otvoru
C7 Vzdálenost upevňovacího otvoru k mazacímu otvoru

C7 (mm)	MR 25	MR 35	MR 45	MR 55	MR 65	MR 100
MRA	12	14	17	21,5	27,75	-
MRB	23,2	27,5	34,5	42,5	54	67
MRC	17	20	27	31,5	47,75	-
MRD	20,7	22,5	34,5	42,5	49	-
MRE	17	20	-	-	-	-
MRF	17	-	27	-	-	-
MRG	20,7	-	-	42,5	-	-
D4	6	6	6	6	6	8
D3	10	10	10	10	10	12,4

C7 (mm)	BM 15	BM 20	BM 25	BM 30	BM 35	BM 45
BMA	9,05	10,25	13,5	15,7	15,8	17,05
BMB	-	18,25	23	26,7	28,55	32,8
BMC	11,05	12,25	18,5	21,7	21,8	27,05
BMD	-	13,25	20,5	22,7	23,55	32,8
BME	-	-	18,5	21,7	21,8	-
BMF	11,05	-	18,5	21,7	21,8	27,05
BMG	-	-	20,5	22,7	23,55	32,8
D4	4	6	8	8	8	8
D3	8	10	12	12	12	12

Pro utěsnění mazacího přívodu jsou nutné o kroužky. Následující tabulka ukazuje velikost o kroužku pro příslušný typ vozíku. Přičemž D5 označuje vnitřní průměr o kroužku a D6 tloušťku šňůry o kroužku.

Konstrukční tvar	D5	x	D6
BM 15	4,48	x	1,78
BM 20, MR 25-55	6.75	x	1,78
BM 25-45, MR 100	8,73	x	1,78
MR 65	6,5	x	2

Standardně dodávané opce mazání a objednací údaje viz Produktový katalog MONORAIL a AMS firmy SCHNEEBERGER. Označení Sxx je nutné pro objednací kód vodicího vozíku. Další možnosti mazacích přívodů pro speciální případy použití jsou k dispozici na vyžádání

4.13.6.
Mazání tukem

SCHNEEBERGER doporučuje mazací tuk KP2K podle DIN 51825 nebo tekutý tuk GP00N a GP000N podle DIN 51826.

První mazání

Před uvedením do provozu je nutno provést první mazání vodicího vozíku uvedeným množstvím pro první mazání. Platí to také, pokud se dodatečně plánuje použití mazacích destiček. Uvedená množství platí pro jeden vodicí vozík. Pokud se pro vodicí vozík použijí dva mazací přívody, je nutné hodnoty podělit dvěma.

Pokyn

➡ Během mazání musí vodicí vozík vícekrát popojet o svou trojnásobnou délku, minimálně však o jednonásobek své délky. Pro případ, že maximální zdvih < délka vodicího vozíku, kapitola 4.13.8 – Aplikační vědomosti o mazání, dbejte na požadavky na mazání v za mimořádných podmínek provozu.

Konstrukční tvar vozíku MR*	MR 25	MR 35	MR 45	MR 55	MR 65	MR 100
A, C, E	1,9	2,9	5,3	8,4	15	-
B, D	2,2	3,7	6,6	10,6	18,9	40
Konstrukční tvar vozíku BM*	**BM 15**	**BM 20**	**BM 25**	**BM 30**	**BM 35**	**BM 45**
A, C, E, F	0,9	1,7	2,8	4,7	6,6	12,6
B, D, G	-	2,1	3,5	5,8	8,1	15,6
K	0,7	1,4	-	-	-	-

Pozn.: * množství tuku na jeden vozík (cm3)

Množství tuku a intervaly pro domazávání

Domazávání se má provádět v závislosti na zatížení vodicích vozíků a na vnějších faktorech. Jako orientační hodnotu lze při rychlosti v = 1 m/s, normální teplotě T = 20°C-30°C a poměru C/P ≥ 2 lze pomocí následujícího vzorce vypočítat:

$$\text{Interval domazávání} = C/P \cdot 100\ \text{km}$$

EDOKAEDF_0117

C dynamická setrvačnost
P ekvivalentní dynamická sílat

Poměr C/P je poměr mezi dynamickou setrvačností C100 (hodnoty viz Produktový katalog MONORAIL a AMS firmy SCHNEEBERGER) a ekvivalentní dynamickou silou P (viz kapitola 4.8.2 – Výpočet životnosti).
Množství maziva přiváděné podle tohoto intervalu se zjistí z následující tabulky:

Konstrukční tvar vozíku MR*	MR 25	MR 35	MR 45	MR 55	MR 65	MR 100
A, C, E	0,4	1,1	2,1	3,2	5,9	-
B, D	0,5	1,3	2,4	4	7,4	17
Konstrukční tvar vozíku BM*	**BM 15**	**BM 20**	**BM 25**	**BM 30**	**BM 35**	**BM 45**
A, C, E, F	0,3	0,6	1,1	1,7	2,5	5
B, D, G	-	0,8	1,4	2,1	3,2	6,1
K	0,25	0,5	-	-	-	-

Pozn.: * množství tuku na jeden vozík (cm3)

Pokyn

➡ Uvedená množství maziva platí jak pro tuk, tak i pro tekuté mazivo.
➡ Množství maziva pro vodicí vozíky MONORAIL MR se použijí také pro AMSA 3B, AMSD 3B a AMSABS 3B, množství maziva pro vodicí vozíky MONORAIL BM platí také pro AMSA 4B, AMSD 4B, AMSABS 4B a BZ.

Zde uvedené hodnoty jsou pouze hodnoty orientační. Přesné stanovení množství a intervalů lze provést pouze za reálných podmínek provozu. Mazání je dostatečné, pokud je na povrchu vodicích kolejnic výrazně viditelný film z tuku.

Nezávisle na výkonu kilometrickém doporučujeme mazání minimálně každé 3 měsíce. Za nevýhodných provozních a okolních podmínek, je především u chladicího maziva, při silném znečištění, vysokém namáhání a teplotách nutné časté mazání.

4.13.7.
Mazání olejem

První mazání

Před uvedením do provozu je nutné vodicí vozíky naplnit s uvedenými hodnotami pro první mazání. Při tom by celkové množství oleje mělo vstříknout jedním impulzem nebo ve více kratších po sobě následujících impulzech během pojezdu vodicího vozíku. Uvedená množství platí pro jeden vodicí vozík s jedním mazacím přívodem. Má-li vozík dva přívody, je nutné hodnoty podělit dvěma. U speciální montážní polohy nebo u krátkého zdvihu je nutno dbát na pokyny uvedené v kapitole 4.13.8 – Aplikační vědomosti o mazání – Požadavky na mazání za speciálních podmínek provozu.

Konstrukční tvar vozíku MR*	**MR 25**	**MR 35**	**MR 45**	**MR 55**	**MR 65**	**MR 100**
Libovolná montážní poloha	0,95	0,55	0,7	0,9	1,2	2,25
Konstrukční tvar vozíku BM*	**BM 15**	**BM 20**	**BM 25**	**BM 30**	**BM 35**	**BM 45**
Libovolná montážní poloha	0,2	0,5	0,6	0,9	1,1	1,2

Pozn.: * množství oleje na jeden vozík pro všechny konstrukční tvary vodicích vozíků (cm3)

Množství oleje a intervaly pro domazávání

Domazávání se má provádět v závislosti na zatížení vodicích vozíků a na vnějších faktorech. Jako orientační hodnotu lze při rychlosti v = 1 m/s, normální teplotě T = 20°C-30°C a poměru C/P ≥ 2 lze pro domazávání přijmout následujícího interval:

Interval domazávání = 30 km

EDOKAEDF_0118

Množství maziva přiváděné podle tohoto intervalu se zjistí z následující tabulky:
Potřebný počet impulzů se vypočte jako kvocient z množství maziva pro domazávání podle tabulky a použité velikosti pístového rozvaděče. Mazací cyklus potom vyplývá z rozdělení interva-

Konstrukční tvar vozíku MR*	**MR 25**	**MR 35**	**MR 45**	**MR 55**	**MR 65**	**MR 100**
Normální montážní poloha	0,5	0,25	0,35	0,5	0,7	1,25
Libovolná montážní poloha	0,95	0,55	0,7	0,9	1,2	2,25
Konstrukční tvar vozíku BM*	**BM 15**	**BM 20**	**BM 25**	**BM 30**	**BM 35**	**BM 45**
Normální montážní poloha	0,07	0,17	0,2	0,3	0,35	0,4
Libovolná montážní poloha	0,14	0,34	0,4	0,6	0,7	0,8

Pozn.: * množství oleje na jeden vozík pro všechny konstrukční tvary vodicích vozíků (cm3)

lu pro domazávání ze zjištěné četnosti impulzů.

$$\text{Mazací cyklus [h]} = \frac{\text{Velikost pístového rozvaděče [cm3]} \cdot \text{interval domazávání [h]}}{\text{Množství oleje pro domazávání [cm3]}}$$

EDOKAEDF_0119

Příklad:
Při v = 0,2 m/s a 100% době zapnutí odpovídá mazací interval 30 km zhruba 40 provozním hodinám. Při množství pro domazávání 0,5 cm3 pro MR 55 v normální montážní poloze z toho podle tabulky a velikosti pístového rozváděče 0,1 cm3 vyplývá např. množství oleje jednoho impulzu 0,1 cm3 každých 8 hodin (8 h = 0,1 cm3 / 0,5 cm3 * 40 h).

Pokyn

- U speciální montážní polohy nebo krátkého zdvihu jsou pokyny pro mazání v kapitole 4.13.8 – Aplikační vědomosti o mazání – dbejte na požadavky na mazání za speciálních podmínek provozu
- Uvedená množství maziva platí jak pro tuk, tak i pro tekuté mazivo.Množství maziva pro vodicí vozíky MONORAIL MR se použijí také pro AMSA 3B, AMSD 3B a AMSABS 3B, množství maziva pro vodicí vozíky MONORAIL BM platí také pro AMSA 4B, AMSD 4B, AMSABS 4B a BZ.

Zde uvedené hodnoty jsou pouze hodnoty orientační. Přesné stanovení množství a intervalů lze provést pouze za reálných podmínek provozu. Mazání je dostatečné, pokud se při posouvání vodicího vozíku hromadí před stěračem mazivo, resp. pokud se v bodech obratu vodicího vozíku hromadí mazivo na vodicí kolejnici. Doporučuje se během provozu alespoň jednou za měsíc a po delší odstávce stroje před znovuuvedením do provozu provést plnění. Za nevýhodných provozních a okolních podmínek, především při mazání chladicím mazivem, silném znečištění, vysokých zátěžích a teplotách je častější mazání nezbytné.

4.13.8. Aplikační vědomosti o mazání – Požadavky na mazání za speciálních podmínek provozu

Volba mazacího systému pro systém lineárního vedení je výrazně ovlivněna druhem použití a podmínkami provozu. Specifické aplikace vytvářejí mimořádné požadavky na:

- druh a vlastnosti maziva
- druh dodání do systému
- polohu mazacích přívodů
- množství maziva a mazací cykly

Na četnost mazání mají dále vliv různé faktory jako:

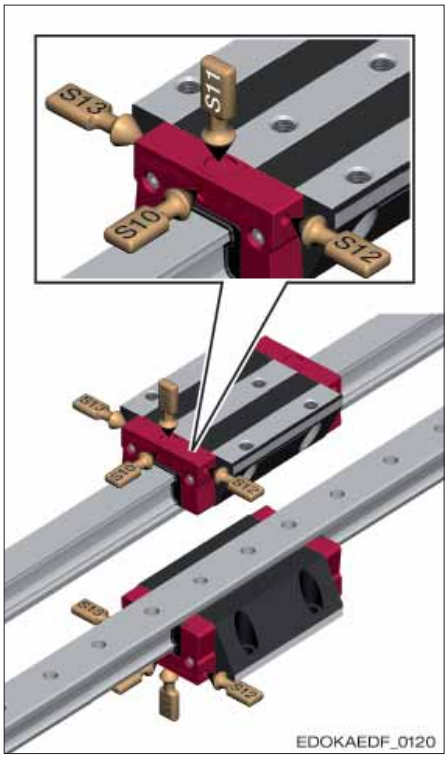
- vliv chladicího maziva: vymývací efekt díky chladicímu mazivu
- poměr délek a zdvihu pohybu vodicího vozíku
- kryty stroje
- druh utěsnění vodicího vozíku: stěrače pro snadný chod, doplňkové stěrače

Při použití centrálního mazacího zařízení se kromě výběru mazacího přívodu a vhodného maziva musí dbát na to, aby vedení pro rozvod maziva bylo co nejkratší a dostatečně nadimenzované. Pístový rozvaděč musí být umístěn co nejblíže mazacího místa. Také je nutno dbát na pokyny výrobce mazacího zařízení.

Následně jsou popsány typické případy provozu a jejich požadavky:

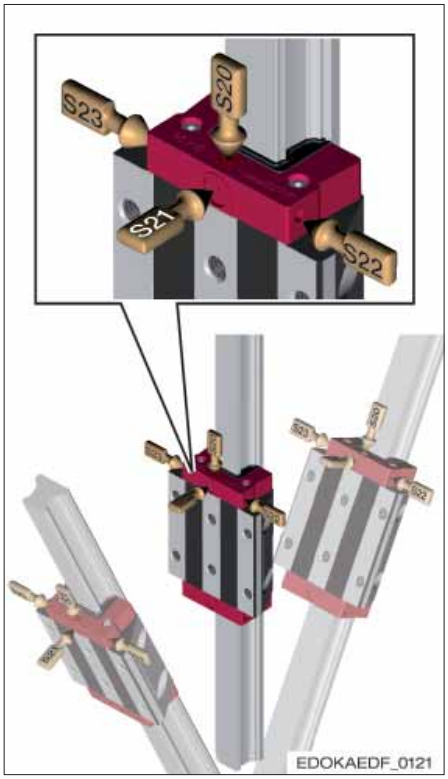
Montážní poloha

Montážní poloha
U mazání tukem je v každé montážní poloze zajištěno, aby byly jedním mazacím přívodem zásobovány mazivem všechny čtyři dráhy vodicího vozíku.
U mazání olejem a u horizontální nebo vertikální vestavby také nejsou nutná žádná mimořádná opatření. Na základě přizpůsobených průřezů mazacích kanálů v čelní desce to platí také pro vestavbu vedení otočenou o 180° okolo podélné osy vodicí kolejnice.



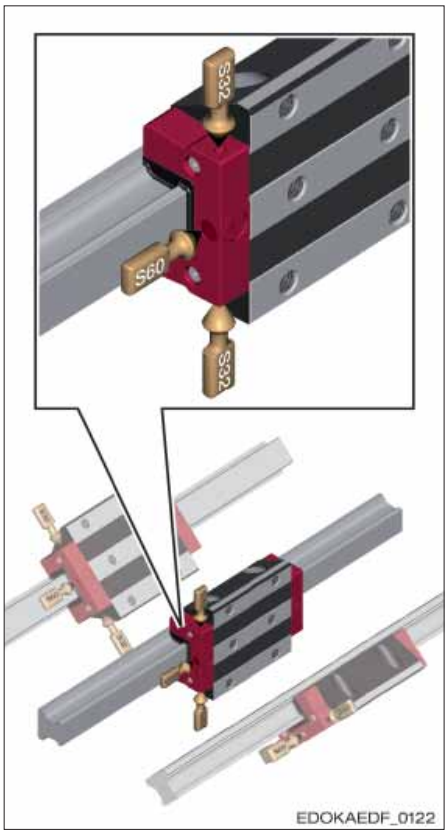
Mazání olejem u horizontální vestavby
- Lze použít mazací přívody S10 až S23.

U vertikální vestavby nebo u vestavby skloněné okolo příčné osy se umístí mazací přívod do horní čelní desky.



Mazání olejem u vertikální vestavby skloněné okolo příčné osy
- Lze použít mazací přívody S10 až S23.

Je-li dopředu stanoveno olejové mazání nebo mazání tekutým tukem NLGI třídy 000 a vestavba nakloněná okolo podélné osy vodicí kolejnice, jsou nutná speciální opatření, protože olej má díky své nízké viskozitě tendenci vytékat působením zemské tíže směrem dolů a tím tedy k jedné straně vodicí dráhy. Je proto nutné zajistit, aby byly všechny čtyři vodicí dráhy vodicích vozíků zásobeny dostatkem maziva. Dochází k tomu podle konstrukčního tvaru vedení různým způsobem.



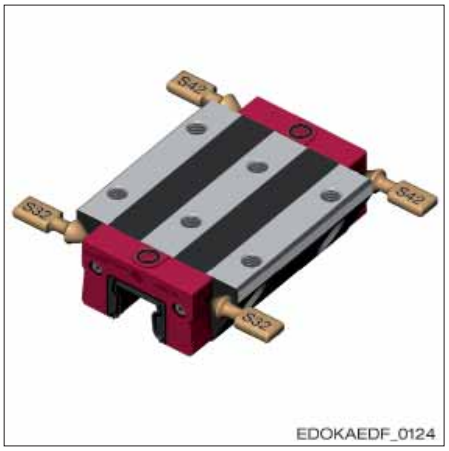
Vestavba skloněná okolo podélné osy vodicí kolejnice
– Použít oddělené mazání.
- Mazací přívody S32, S42 a S60.

Následující popisy poskytují přehled o opatřeních potřebných podle konstrukčního tvaru vodicí kolejnice pro zajištění mazání v případě mazání olejem a vestavné poloze otočené okolo podélné osy:

Konstrukční tvar
– MR 25

Opatření
- Oddělené mazání
- 2 přívody na jeden vodicí vozík
- Objednací kód –S60-

Mazací přívody
– S60



Konstrukční tvar
– MR 35 - MR 100
– BM 15 - BM 45

Opatření
– Oddělené mazání
– 2 přívody na jeden vodicí vozík
- Objednací kód –S32- nebo –S42-
– Závislost na montážní poloze

Mazací přívody
– S32
– S42

Pokyn

➡ Při pouze jediném mazacím přívodu na vodicí vozík se upřednostňuje tuk nebo tekutý tuk před mazáním olejem. Viz kapitola 4.13 – Mazání.

Údaje pro MONORAIL BM platí také pro vodicí vozík u MONORAIL BZ. U systému s MONORAIL AMS a speciální montážní poloze by si měl zákazník zajistit doporučení pro mazání od firmy SCHNEEBERGER.

Chladicí maziva

Při přímém kontaktu lineárního vedení s vodorozpustnými chladicími mazivy vzniká díky jejich emulgačnímu chování riziko, že se smísí mazivem a budou ho vymývat, což může v důsledku vést k nedostatečnému mazání a korozi kovových ploch.
Proto lze používat pouze ta maziva, která vykazují vysokou odolnost vůči korozi a dobré demulgační chování. Kromě toho je nutné dodatečně mazat větším množstvím a v kratších vzdálenostech.

Použití vodou zředěných médií, louhů a kyselin

U aplikací, ve kterých jsou lineární vedení vystavena agresívním tekutým médiím, jako např. kondenzující nebo stříkající vodě, solným roztokům nebo zředěným kyselinám a louhům, by se měly použít mazací tuky s antikorozními vlastnostmi. Kromě toho musí mít také vysoké adhezní schopnosti a dobré těsnicí účinky, aby se zabránilo vymývání maziva i mísení s agresívními médii. Mazací oleje nejsou pro tyto aplikační případy vhodné.

Velké síly

U vysokých dynamických sil existuje riziko, že se na základě vysokého slisován í ploch v kontaktních místech mazací film odtrhne a dojde ke zvýšení otěru kvůli nedostatečnému mazání.
Takovéto aplikace vyžadují maziva s takzvanými přísadami EP (EP= „Extrémní tlak“) a vysokou pevností. Jsou to např. mazací tuky s označením KP nebo GP, které jsou se svou vysokou silou vhodné jako mazací oleje. U mazacích olejů je nutno dbát na to, aby vykazovaly alespoň klasifikaci CLP a vysokou viskozitu.
Ke zvýšení tlaku a zabránění otěru se často používají pevná maziva jako molybden sulfid a grafit. Pevná maziva snižují otěr v náběhové fázi nebo v situaci nouzového chodu. Molybden sulfid a grafit však mohou u valivých ložisek a profilových vedení tvořit nerovné usazeniny. Tyto nerovnosti mohou vést u valivých tělísek k lokálnímu nahromadění pnutí a tím i k předčasným výpadkům.

Vysoké rychlosti

Pro vysoké rychlosti jsou nutná maziva s nízkou viskozitou, tedy s nízkým třením a dobrý odvodem tepla. K tomuto se hodí mazací oleje lépe než mazací tuky.

Krátký zdvih a vibrace

Pod pojmem krátký zdvih rozumíme zdvihy menší než dvojnásobek délky vodicího vozíku, protože zde valivá tělíska ve vodicím vozíku neprovedou kompletní oběh a maziva ve vodicím vozíku tak již nemůže být optimálně rozloženo.
V tomto případě se doporučují dva mazací přívody na jeden vodicí vozík, tzn. jedno plnění z obou stran. Množství maziva na jeden vodicí vozík však zůstává stejné, tzn., že se hodnoty na jeden přívod vykázané v tabulce v příslušné kapitole rozdělí na polovinu.
U velmi malých zdvihů, řádově o průměru valivého tělíska nebo u vibrací, dochází na kontaktních místech valivých tělísek k oscilačním kluzným a valivým pohybům, které mohou ničit mazací film s nebezpečím tribokoroze a předčasného výpadku vedení.
Vyžaduje to maziva se schopností příjmu vysokého tlaku, dobrým zesíťovacím chováním a antikorozními vlastnostmi.
Mazání tukem se upřednostňuje před mazání olejem, přičemž na základě zkrácené životnosti tuku je nutné častější mazání než za normálních podmínek.
V případě mazání olejem je nutno použít olej s vysokou viskozitou VG 220.
Dále se doporučuje u výše uvedených aplikací příležitostně provádět tzv. mazací zdvih (pojezd > 2x délka vozíku).

Dlouhý zdvih

U dlouhého zdvihu se z vodicích vozíků vynáší více maziva a rozděluje se na větší plochu. To vyžaduje vetší množství maziva a kratší mazací intervaly než při normálním zdvihu. Před uvedením do provozu by se mělo mazivo lineárního vedení nanést na celou plochu vodicí kolejnice, aby se na valivých drahách a pod stěrači od začátku vytvořil uzavřený mazací film.

Teplota

Schopnost vytvářet za určitých podmínek provozu stabilní mazací film je hlavně určována viskozitou maziva. Mazací oleje a mazací tuky mají tu vlastnost, že jejich viskozita závisí na teplotě. Klesá s rostoucí teplotou a s klesající teplotou roste.
Znamená to, že mazivo je při nízkých teplotách méně tekuté než za vysokých teplot. Z tohoto důvodu má každé mazivo určité teplotní rozmezí použití, ve kterém může zajistit své mazací vlastnosti. Toto teplotní rozmezí je u syntetických maziv zpravidla větší než u maziv minerálních, protože u nich není chování viskozity v závislosti na teplotě tak silně vyhraněné.
Pro zachování bezpečnosti maziva je proto nutno v každém provozním stavu dbát na to, aby bylo zvoleno takové mazivo, jehož povolené teplotní rozmezí pokryje všechny teploty, které během provozu nastanou.
Protože většina aplikací lineárních vedení probíhá za normálních teplot cca 0°C až +40°C, zpravidla se vystačí se standardními mazacími tuky a standardními oleji.
Pro velmi nízké teploty je však nutné speciální mazivo s nižší viskozitou a pro velmi vysoké teploty mazivo s vysokou viskozitou.
Kromě toho je však také nutno dbát na povolené teplotní rozmezí pro použití lineárních vedení.

Znečištění, brusný prach

Pokud jsou lineární vedení vystavena v provozu znečištění, jako jsou např. prachy nebo jemné otřepy z procesů opracování, je nutno zabránit tomu, aby vnikaly do vodicích vozíků. Proto má velký význam kromě mazání také dobrá ochrana vodicích vozíků před znečištěním pomocí patřičných krytů a přídavných stěračů.
Principiálně lze použít jak mazací oleje kvůli jejich vymývacímu efektu, tak i mazací tuky na základě těsnicích vlastností. Oproti normálním podmínkám je nutno mazat větším množstvím maziva v

kratších intervalech. U prachů všeho druhu lze použít obvykle prodávaná mazání olej-vzduch, která díky přetlaku vytváří ve vodicím vozíku efekt uzavírání vzduchem, a tedy brání pronikání prachu. Vodicí vozíky MONORAIL se k tomu hodí díky jejich dobrému utěsnění.
Kromě toho by se měly pravidelně provádět čisticí zdvihy, aby se povrch vodicích kolejnic zbavil přilnutých nečistot. Stejně tak by se měl čisticí zdvih provést před delší odstávkou stroje, např. na víkend.

Obráběcí stroje

Obecně lze vycházet z toho, že při použití v obráběcích strojích vznikají vysoké statické a dynamické síly, že na vedení často působí tekutá média, např. chladicí maziva, a že se lineární vedení používají po delší časový úsek, resp. při dlouhých posuvech.
To vyžaduje od maziv následující vlastnosti:

- Dobrou zatížitelnost
- Odolnost vůči vysokému tlaku
- Odolnost vůči stárnutí
- Odolnost vůči korozi
- Dopravitelnost v centrálních mazacích zařízeních

Čistý prostor

Při použití za podmínek čistých prostorů nesmí z lineárních vedení, např. z těsnění, a z maziv, unikat žádné emise částic. Dalšími požadavky jsou nízká a rovnoměrná posuvná síla vodicích vozíků a co nejdelší intervaly údržby. Od stěračů se často upouští.
Na základě jejich těsnicích účinků se většinou používají mazací tuky. Měly by být vhodné pro dlouhodobé mazání, a vykazovat nízké rychlosti odpařování, ale také dobrou přilnavost a měly by mít vlastnosti umožňující snadný chod.

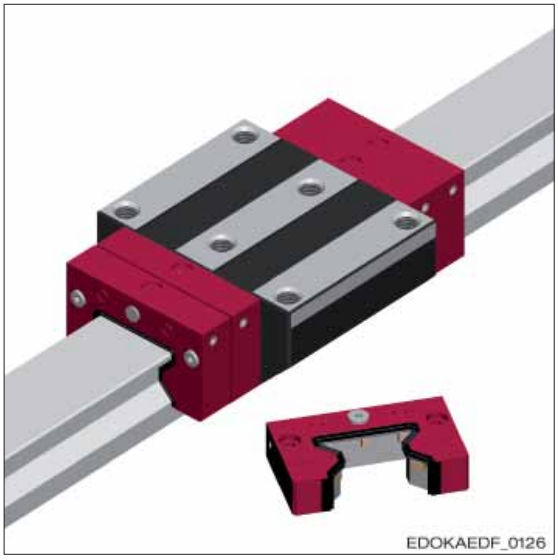
Vysoké vakuum

Pro aplikace ve vakuu je důležité, aby se mazivo neodpařovalo ani při vyšších teplotách a neodevzdávalo své součásti do atmosféry. Používají se proto mazací tuky, které vykazují velmi nízké tlaky páry.

Pohánění pomocí ozubených hřebenů

Pro mazání ozubených hřebenů a ozubených kol se používá jak olej, tak i tuky.
Při manuálním mazání pomocí štětce se používá mazací tuk. U integrovaného pohonu lineárního vedení MONORAIL BZ pomocí ozubeného hřebenu se zásobování ozubení tukem provádí většinou kontinuálně přes mazací pastorek z filcu, který je zásobován ze zásobníku maziva. Zde se používá buď vysokoviskózní mazací olej např. ISO VG 460 nebo tekutý tuk NLGI třídy O.
Obecně mají mazací oleje vykazovat dobrou schopnost přenosu síly a vysokou pevnost v střihu, ale také dostatečnou přilnavost a vysokou viskozitu, aby se zabránilo odstředění maziva z pastorků.

4.13.9.
Mazací destička SPL



Vozík s mazací deskou SPL

Funkce a použití

Mazací destičky SPL mají integrovanou nádržku na olej a montují se na obě strany vodicího vozíku, vždy před čelní desku. Zásobují mazivem rovnoměrně přes více kontaktních míst valivé dráhy válcových tělísek a horní stranu vodicí kolejnice po dlouhou dobu. Tím jsou chráněna před opotřebením také těsnění u vodicích vozíků a prodlužuje se jejich životnost. Společně s prvním mazáním vodicích vozíků tukem lze mazacími destičkami za výhodných podmínek podstatně prodloužit intervaly údržby. V ideálním případě se nasazují v suchém a čistém okolí, jako je např. manipulační technika nebo u vedlejších os obráběcích strojů.

Montážní polohy

SPL zaručuje bezpečné zásobování ve všech montážních polohách.

Stav při vydodání a plnicí množství

Všeobecně

SPL se zásadně dodává ve stavu připraveném k montáži, tzn. s náplní oleje. Mazací přívody jsou umístěny čelně i bočně na úzkých stranách vždy uzavřené svorníkem resp. šroubem.

Při vydodání namontováno u vodicího vozíku

Při vydodání společně se systémem MONORAIL nebo s jednotlivými vozíky jsou ze závodu namontovány u vodicího vozíku vždy dvě mazací destičky. Vodicí vozíky jsou při prvním mazání naplněny tukem pro valivá ložiska (lithiový mýdlový tuk na minerální bázi).

Vydodání jako příslušenství/jednotlivé díly (objednací číslo)

V dodávce SPL pro přídavné vybavení se tyto dodávají připravené k montáži v páru, tzn. s náplní oleje.

První plnění v závodě

SPL se plní v závodě minerálním olejem typu KLÜBER Lamora D 220 a tedy s možností okamžitého použití.

SPL xx-MR*	MR 25	MR 35	MR 45	MR 55	MR 65	-
	3,1	8,4	15,6	26,8	61	-
SPL xx-BM*	**BM 15**	**BM 20**	**BM 25**	**BM 30**	**BM 35**	**BM 45**
	0,7	2	3,4	4,1	8,3	15,6

Poznámka: *Množství oleje na 1x SPL (cm3)

Doplňovací množství a intervaly

Doplnění mazacích destiček by se mělo provádět v závislosti na zatížení a ostatních podmínkách provozu vedení. Jako orientační hodnotu lze použít následující intervaly pro dodatečné plnění:

SPL - MR*	MR 25	MR 35	MR 45	MR 55	MR 65	-
	2500 km	2500 km	5000 km	5000 km	5000 km	-
SPL - BM*	**BM 15**	**BM 20**	**BM 25**	**BM 30**	**BM 35**	**BM 45**
	2500 km	2500 km	2500 km	2500 km	2500 km	5000 km

Přiváděné množství oleje podle těchto dodatečných intervalů se zjistí z následující tabulky:

SPL xx-MR*	MR 25	MR 35	MR 45	MR 55	MR 65	-
	2,2	6	11	19	43	-
SPL xx-BM*	**BM 15**	**BM 20**	**BM 25**	**BM 30**	**BM 35**	**BM 45**
	0,5	1,4	2,4	2,9	5,8	10,9

Poznámka: *Množství oleje na 1x SPL (cm3)

Pokyn

➡ Pro dodatečné plnění mazacích destiček se použije olej typu KLÜBER Lamora D 220. Speciální lahvičky s olejem lze získat jako příslušenství. Za naplnění jinými mazivy nepřebírá firmy SCHNEEBERGER žádnou záruku. K tomu blíže v kapitole Provoz, údržba a servis.

SPL se plní přes mazací otvor vpředu uprostřed nebo na boku. Detailní popis je obsažen v Montážním návodu SPL, který lze stáhnout ze stránky www.schneeberger.com pod Downloads. Výše uvedené hodnoty jsou pouze orientační hodnoty. Přesné stanovení množství pro doplnění a intervaly lze zjistit pouze za reálných podmínek provozu. Mazání je dostatečné, pokud se na povrchu vodicí kolejnice vytváří dostatečný olejový film. Nezávisle na dráze pojezdu je nutné dodatečné naplnění po maximálně 12 měsících. Za nevýhodných provozních a okolních podmínek, především u znečištění, vysokých zatížení a teplot je nutné častější doplňování.
Pokud se provede přídavné vybavení mazacími destičkami, je nutné provést u vodicích vozíků navíc naplnění tukem.
Doporučená mazací množství naleznete v kapitole Mazání tukem. U přídavného vybavení vodicích vozíků BM je nutno dbát na to, aby čelní deska při povolování upevňovacích šroubů pevně držela, jinak vypadnou kuličky.

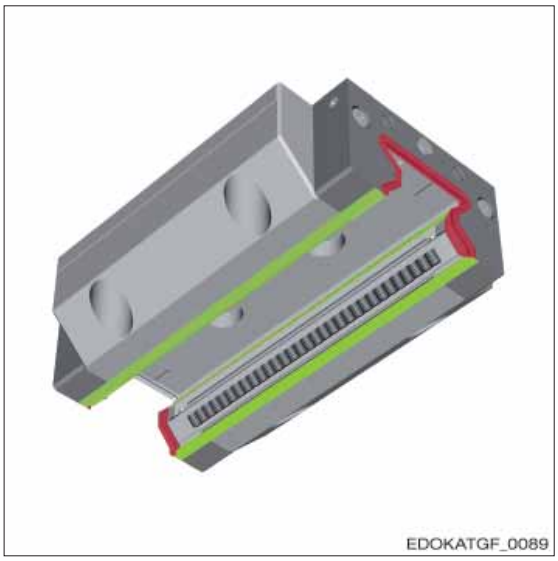
Použití chladicích maziv

Při použití chladicích maziv je nutné zajistit, aby byla lineární vedení chráněna před přímým kontaktem s tekutými médii patřičnými kryty a přídavným stěračem u vodicích vozíků.
Při přímém naplnění vedení chladicími mazivy se nedoporučuje použití SPL kvůli riziku vymývání mazacího oleje ze SPL.

4.14. Těsnění

4.14.1.
Standardní těsnění

Vodicí vozíky vedení MONORAIL fy SCHNEEBERGER jsou standardně vybaveny příčnými stěrači s dvojitými chlopněmi u čelních stran a vždy dvěma podélnými stěrači nahoře a dole na každé straně. Ty se starají o maximálně efektivní utěsnění. Účinně se tak zabrání pronikání nečistot a zredukuje se ztráta maziva na minimum a docílí se dlouhá životnost vedení.

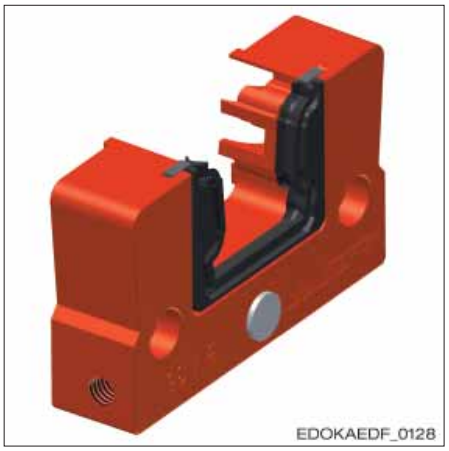


Vodicí vozík s podélnými stěrači (zeleně) a příčnými stěrači (červeně)

Kuličková vedení MONORAIL BM se často používají pro aplikace s nízkým znečištěním, u kterých však jsou požadovány nízké posuvné síly. Proto se pro tato vedení kromě standardních příčných stěračů nabízejí také speciální stěrače s lehkým chodem a opce bez příčných stěračů pro aplikace v čistých prostorech.

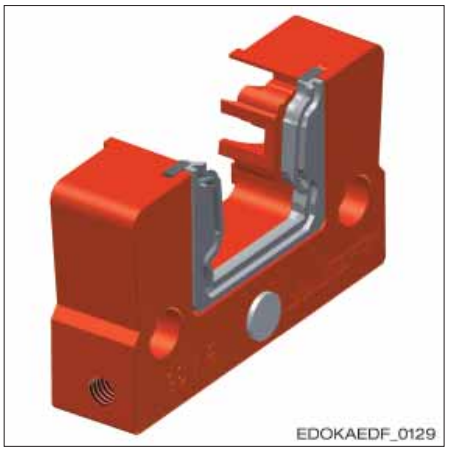
Varianty stěračů MONORAIL BM

Předpokladem pro optimální funkci těsnicího systému je dostatečné mazání a co nejhladší povrch stěračů bez rušivých hran.



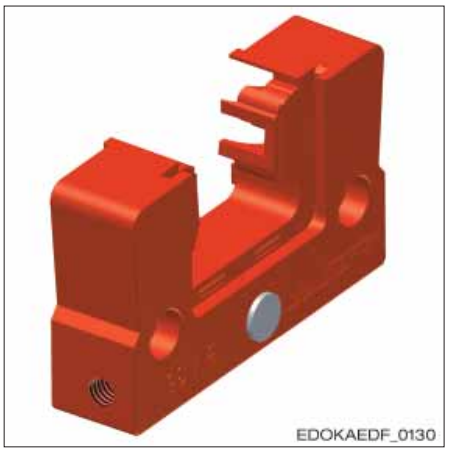
Konstrukční tvary stěračů
– standardní stěrač

Objednací kód
– QN



Konstrukční tvary stěračů
– stěrač s lehkým chodem

Objednací kód
– QL



Konstrukční tvary stěračů
– bez příčných stěračů

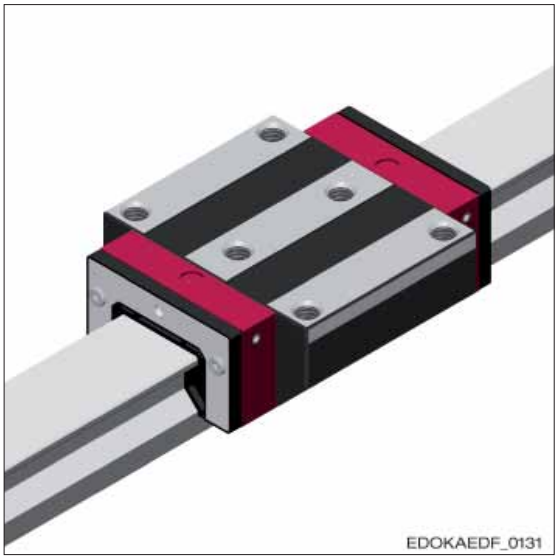
Objednací kód
– Q0

4.14.2.
Přídavný stěrač

Pro mimořádné podmínky provozu jako jsou prostředí se silným znečištěním, otřepy nebo chladivem nabízí fa SCHNEEBERGER přídavné těsnicí prvky, které se montují před čelní desky a poskytují dodatečnou mechanickou ochranu.

Přídavný stěrač z NBR

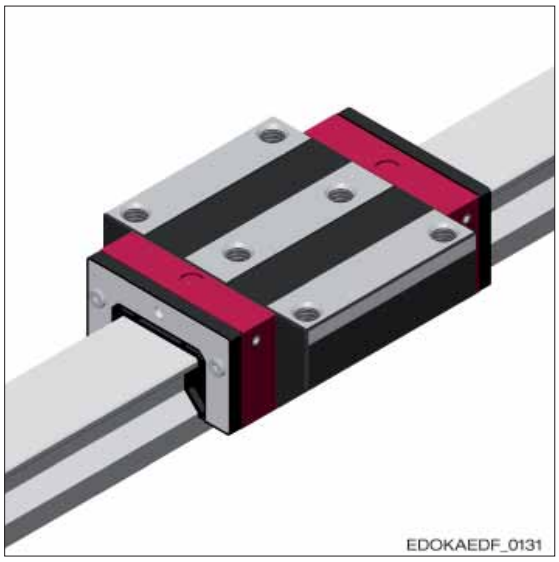
Přídavné stěrače z NBR (nitrilového kaučuku) nabízejí dodatečnou ochranu vodicích vozíků v silně znečištěném prostředí. Skládají se z nosné destičky, na které je umístěna velmi robustní jednoduchá těsnicí chlopeň. Stěrače lze díky jejich flexibilitě ohrnout přes průřez vodicí kolejnice, takže je možná i dodatečná montáž bez vyjetí vodicích vozíků z vodicí kolejnice.
Přídavný stěrač z NBR je k dispozici pro všechny konstrukční tvary vodicích vozíků MR a BM. Objednací kód je „ZBN xx“ pro vodicí vozíky BM a „ZCN xx“ pro vodicí vozíky MR, přičemž xx představuje konstrukční velikost.



Vozík s přídavným stěračem z NBR

Přídavný stěrač z Vitonu

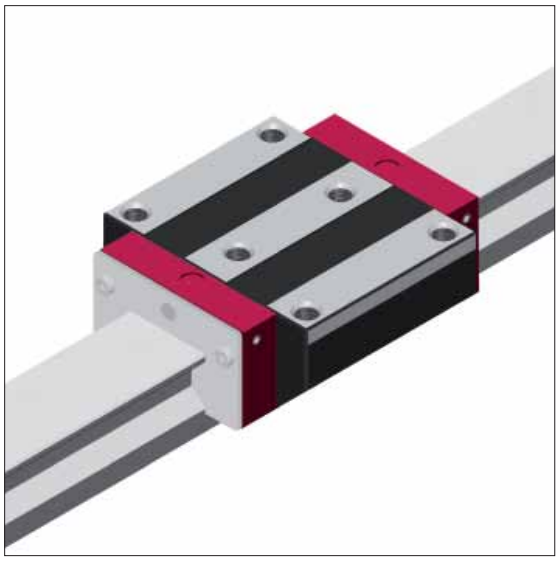
Přídavné stěrače z Vitonu nabízejí jako stěrače z NBR dodatečnou ochranu vodicích vozíků v silně znečištěném okolí. Jsou vhodné i pro aplikace s agresivními chladicími mazivy, protože Viton® (fluorkaučuk) je odolný vůči chemikáliím a vykazuje vysokou teplotní odolnost. Stěrače lze díky jejich flexibilitě ohrnout přes průřez vodicí kolejnice, takže je možná i dodatečná montáž bez vyjetí vodicích vozíků z vodicí kolejnice.
Přídavný stěrač z Vitonu je k dispozici pro všechny konstrukční tvary vodicích vozíků MR a BM. Objednací kód je „ZBV xx“ pro vodicí vozíky BM a „ZCV xx“ pro vodicí vozíky MR, přičemž xx představuje konstrukční velikost.



Vozík s přídavným stěračem z Vitonu

Plechový stěrač

Plechové stěrače z nerezové oceli slouží k ochraně těsnicích chlopní vodicích vozíků a přídavných stěračů před horkými otřepy. Veliké a volné částice nečistoty odsunuje a ty se pak nemohou skrz velkou radiální štěrbinu u vodicí kolejnice zaklínit. Pro vodicí kolejnice s měřicím systémem AMS se dodávají speciálně přizpůsobené konstrukční tvary. Plechové stěrače se používají často v kombinaci s přídavnými stěrači z NBR nebo Vitonu.
Plechový stěrač je k dispozici pro všechny konstrukční tvary vodicích vozíků MR a BM. Objednací kód je „ABM xx“ pro vodicí vozíky BM a „ASM xx“ pro vodicí vozíky MR, přičemž xx představuje konstrukční velikost.



Vozík s plechovým stěračem

Plechové stěrače a přídavné stěrače lze kombinovat. Je možná i kombinace s mazací deskou SPL.
U dodatečné objednávky se přídavné stěrače dodávají s nezbytnými šrouby. Speciálně při povolování upevňovacích šroubů čelní desky je nutno dodržet pokyny v Montážním návodu a v kapitole 9.1 – Stěrače.

4.14.3.
Měchy

Měchy se používají hlavně jako dodatečná ochrana vedení před prachem a stříkající vodou.
Jsou nabízeny pro válečková vedení MONORAIL MR a pro kuličková vedení MONORAIL BM ve standardním provedení. Měch se skládá ze syntetického tkaniva s oboustrannou vrstvou z plastu. Je veden po celé délce vodicí kolejnice, jeho průřez odpovídá příslušné čelní desce na vodicím vozíku.
Pro speciální aplikace např. pro zařízení na řezání laserem nebo svařování existuje provedení z tepelně odolných materiálů.
Upevnění se provede jednoduše pomocí speciálních destiček, které se našroubují na konce vodicí kolejnice resp. na čelní desku vodicí kolejnice. Měch se upevní vždy pomocí dvou nýtovacích ucpávek na pomocné a na koncové desce.
Přídavná nástavba se doporučuje pouze u indukčně vytvrzených vodicích kolejnic, protože pro upevnění koncové desky čelně je nutno do vodicí kolejnice vyvrtat otvory. Objednací kód je „FBB“ pro všechny vodicí vozíky BM velikosti 20-45 a „FBM“ pro všechny vodicí vozíky MR velikosti 25-65.

Vozík s měchem

Pozor

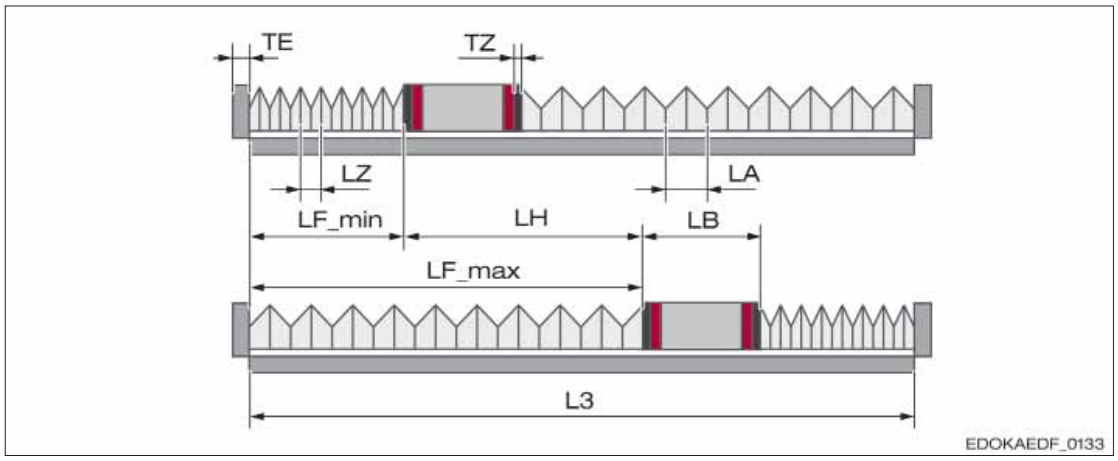
Poškození součásti kvůli neodborné konstrukci

➡ Při použití měchu je nutno dbát na to, aby se při vyjetí vzniklým pod tlakem nedostala pod měch žádná nečistota.

Výpočet délky

Celková délka vodicího vozíku s pomocnou deskou LB

Kolejnice s vodicím vozíkem



Délky vodicí kolejnice s vodicím vozíkem

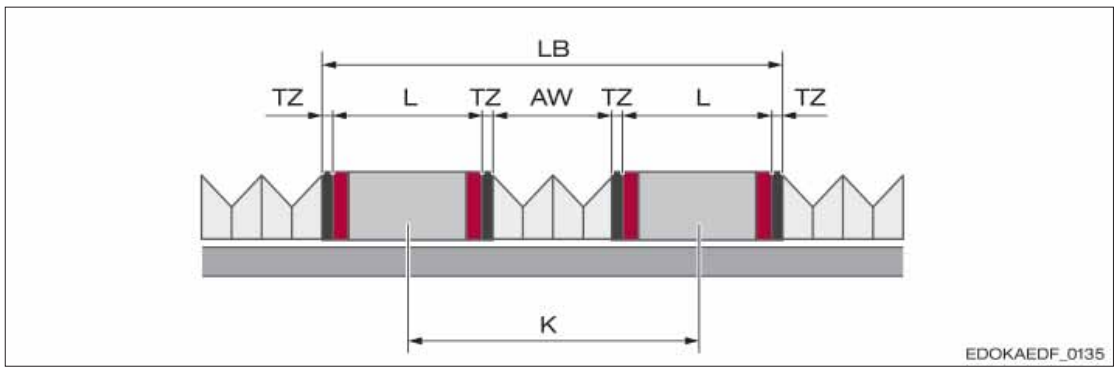
LB	celková délka s pomocnou deskou	LA	výstup na jednu vlnu měchu
LH	zdvih	TE	tloušťka koncové desky
LF_min	stlačení měchu	LZ	stlačení vlny měchu
LF_max	délka měchu při vytažení	TZ	tloušťka pomocné desky
L3	délka vodicí kolejnice		

$$LB = L + 2 \cdot TZ$$

EDOKAEDF_0134

LB celková délka s pomocnou deskou
L celková délka vodicího vozíku
TZ tloušťka pomocné desky

Kolejnice se dvěma vodicími vozíky



Délky vodicí kolejnice s vodicím vozíkem

LB	celková délka s pomocnou deskou	W	podélná vzdálenost vozíků
AW	světlá vzdálenost mezi vodicími vozíky	TZ	tloušťka pomocné desky
L	délka vodicí vodicího vozíku		

$$LB = K + L + 2 \cdot TZ$$

EDOKAEDF_0136

LB celková délka s pomocnou deskou
K vzdálenost mezi vozíky
L celková délka vodicího vozíku
TZ tloušťka pomocné desky

Počet vln na měch n

Mezi vodicím vozíkem a koncem vodicí kolejnice

$$n = LH / (LA - LZ)$$

EDOKAEDF_0137

n celková délka s pomocnou deskou
LH zdvih
LZ stlačení vlny měchu
LA výstup na jednu vlnu měchu

Mezi dvěma vodicími vozíky

$$n = AW / (0{,}9 \cdot LA)$$

EDOKAEDF_0138

n celková délka s pomocnou deskou
AW světlá vzdálenost mezi vodicími vozíky
LA výstup na jednu vlnu měchu

Délka vodicí kolejnice L3

$$L3 = LF\_min + LF\_max + LB$$

EDOKAEDF_0141

LF_min celková délka s pomocnou deskou
LF_max světlá vzdálenost mezi vodicími vozíky
LB výstup na jednu vlnu měchu

s

$$LF\_min = n \cdot LZ + 10\ mm$$

EDOKAEDF_0139

LF_min stlačení měchu
n celková délka s pomocnou deskou
LZ stlačení vlny měchu

$$LF\_max = LH \cdot LF\_min$$

EDOKAEDF_0140

LF_max délka měchu při vytažení
LH zdvih
LF_min stlačení měchu

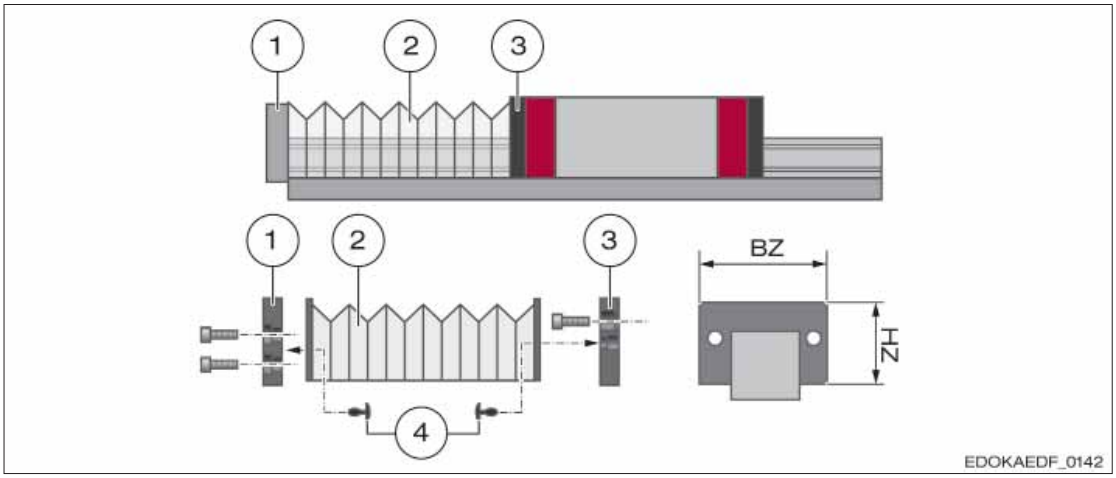
Konstrukční velikost*	MR 25	MR 35	MR 45	MR 55	MR 65
LA	13	20	22	28	35
LZ	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
TE	8	8	8	8	8
TZ	12	10	10	10	10
Konstrukční velikost*	**BM 20**	**BM 25**	**BM 30**	**BM 35**	**BM 45**
LA	12	12	15	20	22
LZ	2	2,7	2,7	2,7	2,7
TE	8	8	8	8	8
TZ	10	10	10	10	10

Poznámka

LA = výstup na jednu vlnu měchu, LZ = stlačení vlny měchu, TE = Dicke der Endplatte, TZ = Dicke der Zwischenplatte

Rozměry

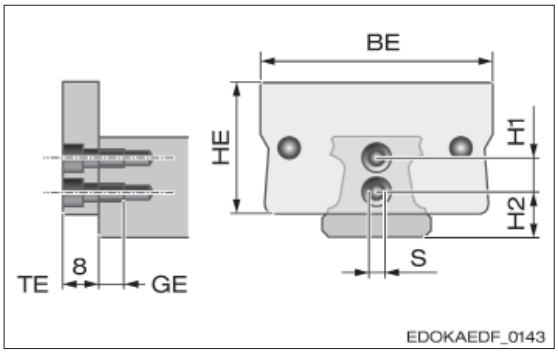
Pomocná deska ZPB/ZPL



Rozměry vodicí kolejnice s vodicím vozíkem, měch a pomocná deska:

1	Koncová deska EPB/EPL	BZ	šířka pomocné desky
2	FBB/FBU	HZ	výška pomocné desky
3	Pomocná deska ZPB/ZPL		
4	Nýtovací záslepka (4x)		

Koncová deska EPB/EPL



BE šířka koncové desky EPB/EPL
HE výška koncové desky EPB/EPL
TE tloušťka koncové desky (8 mm)
GE hloubka závitu
S průměr šroubu
H3 výška otvor 1/otvor 2
H4 výška dosedací plocha vodicí kolejnice/otvor 1

Rozměry a čelní otvory ve vodicí kolejnici

Konstrukční velikost*	**MR 25, FBM 25**	**MR 35, FBM 35**	**MR 45, FBM 45**	**MR 55, FBM 55**	**MR 65, FBM 65**
BE	47	68	84	98	123
BZ	47	68	84	98	123
HE	30	40	50	57	76
HZ	29	39,5	49,5	56,5	75,5
H1	10	12	15	20	22
H2	10,5	14	17	20	25
S x GE	M4 x 5	M4 x 5	M6 x 8,5	M6 x 8,5	M6 x 8,5

Konstrukční velikost*	**BM 20, FBB 20**	**BM 25, FBB 25**	**BM 30, FBB 30**	**BM 35, FBB 35**	**BM 45, FBB 45**
BE	43	47	58,5	68	84
BZ	43	47	58,5	68	84
HE	25	30	35	40	50
HZ	25	30	35	39,5	49,5
H1	6,5	8	8	10,5	13,5
H2	8,5	10	12	13	16,7
S x GE	M3 x 12	M4 x 8	M4 x 8	M4 x 8	M6 x 10

Poznámka: * rozměry v mm,

BE = šířka koncové desky, BZ = šířka pomocné desky, HE = výška koncové desky, HZ = výška pomocné desky, H1 = výška otvor 1/otvor 2, H2 = výška dosedací plocha vodicí kolejnice/otvor 1, S = průměr šroubu, GE = hloubka závitu

4.14.4. Oblasti použití, Těsnicí systémy

Následující přehled nás seznamuje s různými konstrukčními tvary těsnění, jejich vlastnostmi a možnostmi jejich použití:

Přehled produktů: Těsnění

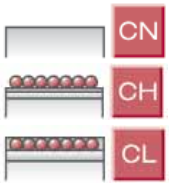
Podmínky provozu	**Bez příčného stěrače**	**Stěrač pro snadný chod[1]**	**Standardní stěrač**	**Přídavný stěrač (NBR)**	**Přídavný stěrač (Viton)**	**Plechový stěrač**	**Měchy**
Objednací kód	Q0 (nur BM)	QL (nur BM)	QN	ZCN (MR), ZBN (BM)	ZCV (MR), ZBV (BM)	ASM (MR), ABM (BM)	FBB (BM), FBM (MR 25-65)
Čistý prostor	•						
Nízké znečištění		•					•
Normální znečištění			•				
Silné znečištění				•	•		
Hrubé, horké otřepy			(•)	•	•		•
Stříkající voda						•	
Chemikálie, chladivo			(•)	•	•		•
Nízké posuvné síly					•		
Geringe Verschiebekräfte	•	•				•	

Poznámka: • = výstižné, 1 ne pro MONORAIL MR

4.15. Ochrana proti korozi

4.15.1.
Vrstvy

Pro produkty MONORAIL MR, BM a AMS nabízí firma SCHNEEBERGER povrchovou ochranu v provedení různých antikorozních vrstev. Zde budou postupně blíže popsány různé metody s jejich vlastnostmi a oblastmi použití. Ohledně informací o dostupnosti jednotlivých produktů se obraťte na firmu SCHNEEBERGER.
Druhy vrstev:



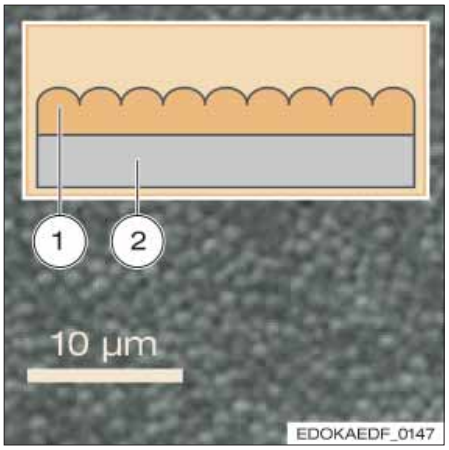
bez vrstvy CN

vrstva CH

vrstva CL, na vyžádání

Vrstva CH

Vrstva CH je tenká galvanická vrstva tvrdého chromu. Díky speciální technice zpracování se vytvoří mikroperličková struktura s vynikající přilnavostí a dobrými kluznými vlastnostmi. Ryze chromová vrstva, v molekulární vazbě s nosnou látkou, má vysokou tvrdost, vysokou odolnost vůči otěru a velmi dobré antikorozní vlastnosti. Na základě nízké procesní teplotě do 70°C nedochází ke změnám tkaniva základního materiálu. Matně šedá chromová vrstva může díky své perličkové povrchové struktuře ukládat zčásti mazivo má tak výhodu při smíšeném tření v porovnání s produkty bez ochranné vrstvy. Ochranná vrstva neobsahuje žádné podílu chromu VI a je schválena pro použití v potravinářském průmyslu, kde jsou na antikorozní odolnost a na odolnost vůči otěru kladeny vysoké požadavky.

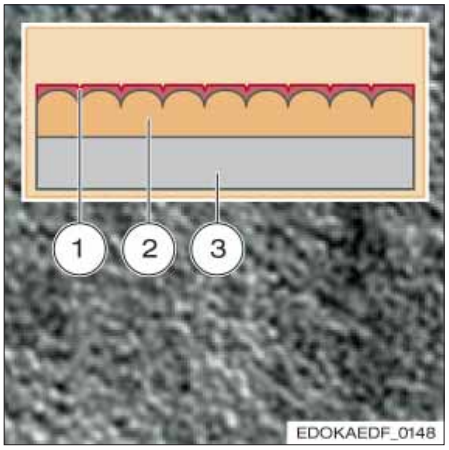


1 Vrstva Cr
2 Základní materiál

Vlastnosti
– Vysoká povrchová tvrdost (1200 1400 HV)
– Vysoká antikorozní odolnost
– Tloušťka vrstvy 2 - 5 µm
– Vlastnosti při nouzovém chodu u smíšeného tření
– Bez ovlivnění setrvačnosti
– Nízký vliv na hodnoty tření
– Nános na hranách
– Otvory/zadní řez bez povrchové ochrany
– Barva: matná, světle hnědá

Vrstva CL

U vrstvy CL se jako u vrstvy CH jedná o galvanicky vytvořenou tenkou vrstvu tvrdého chromu. Má jako tato povrch s jemnou perličkovou strukturou a vynikající přilnavost a velmi dobré kluzné vlastnosti. Perličková struktura se zde v jednom dodatečném postupu přetáhne vrstvou smíšeného oxidu a vyplněny budou meziprostory. Tato vylepšená vrstva chromu má ještě vyšší odolnost vůči otěru, velmi vysokou antikorozní odolnost a extrémně nízké hodnoty tření. Na základě nízké procesní teploty nedochází ke ztrátě tvrdosti ani k průtahu v povrstveném základním materiálu. Černě lesklý potah chromu má vedle dobrého dekorativního vzhledu výhody při nedostatečném mazání a dosahuje výrazně vyšší výkonnosti v odjeté vzdálenosti v porovnání s vrstvou CH. Vrstva neobsahuje žádné podíly chromu VI.



1 Vrstva oxidu Cr
2 vrstva Cr
3 Základní materiál

Vlastnosti

– Vysoká povrchová tvrdost (1200 1400 HV)
– Vysoká antikorozní odolnost
– Tloušťka vrstvy 2 - 5 µm
– Vlastnosti při nouzovém chodu u smíšeného tření
– Bez ovlivnění setrvačnosti
– Nízký vliv na hodnoty tření
– Nános na hranách
– Otvory/zadní řez bez povrchové ochrany
– Barva: černá, lesklá

Přehled druhů vrstev

Vrstva	CH	CL
Barva	matná, světle hnědá	černá, lesklá
Tloušťka vrstvy	2 - 5 µm	4 - 6 µm
Tvrdost vrstvy	až 1400 HV	až 1400 HV
Metoda	galvanické vylučování chromu	galvanické vylučování chromu, vrstva oxidu chromu
Max. délka	4000 mm	4000 mm
Chrom VI	ne	ne
Antikorozní ochrana	velmi dobrá	velmi dobrá
Ochrana proti otěru	dobrá při smíšeném tření	velmi dobrá při smíšeném tření
Nános na hranách	ano	ano
Antikorozní ochrana otvorů/zadních řezů	ne	ne
Aplikace	Strojírenství s vysokými nároky, technika čistých prostor, potravinářský průmysl, lékařská technika	Strojírenství s vysokými nároky, dekorační účely, mazání minimálním množstvím maziva

4.15.2.
MONORAIL BM v provedení z ušlechtilé oceli (WR, SR)

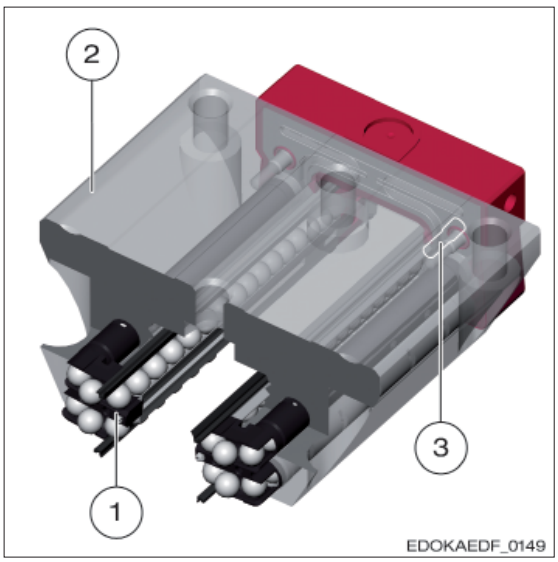
Lineární vedení z antikorozní oceli

MONORAIL BM v provedení z ušlechtilé oceli (WR, SR) byla speciálně vyvinuta pro požadavky, při kterých obvyklé ochranné vrstvy lineárních vedení narážejí na své hranice. Je tomu tak vždy, pokud v procesech nejsou žádoucí emise částic, nebo je-li výkon produktů ovlivněn korozí.
Výhodné aplikace jsou:

- stroje pro potravinářský průmysl
- lékařská technika
- čistý prostor nebo vakuové aplikace
- chemické procesy
- venkovní aplikace

V takovýchto aplikacích se produkty MONORAIL BM WR/SR starají o bezproblémový, čistý, přesný a dlouhý provoz lineárních vedení.

Nástavba vodicího vozíku MONORAIL BM WR



1 kuličky
2 základní tělo
3 nerezové šrouby

Nástavba vozíku

Základní tělo (2) vozíku MONORAIL BM WR fy SCHNEEBERGER jsou vyrobeny z austenitické oceli s obsahem chromu. Pro kuličky (1) se používají výhradně tvrzené nerezové ušlechtilé oceli. Čelní desky a příslušenství se upevňují pomocí nerezových šroubů (3).

Nástavba vodicí kolejnice MONORAIL BM SR

Vodicí kolejnice je z ušlechtilé oceli s vysokým podílem chromu a vytvrzuje se během kalení na 56-58 Rockwell C. Vodicí dráhy jsou stejně jako celý povrch vodicí kolejnice tvrdé.
Mají-li se vytvořit delší osy, je možné dodat vodicí kolejnice MONORAIL BM SR se speciálně vytvořenými styky.
Na maximální délce vodicí kolejnice se občas provádí procesně technické optimalizace.

Vymezení k jiným produktům

V následujících bodech jsou uvedeny rozdíly mezi MONORAIL BM a MONORAIL BM WR/SR:

- Vodicí kolejnice se dodávají bez antikorozní ochrany.
- U produktů BM WR je nabízena pouze mazací opce S99, protože osazení nerezovými mazničkami vede k delším dodacím lhůtám.
- Závitové otvory mazacích přívodů jsou zaslepeny nerezovými svorníky.
- Třídy předpětí vyšší než V3 nejsou k dispozici.
- Třída přesnosti G0 je nabízena pouze na vyžádání.
- Setrvačnost je v porovnání se standardními produkty snížená.

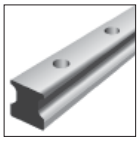
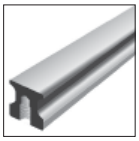
Parametry

Vnější rozměry jsou identické s odpovídajícími produkty BM, stejně tak lze použít veškeré díly příslušenství, jako jsou přídavné stěrače, plechové předstěrače nebo mazací destičky.
Pro všechny součásti se používají nerezové upevňovací šrouby. Pro zaslepení otvorů ve vodicích kolejnicích jsou nabízeny plastové záslepky.
Maximální délka jednodílné vodicí kolejnice je omezena na 1000 mm. Opracování styků vodicích kolejnic je možné.
Objednací označení provedení produktu a opcí viz Produktový katalog MONORAIL a AMS fy SCHNEEBERGER.

Stav při vydodání

Vodicí kolejnice jsou dodávány bez antikorozní ochrany na povrchu. Vodicí vozíky jsou opatřeny mazivem, aby byla zaručená bezpečná montáž.

Přehled produktů vodicí kolejnice BM SR

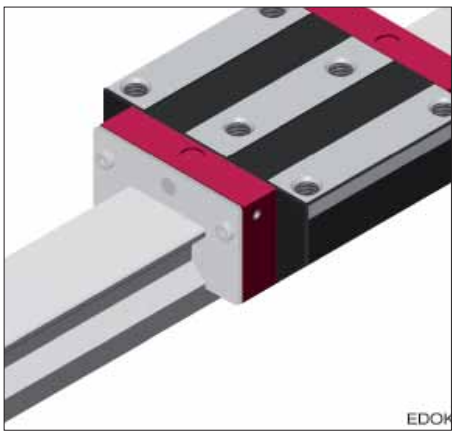



	ND Standard	**NUD** K našroubování zespodu
Konstrukční velikosti/ konstrukční tvary kolejnic	BM SR 15-ND	BM SR 15-NUD
Velikost 15	BM SR 20-ND	BM SR 20-NUD
Velikost 20	BM SR 25-ND	BM SR 25-NUD
Velikost 25	BM SR 35-ND	BM SR 35-NUD
Velikost 35		
Speciální vlastnosti		
K našroubování seshora	•	
K našroubování zespodu		•

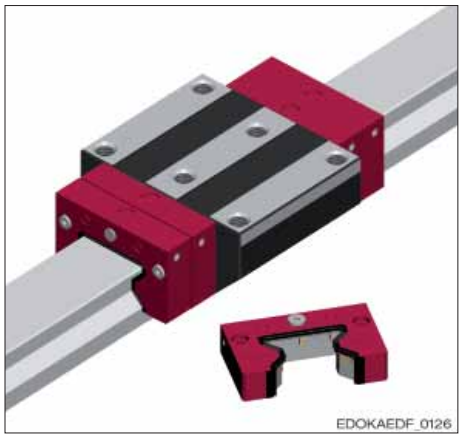
Přehled produktů vodicí vozíky BM WR

Konstrukční velikosti/ konstrukční tvary kolejnic	**A** standard	**B** Standard, dlouhý	**C** Kompaktní, vysoký	**D** Kompaktní, vysoký, dlouhý	**F** Kompaktní, plochý
Velikost 15	BM WR 15-A		BM WR 15-C		BM WR 15-F
Velikost 20	BM WR 20-A	BM WR 20-B	BM WR 20-C	BM WR 20-D	
Velikost 25	BM WR 25-A	BM WR 25-B	BM WR 25-C	BM WR 25-D	
Velikost 35	BM WR 35-A	BM WR 35-B	BM WR 35-C	BM WR 35-D	
Speciální vlastnosti					
K našroubování seshora	•	•	•	•	•
K našroubování zespodu	•	•			
Pro střední síly	•		•		
Pro vysoké síly		•		•	

Příslušenství vozíku ze standardního programu:
Pro výše uvedené konstrukční velikosti a varianty provedení lze použít program příslušenství (přídavný stěrač, kovový předstěrač, mazací destičky) z produktového katalogu.



Vodicí vozík s přídavným stěračem ABM



Vodicí vozík s mazacími destičkamiL

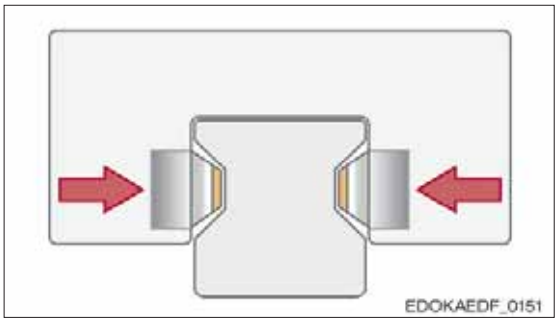
4.16. Přídavné funkce aretace a brzdy

4.16.1. Aretační a brzdicí elementy – konstrukce a oblasti použití

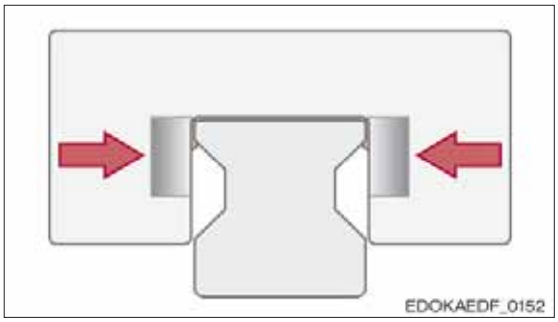
Firma SCHNEEBERGER nabízí aretační a brzdicí elementy pro vedení MONORAIL MR a BM. Oblasti použití těchto prvků jsou:

- Zajištění polohy lineárních os k odlehčení pohonu
- Zajištění vertikálních os v klidovém stavu
- Zajištění transportu os
- Odbrzdění a zajištění os lineárního motoru při výpadku proudu

Aretační a brzdicí prvky jsou konstruovány podobně jako vodicí vozík vedení MONORAIL fy SCHNEEBERGER. Skládají se ze základního těla, které je přišroubováno ke stolu stroje a aretuje profil vodicí kolejnice. Namísto valivých tělísek se na obou stranách vodicí kolejnice nacházejí radiálně pohyblivé čelisti, které se při aktivaci ve volném prostoru přiloží mezi valivými dráhami k vodicí kolejnici a sevřou, resp. zabrzdí osu. Jednotlivé konstrukční tvary pro vodicí kolejnice s odměřovacím systémem AMS využívají rameno vodicí kolejnice jako kontaktní plochu.
V uvolněném stavu nedochází k dotyku mezi vodicí kolejnicí a aretačním prvkem, aretační prvky tak nemají žádnou funkci.
Existují úzké a široké konstrukční tvary, hlavní rozměry prvků se převážně opírají o DIN 645 a odpovídají tak průřezům vodicích vozíků.
Zdvihový pohyb kontaktních profilů je prováděn zčásti synchronně spínanými oboustrannými přistavovacími prvky nebo díky jedinému přistavovacímu prvku s kmitavým uložením. V každém případě je zaručeno, že při svíravém pohybu nejsou vyvíjeny žádné nebo pouze nízké příčné síly na připojovací konstrukci.



Kontaktní plochy mezi valivými dráhami.
Nehodí se pro vodicí kolejnice s AMS!



Kontaktní plochy u ramen kolejnice.
Hodí se pro vodicí kolejnice s AMS!

4.16.2. Druhy konstrukcí aretačních a brzdicích prvků

Existují druhy konstrukcí přidržovacích prvků, které se liší svou funkcí, druhem vytváření tlaku a působením.

Funkce

Podle funkce rozlišujeme aretační prvky a brzdicí prvky. Aretační prvky se používají k zajištění os stroje, které jsou v klidu. Brzdicí prvky mohou osy zabrzdit i z pohybu. K tomu mají speciální kluzné obložení, které je dimenzováno tak, aby nedošlo k poškození vodicí kolejnice.

Pozor

Poškození součástí kvůli výpadku brzdicího zařízení

➡ Brzdicí prvky jsou dimenzovány pro situace nouzového vypnutí a nesmí se používat jako provozní brzda!

Tlakové medium

Rozlišujeme podle druhu vytváření tlaku

- Manuální
- Pneumatické
- Hydraulické a
- Elektrické

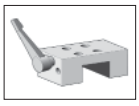
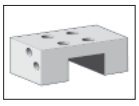
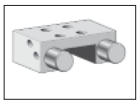
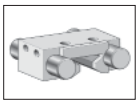
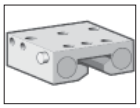
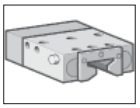
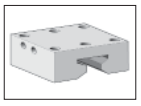
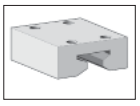
Aretační a brzdicí prvky

Působení

Existují jak aktivní prvky, tedy působící při vytváření tlaku, tak i pasivní, u kterých přídržná síla působí při poklesu tlaku. U těchto prvků se vytváří přídržná síla díky integrovanému pružinovému akumulátoru energie. Tlakové medium slouží k uvolnění přídržné síly, resp. ji lze použít u prvků s tzv. přívodem plus v kombinaci s integrovaným pružinovým akumulátorem energie k zesílení přídržné síly.

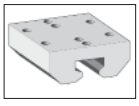
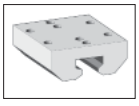
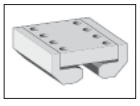
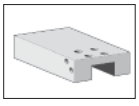
4.16.3. Přehled konstrukčních

Následující obrázky podávají přehled o různých konstrukčních tvarech, jejich vlastnostech a použití:

Přehled produktů								
Konstrukční řada aureihe	**HK**	**MK**	**MKS**	**MBPS**	**BWPS**	**TKPS**	**UBPS**	**LBPS**
Tlakové medium manuální	•							
pneumatické		•	•	•	•	•	•	•
hydraulické								
elektrické								
Pružinový akumulátor energie			•	•	•	•	•	•
Přívod plus			•		•	•	•	
Brzdicí prvek				•	•	•	•	•
Kompatibilita s DIN 64					•	•	•	
Druh vedení Váleček MR	•	•	•	•	•	•	•	•
MR s AMS	•	•	•					
Kulička BM	•	•	•					

Poznámka: • = vhodné

Objednací kód konstrukční řady xx, xx= s velikostí (např. „MKS xx“)

Přehled produktů				
Konstrukční řada	**KWH**	**KBH**	**KBHS**	**MKE**
Tlakové medium manuální	•			
pneumatické				
hydraulické	•	•	•	
elektrické				•
Pružinový akumulátor energie			•	
Přívod plus				
Brzdicí prvek		•	•	
Kompatibilita s DIN 64	•	•		
Druh vedení Váleček MR	•	•	•	•
MR s AMS				
Kulička BM				•

Poznámka: • = vhodné

Objednací kód konstrukční řady xx, xx= s velikostí (např. „MKS xx“)

4.17. SCHNEEBERGER-Download a online katalog CAD

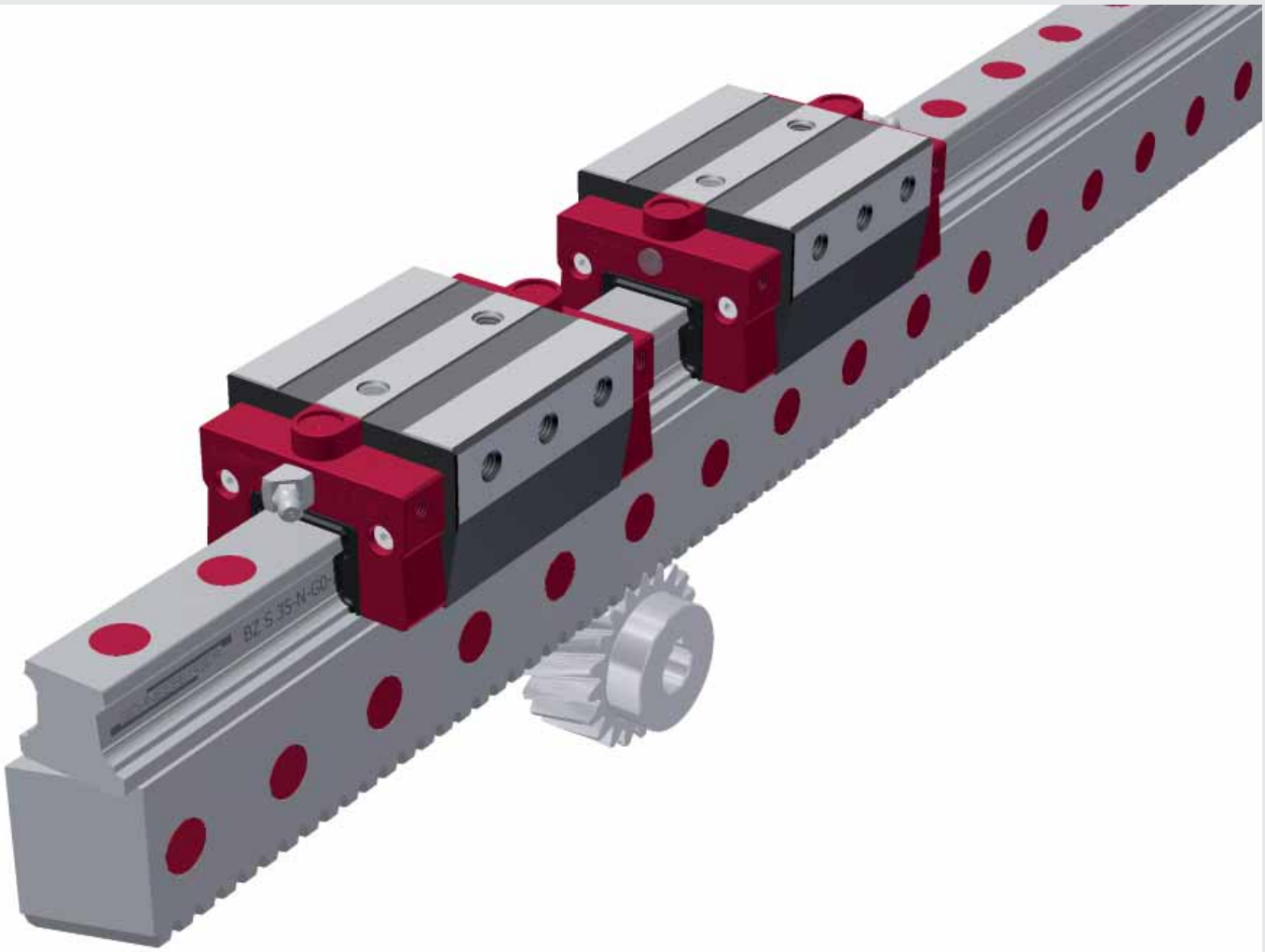
4.17.1.
SCHNEEBERGER Downloads

Pro podporu vývoje a konstrukce v prostředí CAD jsou připraveny ke ztažení všechny komponenty MONORAIL jako výkresy ve 2D nebo objemové modely ve 3D ve všech běžných datových formátech na www.schneeberger.com. Přitom existuje možnost nakonfigurovat individuální systém se všemi díly příslušenství ale i vhodnými délkami vodicích kolejnic a konstrukčními tvary vodicích kolejnic a vložit jej do konstrukčního prostředí.

4.17.2.
Online katalog CAD

Se serverem CADENAS-Part existuje možnost stáhnout z www.partserver.de velký počet geometrických dat firmy SCHNEEBERGER ve 2D/3D nezávislých na CADu.
Veškeré dostupné součásti v CADu byly vytvořeny s velkou pečlivostí. Firma SCHNEEBERGER nepřebírá žádnou záruku za chybné součásti a neúplné geometrie a z toho vzniklé důsledky. Technické změny dat zůstávají vyhrazeny.

5 Vývoj a design::
Pohánění



SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY

Obsah

5 Vývoj a design: Pohánění 169

5.1. Přehled produktů 172
5.1.1. Vlastnosti a výhody 172
5.1.2. Montážní poloha 174

5.2. Výpočet a dimenzování 175
5.2.1. Vodicí vozík a vodicí kolejnice 175
5.2.2. Ozubení 177

5.3. Upevnění vodicí kolejnice 180
5.3.1. Druh upevnění 180
5.3.2. Zaslepovací prvky otvorů 180
5.3.3. Dovolené momenty pro utažení šroubů 181
5.3.4. Transportní ochrana včetně montážní pomůcky 181

5.4. Vícedílné vodicí kolejnice 183
5.4.1. Přechody styků 183
5.4.2. Provedení 183
5.4.3. Vyrovnání 183
5.4.4. Zaměnitelnost 183

5.5. Uspořádání připojovací konstrukce 184
5.5.1. Boční dorazové plochy 184
5.5.2. Druhy montáží 185
5.5.3. Přesnost tvaru a uložení připojovacích ploch, připojovací rozměry 186

5.6. Mazání 187
5.6.1. Stav při vydodání 187
5.6.2. První mazání a další mazání 187
5.6.3. Vrstvy 188

5.1. Přehled produktů

5.1.1.
Vlastnosti a výhody

Ozubené systémy MONORAIL BZ od fy SCHNEEBERGER spojují charakteristický výkony vedení MONORAIL BM s výhodami vysoce přesného, integrovaného pohánění ozubeným hřebenem.

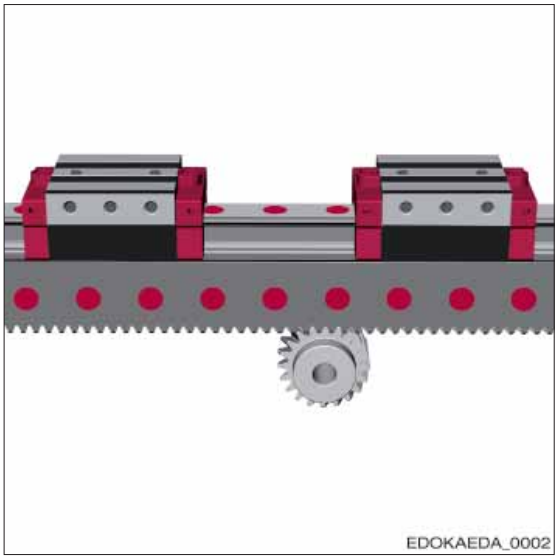
Pohánění ozubeným hřebenem se dvěma vodicími vozíky

Systém nabízí zákazníkovi tyto výhody:
- Jednodílné systémové délky až 6000 mm
- Vícedílné systémy > 6000 mm
- Ozubené hřebeny s vysoce kvalitním ozubením (kalené a broušené)
- Úspora nákladů až 25% díky snížení nákladu za konstrukci, výrobu a montáž)
- Vynikající vlastnosti chodu, vysoká setrvačnost a dlouhá životnost založená na vedení MONORAIL BM od fy SCHNEEBERGER
- Zaměření na požadavky zákazníků díky velkému počtu konstrukčních tvarů vodicích vozíků, díky rozsáhlému příslušenství a díky použití různé kvality ozubení

Kromě toho se MONORAIL BZ vyznačuje těmito vlastnostmi:
- Styk lze provést pomocí speciálně vyvinuté přechodové geometrie
- Kombinace funkcí vedení, pohánění a odměřování v jednom systému
- Přenos vysokých bočních sil díky
  - Dvojitému počtu upevňovacích šroubů mezi systémem a podstavcem, ale i mezi ozubeným hřebenem a vodicí kolejnicí
  - Větší systémová výška s výhodnějším pákovým poměrem
- Snížené náklady na manipulaci i montáž díky transportní ochraně, kterou lze použít k montáži systému
- Zaměnitelnost jednotlivých segmentů ozubeného hřebene (např. na úsecích s intenzívním otěrem)

Jednodílné systémové délky do 6000 mm

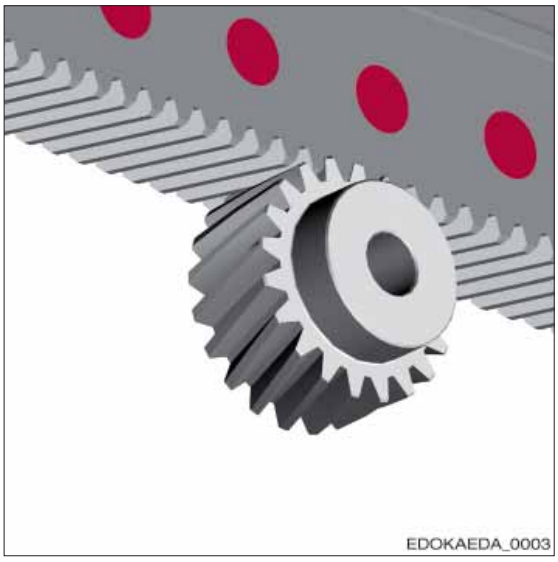
Přesný chod vodicího vozíků bez rázů na dlouhých dráhách díky jednodílným systémovým délkám do 6000 mm. Díky řazení více systémů BZ za sebou lze realizovat také větší úseky pojezdu při zachování neměnné kvality.



Systémy BZ s poháněním ozubeným hřebenem

Ozubení až do jakosti 6

Broušené a kalené ozubené hřebeny v jakosti 6 umožňují měkký chod při maximálním přenosu síly, vysokou přesnost polohování a dlouhou životnost.
Existují i jiné jakosti a provedení.

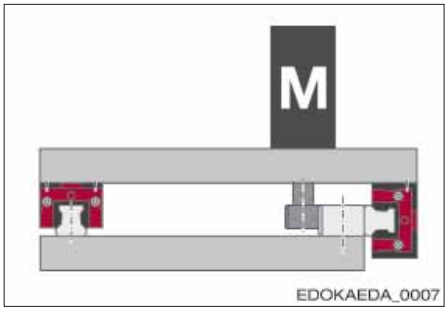


Ozubený hřeben s pastorkem

5.1.2.
Montážní poloha

Montážní poloha systémů MONORAIL BZ je dána aplikací, tzn. funkcí stroje, jeho konstrukcí a směrem pojezdu osy. Má vliv na druh přívodu maziva a na sklon ke znečištění vedení.
Dále jsou znázorněny typické možnosti použití v principiální formě:

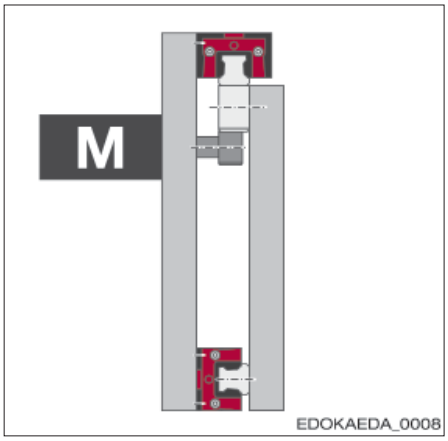
Varianta 1*



Parametry:
– Horizontální osa
– Vodicí kolejnice BZ ležící, otočené o 90°
– Vodicí kolejnice BZ s konstrukčním tvarem vodicího vozíku E s bočním upevněním
– Protilehlá kolejnice s konstrukčním tvarem vodicího vozíku C/D, díky tomu leží montážní plochy u vodicích kolejnic a vodicích vozíků vždy v jedné rovině

Poznámka: * M = motor s převodem a pastorkem

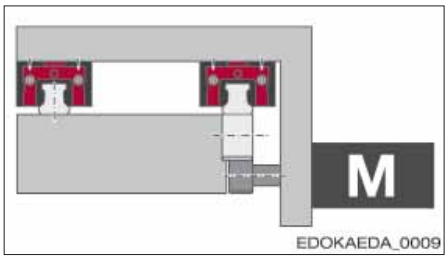
Varianta 2*



Parametry:
– Horizontální osa
– Horizontální pohyb
–Vodicí kolejnice BZ stojící zpříma, čímž je ozubení dobře chráněno proti znečištění
– BZ Führungsschiene mit Führungswagenbauform E mit seitlicher Befestigung
– Protilehlá kolejnice s konstrukčním tvarem vodicího vozíku C/D, díky tomu leží montážní plochy u vodicích kolejnic a vodicích vozíků vždy v jjedné rovině

Poznámka: * M = motor s převodem a pastorkem

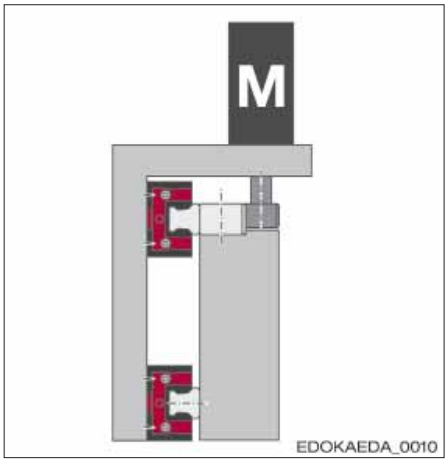
Varianta 3*



Parametry:
– Horizontální osa
– Vodicí kolejnice BZ stojící zpříma, čímž je ozubení dobře chráněno proti znečištění
– Protilehlá kolejnice s průřezem jako BZ, avšak bez ozubení
– BZ a standardní se stejným průřezem, díky tomu dobrá přístupnost, jednoduchá montáž
– Montáž motoru příčně, díky tomu maximální volný prostor na horní straně sání

Poznámka: * M = motor s převodem a pastorkem

Varianta 4*



Parametry:
– Závěsná montáž
– Horizontální pohyb
– Konstrukční tvar vozíku C/D s upevněním seshora a 6 šroubů pro vysokou tuhost
–-Montáž motoru příčně, díky tomu maximální volný prostor na horní straně sání

Poznámka: * M = motor s převodem a pastorkem

5.2. Výpočet a dimenzování

5.2.1. **Výpočet a dimenzování**

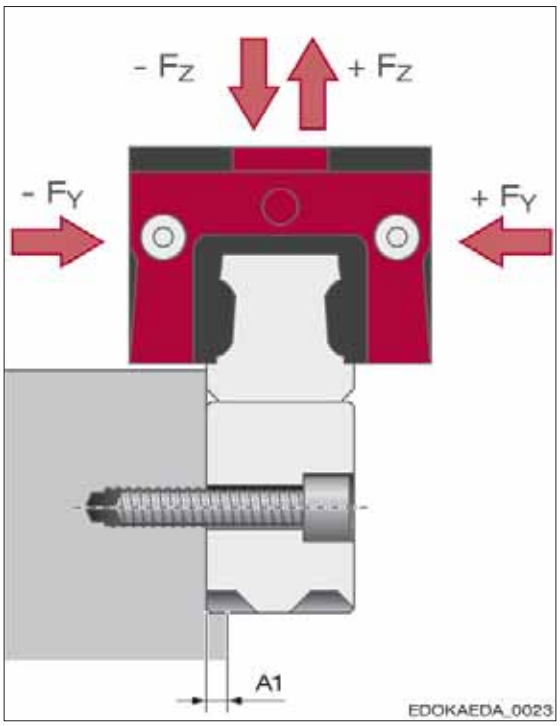
Při dimenzování vedení MONORAIL BZ s ozubeným hřebenem od fy SCHNEEBEREGER je nutno dbát na následující.

Setrvačnost a zatížitelnost

Vodicí kolejnice s vodicím vozíkem se rozlišuje podle dimenzování standardního vedení. Platí setrvačnosti MONORAIL BZ podle Produktového katalogu MONORAIL a AMS fy SCHNEEBERGER.

U MONORAIL BZ je však nutno dbát na to, aby celková zatížitelnost systému byla oproti MONORAIL BM omezena. Je to zdůvodněno vysokým zatížením bočních šroubových spojení na základě pákového působení vodicí kolejnice u bočních sil, díky tření interního šroubového spoje mezi vodicí kolejnicí a ozubeným hřebenem a díky menší kontaktní ploše na ozubení.

Pro dovolené boční zatížení ± FY a dovolené tahové a tlakové zatížení ± FZ platí hodnoty z níže uvedené tabulky na základě šroubového spoje se šrouby pevnostní třídy 12.9. Hodnoty platí pro jeden vodicí vozík.



A1 max. 3 (BZ 25) resp. max. 5 (BZ 35)

Působení tahových, tlakových a bočních sil

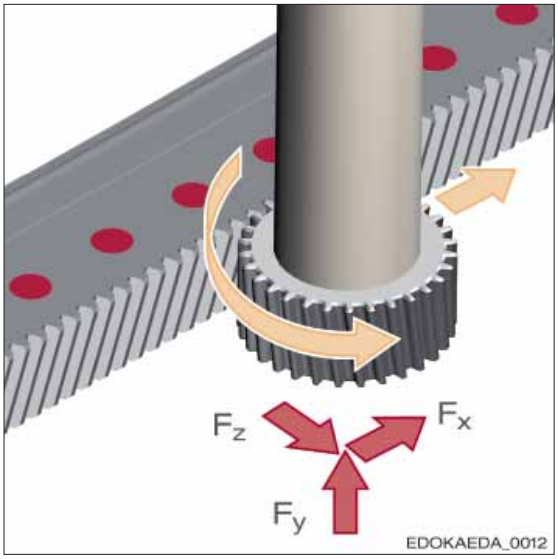
Maximální tahové, tlakové a boční síly (N)

Konstrukční velikost/typ vozíku+FY)N)	$+F_y$ (N)	$-F_y$ (N)	$+F_z$ (N)	$-F_z$ (N)
BZ 25				
A/C/E	5275	1840	3060	8651
B/D	6375	2200	3060	10455
BZ 35				
A/C/E	9675	3600	5580	24381

Při dimenzování dbejte na to, aby bylo možno přenositelné síly limitovat vazbou ke konstrukci a ne parametry vodicího vozíku.

Životnost

U stolových systémů s poháněním ozubeným hřebenem vznikají dodatečné síly u záběru zubu, a to ortogonálně ke směru pohybu. Ty se pak přenášejí pomocí pastorku, motoru a saní na vedení a je nutno je zohlednit při výpočtu životnosti.
Díky šikmému ozubení vznikají při pohánění příčně k podélné ose vodicí kolejnice síly F_y s F_y = 0,35 • F_x. Hodnota 0,35 vychází z úhlu zešikmení ⍰ = 19°31´42“ ozubení. Síla je při konstantní síle pohánění konstantní. Její směr se mění se směrem zrychlení (změna zrychlení na brzdění).
Kromě toho vznikají síly F_z vertikálně k ozubení, a to ve směru od ozubení s F_z = 0,36 • F_x díky úhlu záběru cca 20°. Tato síla je míjivá. Jako orientační hodnota pro výpočet životnosti by se měla použít Fz = 2/3 z $F_{z\,max}$



F_x síla ve směru x
F_y síla ve směru y
F_z síla ve směru z

Síly k ozubení

Přivádění síly při použití vodicího vozíky konstrukčního tvaru E

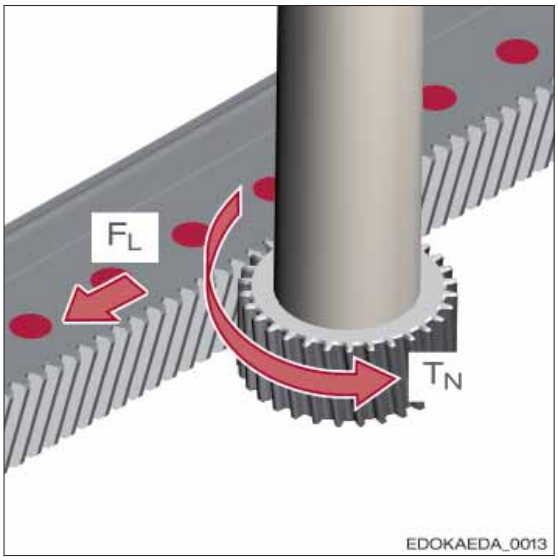
Při použití vodicího vozíky konstrukčního tvaru E je nutno dbát na druh přivádění síly. Díky bočnímu navázání vodicího vozíku u saní pro osy mohou vznikat momenty, které by mohly vést k vnitřním dodatečným silám, které by mohly drasticky snížit životnost.

Pohánění ozubeným hřebenem se dvěma vodicími vozíky konstrukčního tvaru E

5.2.2.
Ozubení

Následně shrnuté základy pro výpočet slouží k hrubému odhadu možného zatížení a životnosti pohánění ozubeným hřebenem. Pro přesné dimenzování je však nutný podrobný výpočet, který si lze v případě potřeby vyžádat od fy SCHNEEBERGER.

Zatížení ozubeného hřebene a pastorku



Ozubený hřeben s podélnou silou F_L a pastorkem s točivým momentem T_N

Tabulka poskytuje přehled o maximální síle FL a max. točivém momentu TN v závislosti na konstrukční velikosti a provedení ozubeného hřebene u MONORAIL BZ, počtu zubů z pastorku a počtu výměn zátěží.
Uvedené hodnoty platí při dobrém mazání, při provozu bez kolizí a při stabilním uložení.
Bezpečnostní faktor pro namáhání ozubeného hřebene SF ≥ 1,4 a Bezpečnostní faktor pro boční namáhání zubu SH ≥ 1,0 jsou zahrnuty.
Bezpečnostní faktor SH ≈ 1,0 – 4,0 pro provozní podmínky (úhlová chyba, nedostatečné mazání, nečistota, …) je nutno zohlednit podle zkušenosti.
My doporučujeme, podle aplikace, použít hodnoty pro 106 nebo 107 výměn zátěží. Hodnoty 105 jsou jen pro výjimečné případy, např. pro statické výpočty, a to po dohodě s firmou SCHNEEBERGER.
Počet nasazených změn zatížení se určí následovně:
Je-li počet zubů nejvíce používaného úseku ozubeného hřebene větší než desetinásobek počtu zubů z pastorku, pak lze dimenzovat s hodnotou 106, v jiném případě je nutno dimenzovat s 107 změnami zatížení.

Počet změn zatížení		**10^5**	**10^5**	**10^6**	**10^6**	**10^7**	**10^7**
	Počet zubů pastorku z	**T_N (Nm)**	**F_L (N)**	**T_N (Nm)**	**F_L (N)**	**T_N (Nm)**	**F_L (N)**
Konstrukční tvar a provedení ozubeného hřebene							
BZ 25							
Měkký	20	104	4895	34,2	1610	17,5	827
Kalený	20	138	6500	132	6240	102	4800
Měkký	40	295	6900	132	3120	70	1600
Kalený	40	281	6600	242	5700	181	4280
BZ 35							
Měkký	20	217	8180	73	2750	34	1280
Kalený	20	285	10700	273	10300	214	8000
Měkký	42	627	11200	292	5240	183	3290
Kalený	42	603	10800	522	9300	397	7130

Poznámky: FL = podélná síla, TN = točivý moment

Výpočet sil a momentů

$$F_{vs} = m \cdot g + m \cdot a + F_R$$

EDOKAEDA_0014

Pro vertikální osu zdvihu

- F_{vs} posuvná síla
- m pohybující se hmota (kg)
- g tíhové zemské zrychlení = 9,81 m/s²
- a zrychlení (m/s²)
- F_R odpor tření (N)

$$F_{vs} = m \cdot a + F_R$$

EDOKAEDA_0015

Pro horizontální osu posuvu

- F_{vs} posuvná síla (N)
- m pohybující se hmota (kg)
- a zrychlení (m/s²)
- F_R odpor tření (N)

$$a = v / t_b$$

EDOKAEDA_0016

- a zrychlení (m/s²)
- v rychlost (m/s)
- t_b doba zrychlení (s)

$$F_R = \mu \cdot m \cdot g$$

EDOKAEDA_0017

- F_R odpor tření (N)
- μ koeficient tření
- m pohybující se hmota (kg)
- g tíhové zemské zrychlení = 9,81 m/s²

$$M_{erf} = F_{vs} \cdot d / 2000$$

EDOKAEDA_0018

- M_{erf} požadovaný točivý moment
- F_{vs} posuvná síla (N)
- d průměr děleného kruhu

$$M_{zul} = T_N / S_B$$

EDOKAEDA_0019

- M_{erf} dovolený točivý moment
- T_N točivý moment (z tabulky, předchozí strana)
- S_B bezpečnostní faktor pro provozní podmínky

Bezpečnostní faktor pro provozní podmínky (úhlová chyba, nedostatečné mazání, nečistota, …) je nutno zohlednit (SB ≈ 1,0 – 4,0).

Je nutno splnit tuto podmínku:

$$M_{zul} > M_{erf}$$

EDOKAEDA_0020

- M_{zul} dovolený točivý moment
- M_{erf} požadovaný točivý moment

Výpočtový servis firmy SCHNEEBERGER

V případě potřeby provádí firma SCHNEEBERGER přesné dimenzování pohánění ozubeným hřebenem.
Jsou k tomu nutné tyto údaje:

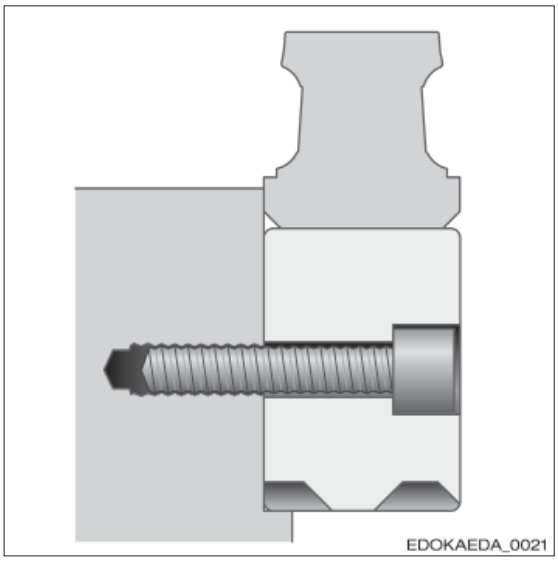
- Aplikace
  - Popis použití
- Požadavky na provoz
  - Přesné rozměry s vysokými přenositelnými momenty
  - Přesnost polohování
  - Klidný chod
  - Počet změn zatížení za hodinu
- Provozní data
  - Trvalý provoz nebo přerušovaný provoz (náběhů/h)
  - Doba zapnutí
  - Otáčky při pohánění
  - Druh otáček při pohánění (variabilní, kontinuální)
  - Požadovaný počet otáček na výstupní straně
  - Pohybující se hmota
  - Požadovaná rychlost pohybující se hmoty
  - Doba zrychlení
  - Druh montáže pohánění ozubeným hřebenem
- Okolí
  - Okolní teplota
  - Vlhkost
- Konfigurace
  - Příslušenství
  - Geometrie nástavby motoru
  - Druh výstupu
  - Speciální modifikace, dimenze nebo vlastnosti

5.3. Upevnění vodicí kolejnice

5.3.1.
Druh upevnění

Vodicí kolejnice MONORAIL BZ se upevňují ze strany k připojovací konstrukci. Mají k tomu v segmentech ozubeného hřebene boční průchozí otvory se zapuštěním

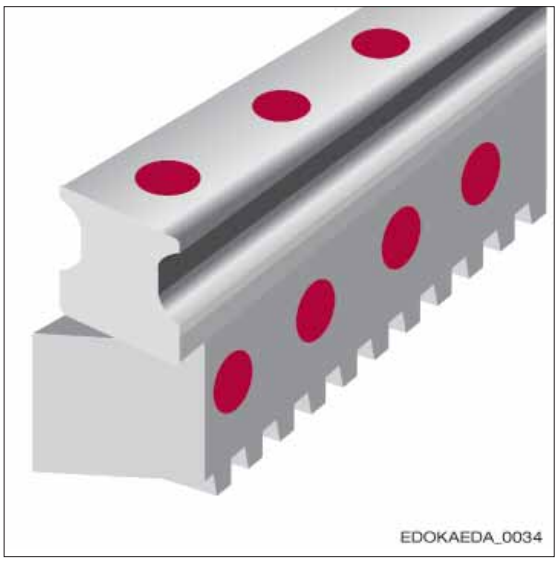
Upevnění ze strany
Výhody:
- Dobrý přístup k upevňovacím otvorům
- Žádné zeslabení ozubení kvůli upevňovacím otvorům



Befestigung der BZ Führungschiene

5.3.2.
Zaslepovací prvky otvorů

Boční upevňovací otvory lze v případě potřeby zaslepit pomocí plastových ucpávek BRK. Není to však nezbytně nutné, protože tyto otvory neleží oblasti pohybu vodicích vozíků.
Otvory pro spojovací šrouby mezi vodicí kolejnicí a ozubeným hřebenem jsou ve standardním provedení také již z výroby zaslepeny plastovými záslepkami.
Pokyny k montáži naleznete v montážním návodu MONORAIL a AMS.



Otvory s plastovými záslepkami

5.3.3. Zulässige Schraubenanzugsmomente

Maximální utahovací momenty šroubů pro upevňovací šrouby DIN 912 / ISO 4762 jsou uvedeny v následující tabulce. Vycházíme přitom z koeficientu tření ve stavu dodání μ ´0,125.

Pozor

Poškození součástí díky šroubům utaženými nesprávným utahovacím momentem

- ➡ Na údaje výrobců šroubů je nutno dbát a jsou v každém případě závazné.
- ➡ Šrouby s nízkou hlavou DIN 6912 je nutno utáhnout podle třídy 8.8.

Utahovací momenty pro upevňovací šrouby DIN 912 / ISO 4762, μ = 0,125

Maximální utahovací moment (Nm)		
Šroub	**M6**	**M8**
Konstrukční velikost BZ	25	35
Třída pevnosti F8.8	10	24
12.9	16	40

Budou-li upevňovací šrouby vodicí kolejnice namazány tukem obsahujícím MoS2 a utaženy s použitím momentového klíče, bude docílena rovnoměrná síla předpětí. Z toho potom vyplývá výrazné zlepšení přesnosti chodu.

Pozor

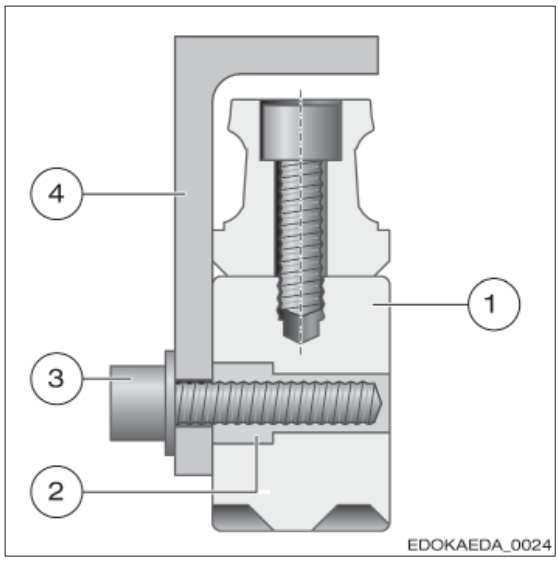
Poškození součástí díky šroubům utaženými nesprávným utahovacím momentem

- ➡ Při použití tuků obsahujících MoS2, lze snížit koeficient tření μ až na polovinu. Točivé momenty je nutno zredukovat.

Upevňovací šrouby je nutno zajistit, pokud se očekávají ztráty pnutí. SCHNEEBERGER doporučuje použít upevňovací šrouby třídy pevnosti 12.9.

5.3.4. Transportní ochrana včetně montážní

Vodicí kolejnice MONORAIL BZ o délce > 1200 mm, jsou dodávány s transportní ochranou. Ta se skládá hliníkového profilu L, který je spojen s vodicí kolejnicí BZ více svěracími prvky. Profil L stabilizuje a chrání systém BZ během skladování, transportu a montáže proti zlomení. Na horní straně má profil vícero otvorů se závitem, do kterých lze našroubovat pro transport zvedacími prostředky oka. Systémy BZ by se měly transportovat vždy ve vzpřímené pozici, tzn. ozubením dolů, protože vodicí kolejnice a transportní ochrana vykazují v této pozici největší tuhost. Transportní ochrana by se měla nejprve odstranit, poté co je vodicí kolejnice BZ upevněna na stroj. Další informace naleznete v montážním návodu MONORAIL BZ.



1 Systém BZ
2 Svěrací prvek
3 Šroub
4 Transportní ochrana

Transportní ochrana pro vodicí kolejnici s ozubeným řemenem

5.4. Vícedílné vodicí kolejnice

5.4.1.
Přechody styků

Systémy BZ S délkou > 6 m jsou z důvodu omezené délky jednotlivých kolejnic složeny z více úseků. Díky řazení více segmentů za sebou lze teoreticky realizovat libovolné délky, přičemž styky kolejnic a styky ozubených hřebenů se standardně montují s přesahem.

5.4.2.
Ausführung

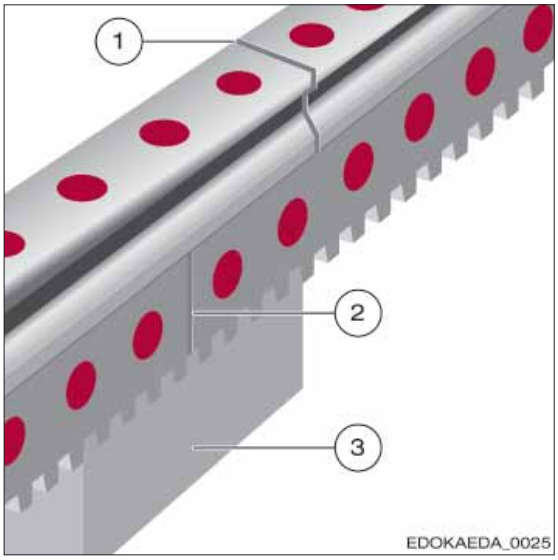
Konce vodicích kolejnic systémů BZ se ve výrobě pro systémový styk připravují a zpracovávají tak, aby vodicí vozík a stěrač nebyly vzniklou spárou omezeny na životnosti.

5.4.3.
Ausrichten

Bezpodmínečně je nutno dbát na pečlivou montáž systémového styku u lože stroje.
Obecně by se styky podle možností neměly dávat do silně zatížených a často přejížděných zón.
Pro korektní vyrovnání systémů u styku jsou rozhodující dvě kritéria:

- Souosost vodicích kolejnic
- Korektní vzdálenost zubů ozubeného hřebene hraničících systémů

Korektní vyrovnání vodicích kolejnic ve vertikálním a horizontálním směru příčně k systémové ose lze provést přes patřičně přesné strojové dorazy a vyrovnání pomocí měřicích hodinek. K tomu viz montážní návod MONORAIL a AMS. Vyrovnání systémů v axiálním směru se musí provést přes ozubení tak, aby se pastorek při přejetí stykového místa nevzpříčil. Proto je potřeba vzdálenost zubů u styku nastavit tak, aby souhlasil s e vzdálenostmi zbývajících ozubených hřebenů, aby se tedy pohyboval uvnitř dovolené chyby dělení na jednotlivé kusy sousedících segmentů ozubených hřebenů. Pro to se používá k montáži montážní pomůcka BZM, krátký segment ozubeného hřebenu s protilehlým ozubením. To se po ortogonálním vyrovnání vodicích kolejnic vtáhne do ozubení pomocí svěradla a navzájem tak vyrovná systémy vůči sobě. Proto musí být alespoň jeden ze segmentů snadno axiálně pohyblivý.



1 Styk vodicí kolejnice: 0,01 – 0,03 mm
2 Styk ozubeného hřebene: 0,2 – 0,3 mm
3 Montážní pomůcka BZM

Montáž vícedílných vodicích kolejnic

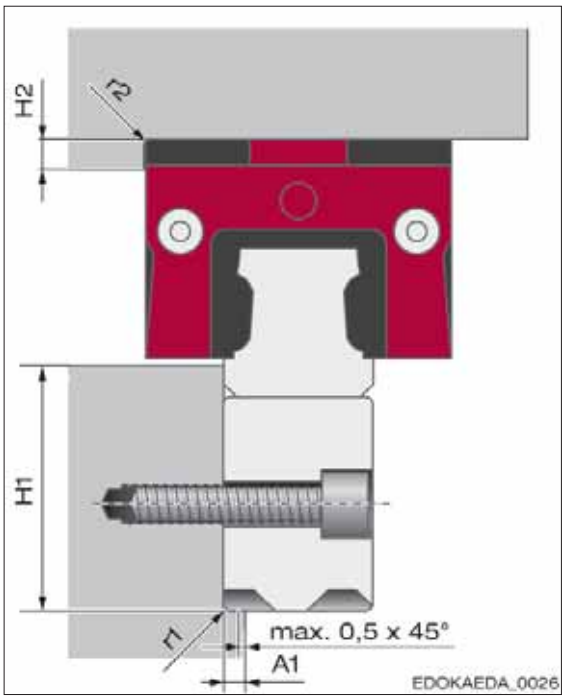
5.4.4.
Zaměnitelnost

V případě nahrazování dílů lze vícedílné vodicí kolejnice BZ vyměnit pouze kompletní. Dodatečná objednávka jednotlivých dílčích kusů není možná.

5.5. Uspořádání připojovací konstrukce

5.5.1.
Boční dorazové plochy

Pro snadnou montáž a přesné vyrovnání vedení MONORAIL BZ by měly být montážní plochy vodicích kolejnic a vodicích vozíků vybaveny bočními dorazy. Díky tomu lze současně přenášet vyšší boční síly na vodicí vozík, resp. tlakové síly na vodicí kolejnici, k tomu viz dovolené boční síly bez dorazových ploch, kapitola 5.3 – Upevnění vodicí kolejnice a 4.11 – Upevnění vodicích vozíků.
Dodržení údajů o výšce pro dorazové plochy zaručuje bezpečné přijetí síly a dostatečný volný prostor pro vodicí vozík. Vodicí vozík a vodicí kolejnice mají u hran dorazových ploch fazetu, aby mohla být dorazová konstrukce provedena bez zadních zápichů. Uvedené rohové rádiusy jsou maximální hodnoty, které zajistí, že vodicí vozík a vodicí kolejnice doléhají správně k montážním plochám.



r1 rohový rádius hrany vodicí kolejnice
r2 rohový rádius hrany vodicího vozíku
H1 výška dorazu vodicí kolejnice
H2 výška dorazu vodicího vozíku
A1 Šířka dorazového ramene vodicí kolejnice

Uspořádání připojovací konstrukce

Konstrukční tvar	Velikost	A1*	H1_min*	H1_max	H2_min*	r1_max	r2_max
BZ	25	3,0	38,5	40	4,5	0,8	1,1
	35	5,0	54,5	56,5	6	1,3	1,3

Pozn.: * hodnoty A1, H1_min, H2_min platí pro ocel a ocelolitinu s hranicí průtahu alespoň 240 N/mm2.

Pokyn

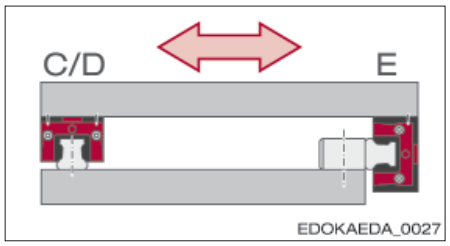
➡ Pro menší hodnoty A1 se sníží maximální vertikální zatížení vodicího vozíku. Bez použití dorazového ramene je rozhodující dimenzování šroubů.

5.5.2.
Druhy montáží

Při výběru vhodného druhu montáže a stanovení počtu a uspořádání bočních dorazových ploch pro systémy BZ je nutné zohlednit různá kritéria.
Jsou to:

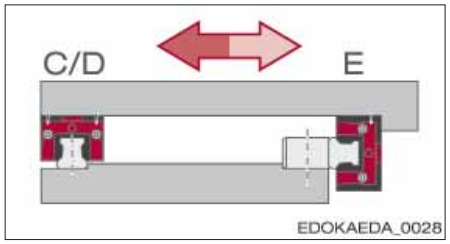
- Zatížení
- Požadovaná přesnost
- Montážní náklady
- Montážní situace

Detailu k tomu naleznete v kapitole 4.12 – Uspořádání připojovací konstrukce.
Následně je popsáno několik typických druhů montáže, které se liší počtem a polohou dorazových ploch, přenositelnými bočními silami a náklady na montáž a mají sloužit jako konstrukční pomůcka:



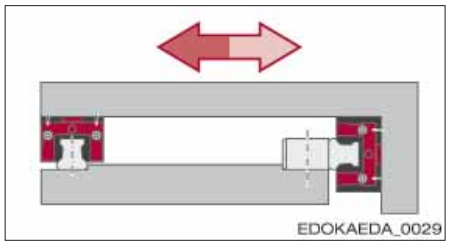
Bez dorazových ploch

Parametry:
– Velmi jednoduché uspořádání montážních ploch
– Vysoké montážní náklady
– Nízký příjem síly ze strany, síly budou přeneseny třením



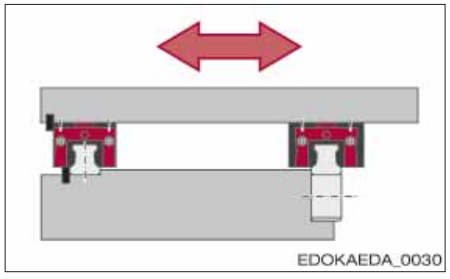
Obě vodicí kolejnice a vodicí vozík vodicí kolejnice BZ s jedním dorazem

Parametry:
– Vozík na vodicí kolejnici BZ s bočním upevněním
– Jednoduché uspořádání montážních ploch
– Nízké montážní náklady
– Pro vysoké boční síly z jednoho směru, např. pro zavěšenou montáž



Obě vodicí kolejnice a vodicí vozík vodicí kolejnice BZ s jedním dorazem

Parametry:
– Vozík na vodicí kolejnici BZ s upevněním shora
– Nákladné uspořádání saní
–Jednoduchá montáž
– Pro vysoké boční síly z jednoho směru, např. pro zavěšenou montáž



Obě vodicí kolejnice a vodicí vozík vodicí kolejnice BZ s jedním dorazem, jedna vodicí kolejnice a její vodicí vozíky s přídavnou boční fixací

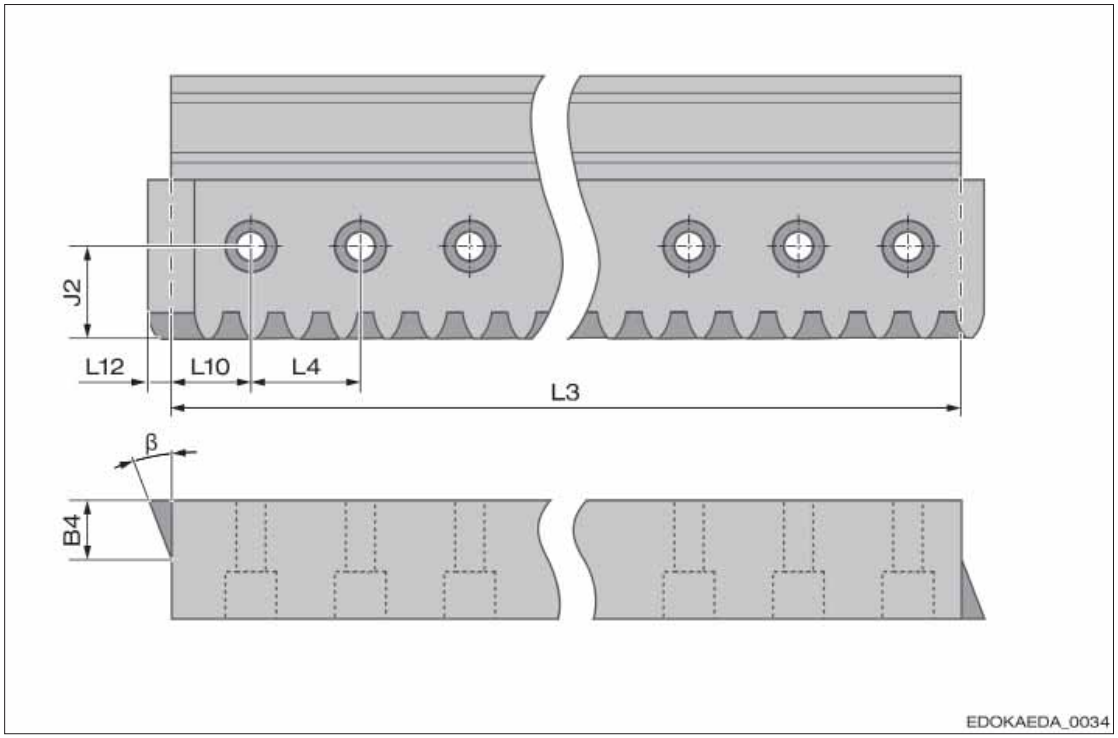
Parametry:
– Jednoduchá montáž
––Pro vysoké boční síly z obou směrů, např. pro horizontální osy
z. B. für horizontale Achsen

5.5.3.
Přesnost tvaru a uložení připojovacích ploch, připojovací rozměry

Výhody vedení MONORAIL BZ od fy SCHNEEBERGER se nejlépe uplatní na konstrukci s nízkou úrovní deformace a velkou přesností tvaru. Nepřesnosti upevňovací plochy jsou částečně kompenzovány elastickou deformací vedení, jsou však negativně ovlivňovány celkovou nepřesností, chováním během chodu, posuvnou silou a životností.
Pro MONORAIL BZ platí tytéž údaje jako pro MONORAIL. V kapitole 4.12 – Uspořádání připojovací konstrukce jsou definovány dovolené hodnoty pro

- Výškové odchylky v příčném směru
- Výškové odchylky v podélném směru
- Tolerance paralelnosti dorazových ploch a
- Rovnost montážních ploch.

Jakost povrchu upínací plochy nemá přímý vliv na funkci a na chování vedení za chodu, ale na statickou přesnost. Vodicí vozíky a vodicí kolejnice jsou přitlačovány šroubovými spoji vysokou silou na montážní plochy. Abychom zabránili sedání spoje, je nutný velký nosný podíl povrchů. Dosáhne se toho vysokou jakostí povrchů. Pro nosné a dorazové plochy se doporučuje střední hodnota hrubosti Ra 0,4 až 1,6 µm.



Připojovací rozměry kolejnice BZ

L3	délka kolejnice	L12	přesah ozubeného hřebene
L4	dělení otvorů	B4	přesah ozubeného hřebene (polovina šířky kolejnice)
L10	vzdálenost konečných otvorů	β	Úhel zkosení

Hodnoty k připojovacím rozměrům naleznete v Produktovém katalogu MONORAIL a AMS.

5.6. Mazání

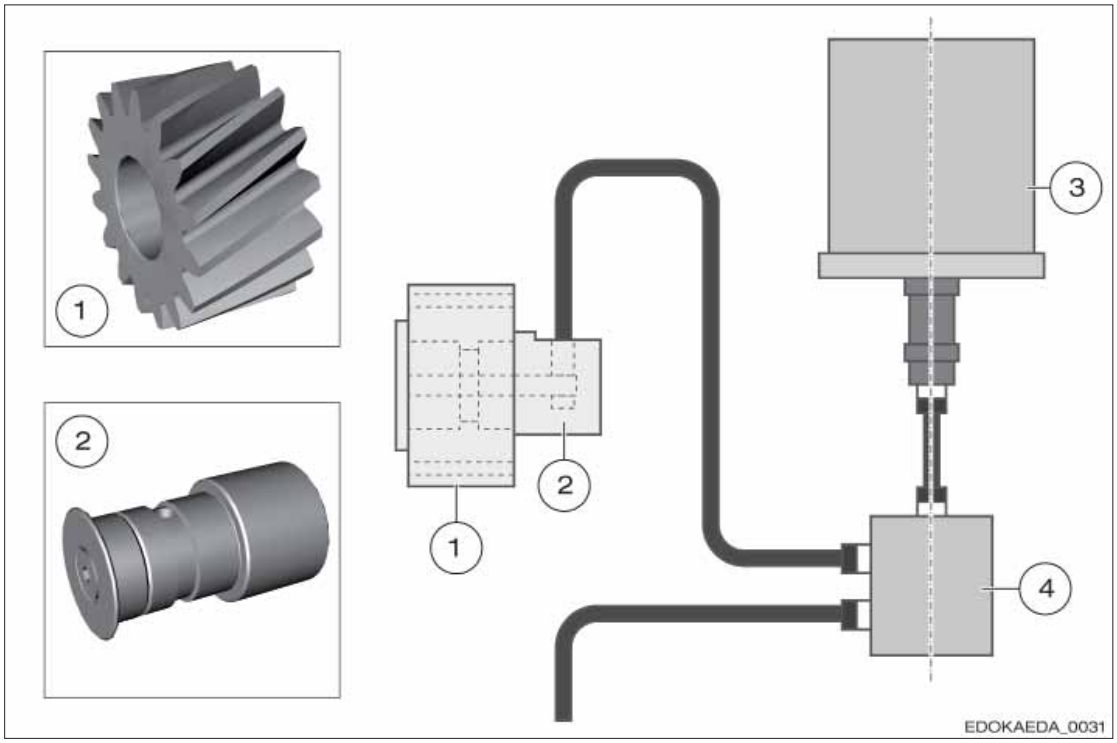
5.6.1.
Stav při vydodání

Při vydodání jsou systémy MONORAIL BZ standardně nakonzervovány olejem. Konzervace slouží jako ochrana během skladování, transportu a montáže.
Bližší informace ke konzervování vedení MONORAIL od fy SCHNEEBERGER naleznete v kapitole 4.13 – Mazání.
Näheres zur Konservierung der SCHNEEBERGER MONORAIL-Führungen finden Sie im Kapitel 4.13 - Schmierung.

Použité mazivo pro konzervování:
Pro konzervování se použije antikorozní olej založený na syntetickém esterovém oleji viskozitní třídy ISO VG 15, který se nevytvrzuje. Tím je zaručeno, že ozubení není nutné před montáží čistit. Konzervační látky fy SCHNEEBERGER jsou snášenlivé s mazivy na minerální bázi. Přesto se snášenlivost s použitým mazivem musí ověřit.

5.6.2.
První mazání a další mazání

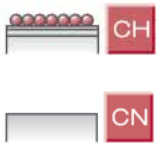
Před uvedením systémů MONORAIL BZ do provozu je nutné provést základní mazání vedení, a poháněním ozubeným hřebenem olejem nebo tukem. K tomu naneste na ozubený hřeben a poháněcí pastorek buď manuálně, např. štětcem, dostatek maziva, nebo automaticky přes souběžně jedoucí filcový pastorek. Filcový pastorek je v záběru s ozubením a přenáší mazivo. Takovýmto způsobem se nanese rovnoměrný film maziva. Mazivo se přivede přes osy. Do těch lze našroubovat mazničku nebo lze připojit autonomní zásobník maziva. Tím se dosáhne automatické mazání. Zásobování mazivem přes centrální mazací zařízení stroje většinou nepřichází do úvahy, protože pro poháněním ozubeným hřebenem se zpravidla používá jiné mazivo s podstatně vyšší viskozitou než pro vedení MONORAIL fy SCHNEEBERGER. Před uvedením automatického mazání do provozu se filcový pastorek (BZR) plně napustí mazivem.



Autonomní zásobník maziva:
1 mazací pastorek
2 náboj pastorku pro mazací pastorek
3 čerpadlo maziva
4 rozváděč maziva

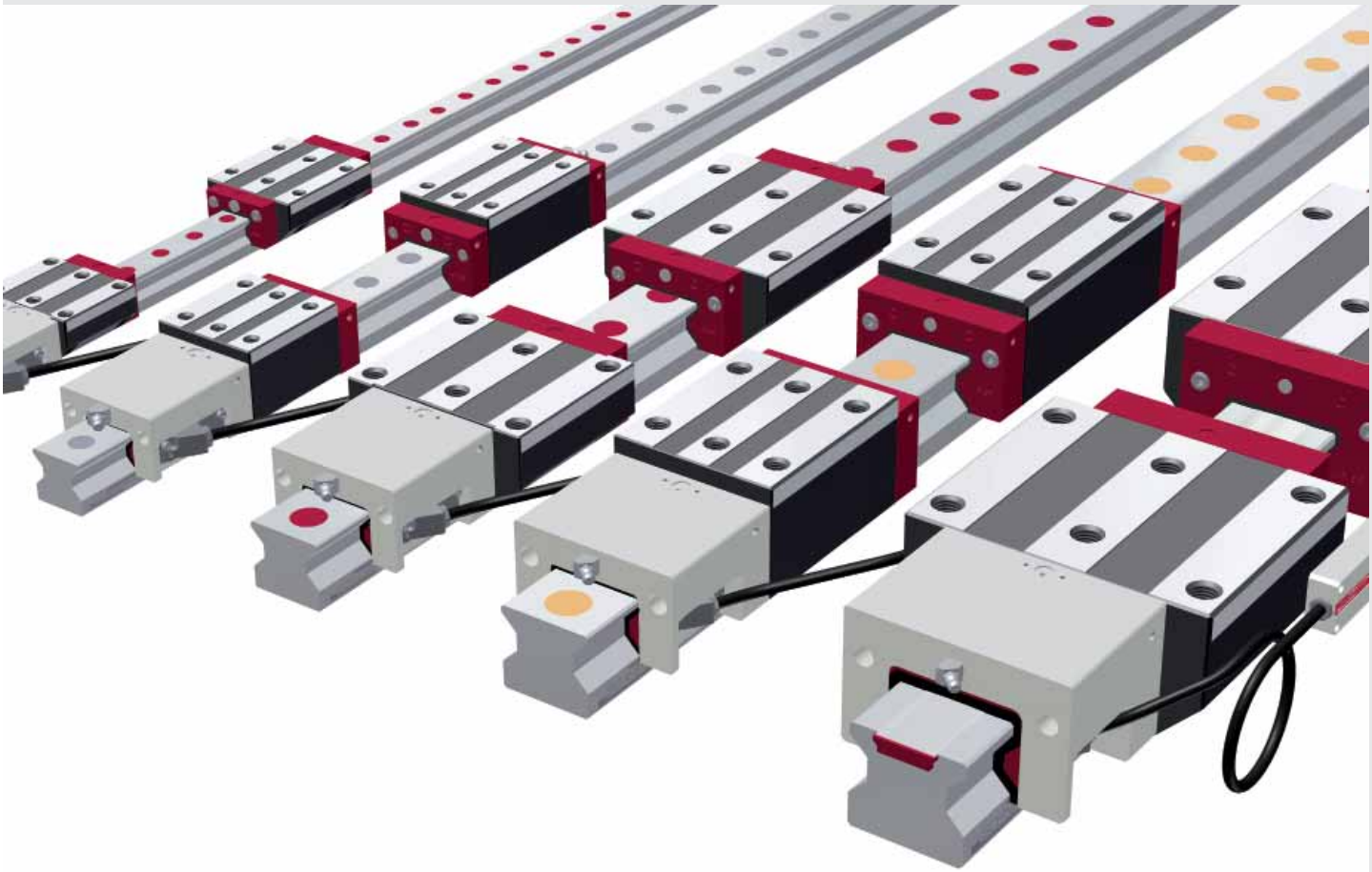
K zachování funkčnosti pohánění ozubeným hřebenem je zpravidla nutné pravidelné mazání. K mazání používejte totéž mazivo jako pro první mazání, resp. ověřte snášenlivost s prvním mazivem.
Mazací intervaly mohou podle použití silně kolísat a je nutné je určit v provozu.
Filcové pastorky podléhají opotřebení a časem tvrdnou. Je proto nutné je pravidelně kontrolovat a ev. Vyměnit. Jejich průměrná doba používání je zhruba jeden rok.
Informace k mazání vedení naleznete v kapitole 4.13 – Mazání. Mazací příslušenství pro MONORAIL BZ viz Produktový katalog MONORAIL a AMS fy SCHNEEBERGER.

5.6.3. Vrstvy



Na přání lze získat systémy MONORAIL BZ s antikorozní povrchovou ochranou.
Je přitom nutno dbát na to, aby ochranné vrstvy měly pouze vodicí vozíky a vodicí kolejnice. Ozubené hřebeny a pastorek, který lze získat jako příslušenství, zůstanou bez ochranných vrstev.

6 Vývoj a design:
Měření



SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY

Obsah

6 Vývoj a design: Měření 189

6.1. Integrace 192
6.1.1. Vlastnosti 192

6.2. Přehled produktů 193
6.2.1. Měřicí systémy 193
6.2.2. Konstrukční tvary vodicích kolejnic 194
6.2.3. Konstrukční tvary vodicích vozíků 194
6.2.4. Systémové srovnání – Technické údaje 195
6.2.5. Příslušenství 196

6.3. Faktory ovlivňující výběr produktů 197
6.3.1. Výběr produktů 197
6.3.2. Příklady použití 199

6.4. Uspořádání měřicích systémů 200
6.4.1. Uspořádání měřicích systémů a čtecí hlavy 200
6.4.2. Kabeláž a připojení k řízení 202

6.5. Podmínky použití 205
6.5.1. Mazání 205
6.5.2. Opotřebení a životnost 205

6.6. Stínění 206
6.6.1. Definice 206
6.6.2. Druhy stínění 206
6.6.3. Stínění systémů odměřování délky fy SCHNEEBERGER 206

6.1. Integrace

6.1.1.
Vlastnosti

Fa SCHNEEBERGER poskytuje v podobě AMS systém pro odměřování polohy integrovaný do profilového vedení, který lze zabudovat bez montáže a justačních prací pravítka. Díky jednoduše vyměnitelné čtecí hlavě a necitlivosti systému vůči všem druhům znečištění se navíc snižují nezbytný servis a údržba.
A tak se docílí díky integrované konstrukci, sloučení vysoce přesného pravítka a vodicí kolejnice MONORAIL, úspory nákladů v konstrukci, výrobě a údržbě produktů.

Přesnost
- koeficient roztažnosti jako u oceli
- dobrá tepelná vazba na základ stroje
- měření téměř v procesu obrábění
- optimální vyrovnávání pravítka
- technika odolná vůči vibracím
- míra se produkuje na součásti připravené k montáži

Montáž a justáž
- řešení připravené k montáži (žádné vícenáklady)
- žádné vyrovnávání pravítka
- nepřímé úspory upínacích dílů
- maximálně jednoduché uvedení do provozu (žádná justáž)
- fázově synchronní vyměnitelné řešení (AMSA-3L)
- není nutný uzavírací vzduch

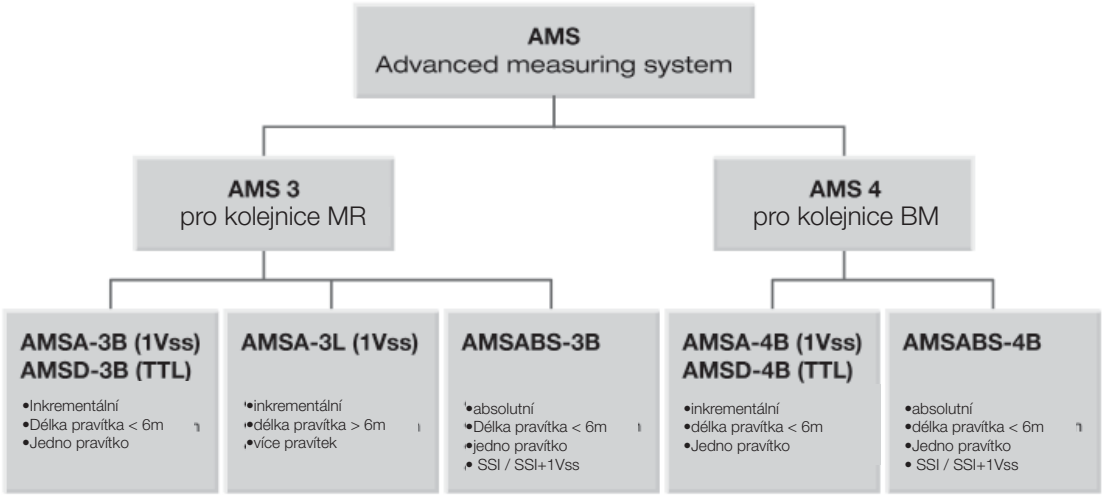
Servis a údržba
- spotřební díly jsou vyměnitelné
- jedna čtecí hlava pro všechny konstrukční velikosti
- jednoduchá výměna čtecí hlavy v případě chyby
- krytí IP68
- odolává oleji, chladivu, rozpouštědlům
- nerezový kryt pravítka
- necitlivost vůči všem druhům cizích částic
- vyměnitelné segmenty vodicí kolejnice (AMSA-3L)

Konstrukce a výrobní proces
- čtecí hlava a elektronika je jedna součást
- krátké konstrukční časy, kompaktní řešení
- více čtecích hlav lze provozovat na jedné vodicí kolejnici
- lze použít standardní příslušenství MONORAIL
- jednodílné až do 6m. Standardizované délky segmentů pro větší délky
- Speciální konce vodicí kolejnice a čtecí hlavy pro přejížděné řešení (AMSA-3L)

6.2. Přehled produktů

6.2.1.
Měřicí systémy

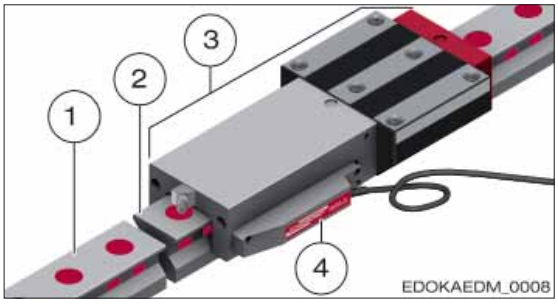
Firma SCHNEEBERGER nabízí pro všechny konstrukční velikosti typů BM a MR integrované měřicí systémy:



EDOKAEDM_0051

AMSA-3L bude umožněno díky mechanicky a měřicky velmi přesné konstrukci měřicích kolejnic. Speciální provedení styků vodicích kolejnic v kombinaci se čtecí hlavou AMSA-3L umožňuje přejíždět styky a konstruovat libovolně dlouhé měřicí osy.
.

AMSA 3L wird durch den mechanisch und messtechnisch sehr exakten Aufbau der Messschienen möglich. Die besondere Ausführung der Führungsschienenstöße in Kombination mit dem AMSA 3L Lesekopf erlaubt es, Stöße zu überfahren und beliebig lange Messachsen aufzubauen.



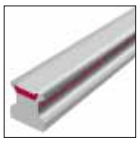
1 AMSA-3L měřicí kolejnice
2 AMSA-3L styk
3 AMSA-3L měřicí vozík
4 AMSA-3L čtecí hlava

AMSA 3L Měřicí systémy

Produkt AMSA-3L se vyznačuje těmito speciálními vlastnostmi:
- velká měřená délka
- vysoká přesnost u velkých měřicích délek
- přejíždění styků bez ztráty přesnosti
- integrovaná elektronika ve čtecí hlavě
  ➔ žádná dodatečná elektronika
- jednotlivé segmenty kolejnice jsou zaměnitelné
- jedna čtecí hlava pro všechny konstrukční velikosti

6.2.2. Konstrukční tvary vodicích

Vodicí kolejnice s integrovaným pravítkem se v geometrii příčného řezu neodlišují od standardních vodicích kolejnic.
Produktové portfolio je však ohledně možností upevnění omezeno:



Konstrukční velikosti/ Konstrukční tvary vodicích kolejnic odspodu	**N** standard	**NU** se závitem	**C** pro krycí pásek
Velikost 15	AMS 4B S 15-ND*		AMS 4B S 15-CD*
Velikost 20	AMS 4B S 20-N		AMS 4B S 20-C
Velikost 25	AMS 3B/4B/3L S 25-N	AMS 3B S 25-NU	AMS 3B/4B S 25-C
Velikost 30	AMS 4B S 30-N		AMS 4B S 30-C
Velikost 35	AMS 3B/4B/3L S 35-N	AMS 3B S 35-NU	AMS 3B/4B S 35-C
Velikost 45	AMS 3B/4B/3L S 35-N	AMS 3B S 45-NU	AMS 3B/4B S 45-C
Velikost 55	AMS 3B/3L S 55-N	AMS 3B S 55-NU	AMS 3B S 55-C
Velikost 65	AMS 3B/3L S 65-N	AMS 3B S 65-NU	AMS 3B S 65-C
Speciální vlastnosti			
k našroubování seshora	•		•
k našroubování zespodu		•	
Nižší montážní náklady		•	•
Velké jednodílné systémové délky	•	•	•

Poznámka: * = relevantní, * vodicí kolejnice konstrukční velikosti 15 jsou prokalené

Vodicí kolejnice MONORAIL AMS se odlišují ani mechanickými vlastnostmi neodlišují od standardních vodicích kolejnic MONORAIL. Proto lze údaje pro

- tolerance v délce vodicí kolejnice a u upevňovacích otvorů
- dovolené utahovací momenty šroubů
- dovolenou boční sílu bez dorazových ploch
- detaily ke konstrukčním tvarům vodicích kolejnic, druhů upevnění, ale k maximálním délkám jednodílných vodicích kolejnic

Zjistit v kapitolách 4.3 – Konstrukční tvary vodicích kolejnic a 4.9 – Upevnění vodicích kolejnic.

6.2.3. Konstrukční tvary vodicích

Všechny systémy AMS lze kombinovat s libovolnými vodicími vozíky dostupnými pro systém vedení (s výjimkou vodicích vozíků K). Detaily k odlišným konstrukčním tvarům vodicích vozíků naleznete v kapitole 4.4 - Konstrukční tvary vodicích vozíků

6.2.4. Systémové srovnání – Technické údajeDaten

Firma SCHNEEBERGER dodává systémy odměřování délky pro různé případy použití. V následující tabulce jsou ukázány možnosti použití a technické specifikace různých systémů.

Technická data systémů odměřování délky

	AMSA 3B/4B	AMSD 3B/4B	AMSABS 3B/4B	AMSA 3L
Odměřování délky				
Inkrementálně	•	•		•
Absolutně			•	
Systémové vlastnosti				
Míra	Tvrdé magnetické periodické rozdělení sever-jih	Tvrdé magnetické periodické rozdělení sever-jih	Tvrdé magnetické periodické rozdělení sever-jih	Tvrdé magnetické periodické rozdělení sever-jih
Signální perioda	200 µm	200 µm	200 µm	200 µm
Referenční značky				
Ekvidistantní	50 mm	50 mm		L4*
Kódované vzdáleností (základní perioda)	40/100 mm	40/100 mm	absolut	
Diagnostika pomocí LED	•	•	•	
Maximální Délka pravítka				
≤ 6000 mm	•	•	•	
> 6000 mm				•
Integrace				
MONORAIL MR	•	•	•	•
MONORAIL BM/BZ	•	•	•	
Přesnost				
Třída přesnosti/ 1000 mm	± 5 µm	± 5 µm	± 5 µm	± 5 µm
Třída přesnosti/ 40 mm	± 2 µm	± 2 µm	± 2 µm	± 2 µm
Periodická odchylka	± 0,7 µm	± 1 µm	± 0,7 µm	± 0,7 µm
Celková přesnost na styku				± 7 µm
maximální rozlišení	••	0,2/1,0/5,0 µm	0,0977 µm	••
Hystereze	< 0,5 - 1 µm	< 0,5 µm**	< 0,5 - 1 µm	< 0,5 - 1 µm
Pohyb				
maximální rychlost	3 m/s	3 m/s	3 m/s	1 m/s
maximální zrychlení	30 g	30 g	30 g	10 g
	AMSA 3B/4B	**AMSD 3B/4B**	**AMSABS 3B/4B**	**AMSA 3L**

Elektrická rozhraní								
analogová	1 V_{ss}			1 V_{ss}				
digitální		Quad.-Signal RS422 (TTL)						
digitální absolutní			SSI, SSI + 1 VSS					
napájecí napětí	5 ± 0,25 V	5 ± 0,25 V	5 V ± 10 % 24 V ± 10 %	5 ± 0,25 V				
Příkon (bez zatížení)	40 mA	110 mA	< 200 mA	50 mA				
Mechanická rozhraní								
Typ zástrčky S	•	•		•				
Typ zástrčky R	•	•	•					
Typ zástrčky M	•	•	•	•				
Životní prostředí								
Krytí	IP 68 (bis 0,3 bar)	IP 68 (bis 0,3 bar)	IP 68 (bis 0,3 bar)	IP 67				
Pracovní teplota	0°C - +70°C	0°C - +70°C	0°C - +70°C	0°C - +70°C				
Skladovací teplota	-20°C - +70°C	-20°C - +70°C	-20°C - +70°C	-20°C - +70°C				
Vibrace/rázy	30 g	30 g	30 g	10 g				

Poznámka: • = relevantní, •• limitováno řízením s SMEA až do 0,0625µm, * s výjimkou MR45, zde 105 mm)u styku vodicích kolejnic 52,5 mm), ** nebo digitální nastavení

6.2.5.
Příslušenství

Pro systémy MONORAIL AMS lze použít velkou část příslušenství odpovídajících systémů vedení MONORAIL. Patří sem:

- Záslepky pro vodicí kolejnice (MRK/BRK, MRS/BRS, MRZ)
- Krycí pásky (MAC/BAC)
- Montážní nářadí pro záslepky MWH)
- dodatečný stěrač ZCN/ZBN, ZCV/ZBV)
- Měch (FBM/FBB)
- Mazací desky (SPL)
- Maznička a mazací adaptér)

Firma SCHNEEBERGER nabízí navíc speciální příslušenství pro MONORAIL AMS:

- Kabely
- Plechové stěrače pro AMS (ASM/ABM – xx A)
- Montážní pomůcky pro AMSA 3L (MWM 3L)
- Koncovka pro AMSA 3L pro vodicí kolejnice (EST 3L)
- Montážní kolejnice pro AMSA 3L (MRM 3L)
- Parametrizační software

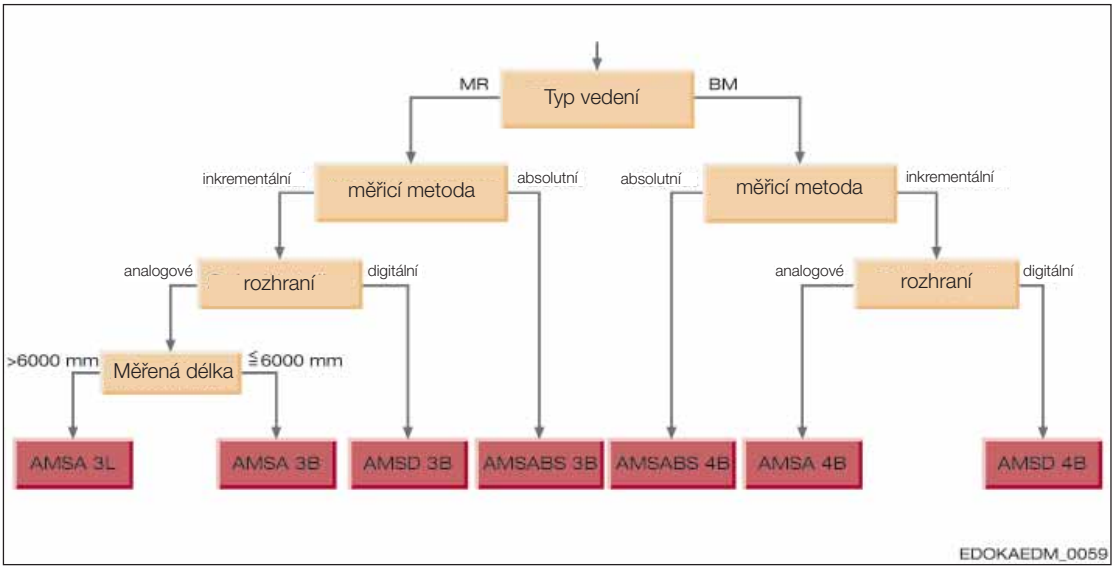
Kompletní přehled o dostupném příslušenství naleznete v produktovém katalogu MONORAIL a AMS firmy SCHNEEBERGER.

6.3. Faktory ovlivňující výběr produktů

6.3.1.
Výběr produktů

Následující faktory ovlivňují výběr systému odměřování délky:

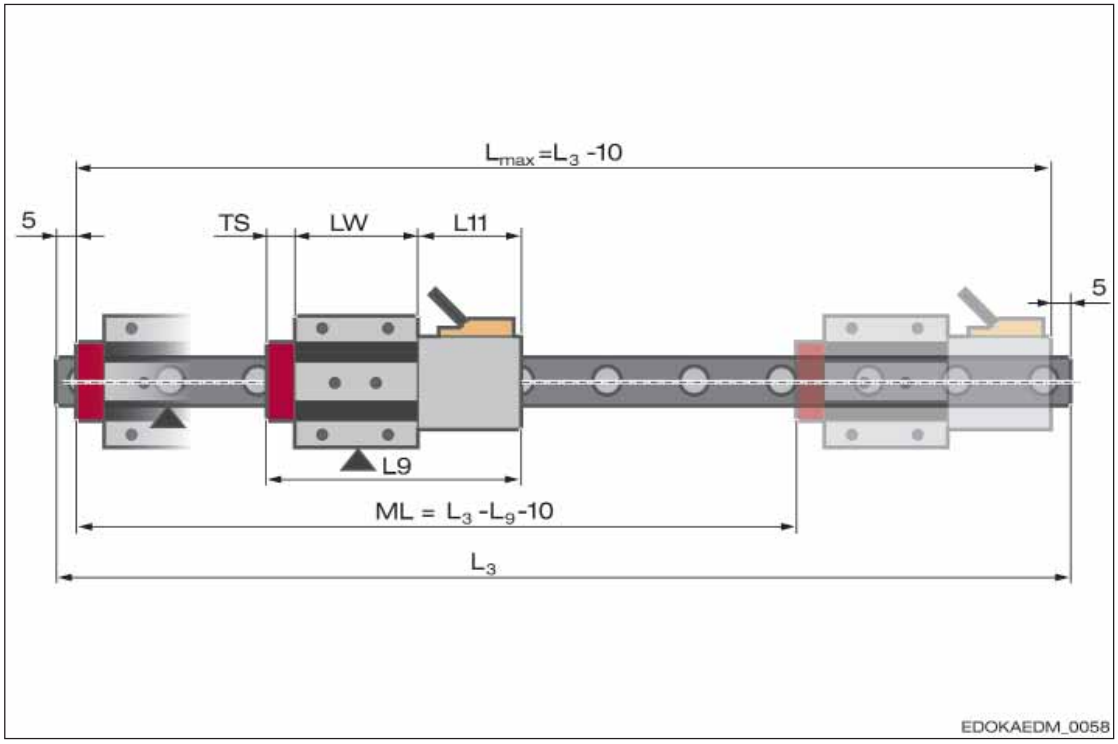
- Typ vedení váleček - kulička
  - Pomůcky pro výběr naleznete v kapitole 4.2 – Porovnání kulička - váleček
- Měřicí metoda absolutní - inkrementální
  - Rozhraní, disponibilita v kapitole 6.2 – Přehled produktů
- Rozhraní analogové - digitální
- Metoda referencování
  - Disponibilita v kapitole 6.2 – Přehled produktů
- Rychlost
  - V závislosti na použitém systému vedení, viz kapitola 6.2 – Přehled produktů
- Měřená délka
- Okolní podmínky
- Řízení



Měřená délka

Měřená délka u lineárních systémů odměřování polohy je maximální dráha, na které lze získat informaci o dráze. U systémů vázaných na pravítko závisí na délce pravítka.

Měřená délka ML pro MONORAIL AMS je dána dle obrázku délkou vodicí kolejnice a délkou vodicího vozíku vč. krytu čtecí hlavy L9.
ML = L3 – L9 – 10 (mm).



Maximální použitelná délka (Lmax = L3 – 10) a měřená délka (ML = L3 – L9 – 10)

L_{max}	maximální použitelná délka	L9	celková délka vodicího vozíku v nástavbovém pouzdru
ML	měřená délka	L11	délka nástavbového pouzdra
L3	délka vodicí kolejnice	TS	tloušťka čelní desky
		LW	vnitřní délka těla vozíku

Pro větší měřené délky byl firmou SCHNEEBERGER vyvinut systém „AMS long“. Detailní informace k tomuto produktu naleznete v kapitole 6.2 - Přehled produktů.

U pravítek s referenčními značkami kódovanými pomocí vzdálenosti určuje základní perioda maximální kódovatelnou délku, která zase omezuje měřenou délku měřicího systému. U těchto systémů se často u krátkých os volí základní perioda malá, aby se snížil maximální nutný pojezd při referenčním pojezdu. Čím menší je základní perioda, tím menší je kódovatelná délka.
Firma SCHNEEBERGER nabízí pro své produkty řady AMS s referenčními značkami kódovanými pomocí vzdálenosti různé základní periody.
Následující tabulka ukazuje maximální kódovatelné délky L_{max} v závislosti na standardních základních periodách GP fy SCHNEEBERGER.

Označení	GP (mm)	L_{max} (mm)
TD20	40	2840
TD50	100	22100 (theoretisch)*

Poznámka: * díky maximální délce vodicí kolejnice omezeno na 6000mm

Okolní podmínky

Při použití chladicího maziva je nutné ověřit snášenlivost s mazivem patřičně zkrátit mazací intervaly. U dlouhých odstávek nebo krátkého zdvihu je nutné připravit přídavné zdvihy po celé délce pojezdu, tzv. mazací a čisticí zdvihy. Ty mají zabránit přilepení nebo připečení chladicího maziva. Přilnuté nečistoty mohou rušit funkci měřicího systému a poškodit čidlo.
Pokud za provozu vznikají otřepy apod., je nutné zajistit dostatečnou ochranu měřicího systému ve formě krytů.

Řízení

Systémy odměřování polohy fy SCHNEEBERGER lze použít s většinou průmyslových CNC řízení, jako např. CNC řízení SINUMERIK a CNC řízení FANUC od fy Siemens.

Bližší informace k použitým řízením a jejich specifickým nastavením obdržíte od výrobce řízení nebo přes příslušné zastoupení fy SCHNEEBERGER.

6.3.2. Příklady použití

Produkt	Parametry	Příklady použití
AMSABS 3B, 4B	• Integrovaný absolutní měřicí systém pro MONORAIL MR a BM • Použití typicky v CNC strojích pro délky pravítka ≤ 6 m	Soustruhy, brusky, frézky a obecné obráběcí stroje
AMSA 3B, 4B AMSD 3B, 4B	• Integrovaný absolutní měřicí systém pro MONORAIL MR a BM • Použití typicky v CNC strojích s délka mi os ≤ 6 m	Soustruhy, brusky, frézky a obecné obráběcí stroje
AMSA 3L	• Integrovaný absolutní měřicí systém pro MONORAIL MR a BM • Použití typicky ve velkých CNC strojích se zdvihem > 6 m	Velké frézky a soustruhy obecné, vrtačky, automatizační linky, zařízení na výrobu letadel

6.4. Uspořádání měřicích systémů

6.4.1. **Uspořádání měřicích systémů a čtecí hlavy**

Lesekopfposition und Anschlagseiten

Pozice čtecí hlavy a dorazových stran

Čtecí hlavu AMS lze uspořádat ve vztahu k vodicímu vozíku do čtyř různých pozic. Umožňuje to flexibilní přizpůsobení měřicího systému konstrukčním podmínkám.

Pro uspořádání jsou nutné tyto kroky:

- Stanovení dorazových stran kolejnice
- Stanovení strany pravítka
  - Zde jsou možné všechny kombinace. Příslušná označení jsou:

Dorazová strana dole, pravítko dole

Dorazová strana dole, pravítko nahoře

Dorazová strana nahoře, pravítko dole

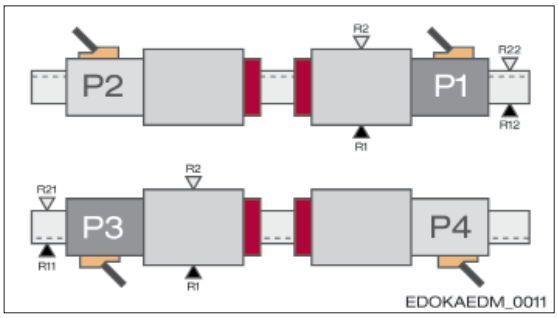
Dorazová strana nahoře, pravítko nahoře

- Stanovení dorazové strany vodicího vozíku ve vztahu ke kolejnici
  - Dorazové strany vozíku:

Doraz dole

Doraz nahoře

- Na základě prvních kroků a nezbytnosti, aby čtecí hlava byla umístěna na straně pravítka, vyplývá pozice čtecí hlavy.



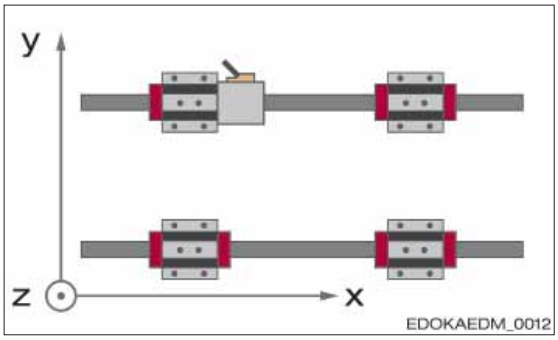
P1 Nástavbové pouzdro vpravo, čtecí hlava nahoře
P2 Nástavbové pouzdro vlevo, čtecí hlava nahoře
P3 Nástavbové pouzdro vlevo, čtecí hlava dole
P4 Nástavbové pouzdro vpravo, čtecí hlava dole

Pozice nástavbového pouzdra

Uspořádání měřicího systému

Fa SCHNEEBERGER doporučuje čtecí hlavy umísťovat mezi vozíky na vnější straně vedení. Má to tyto výhody:

- Není nutný žádný dodatečný vestavný prostor nebo přídavné délky kolejnic pro nástavbové pouzdro a čtecí hlavu
- Chráněná poloha čtecí hlavy mezi vozíky
- Obecně dobrá přístupnost čtecí hlavy v případě servisních prací

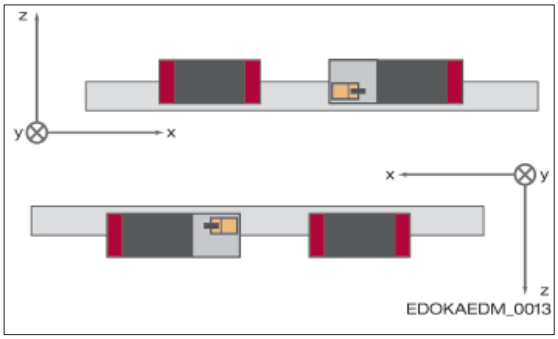


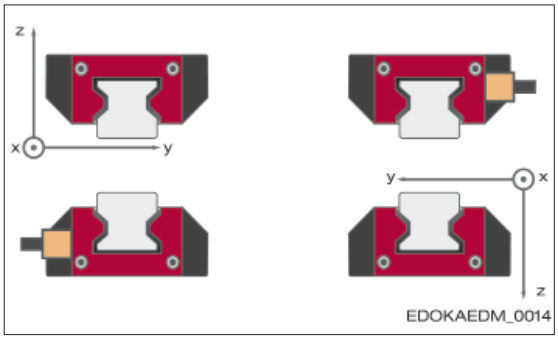
Pozice čtecí hlavy u více vozíků

Navíc by se měla v závislosti na vestavné poloze zohlednit následující doporučení.

Horizontální osy

Kolejnice leží horizontálně vedle sebe, rovně nastojato nebo otočené o 180°. Zde platí všeobecné doporučení k uspořádání čtecí hlavy mezi vodicími vozíky. Čtecí hlava je v tomto případě dobře chráněná, pokud suport stroje překrývá oblast vedení a čtecí hlavy a stroj je uspořádán tak, aby se nemohla ukládat nashromážděná nečistota nebo otřepy vedle kolejnice.
Při provozu ve znečištěném okolí a při použití chladicího maziva jsou nezbytná dodatečná ochranná opatření.

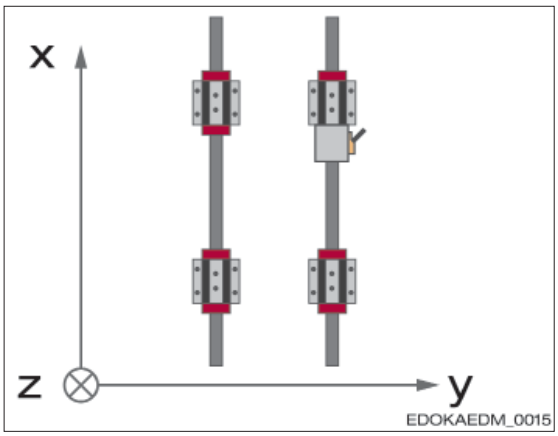




Uspořádání čtecí hlavy u horizontálních os

Vertikální osy

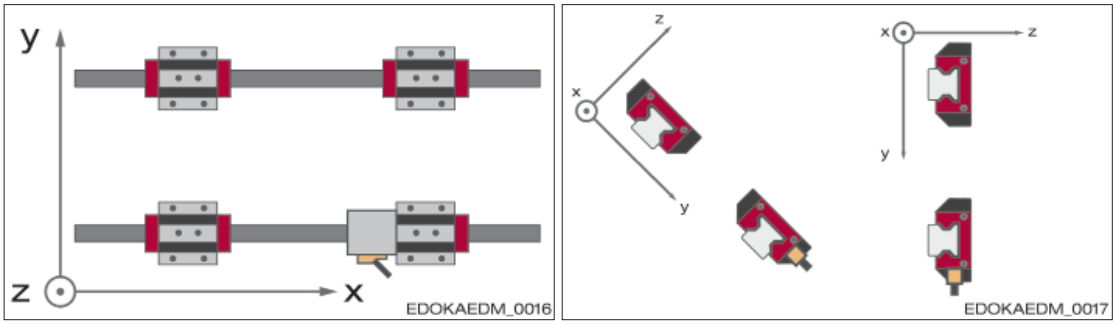
Optimální poloha je znázorněna na obrázku zavěšená pod horním vozíkem. Zásobování mazivem je zaručeno díky mazacímu přívodu u horního vodicího vozíku.



Uspořádání čtecí hlavy u vertikálních os

Horizontální osy s montáží na stěnu

Kolejnice leží uspořádány nad sebou a otočené o 90°. Nejlepší poloha pro čtecí hlavu je ta, podle přístupnosti osy, buď na spodní straně spodní kolejnice, pokud je zajištěno, že se v této oblasti nebude hromadit nečistota nebo otřepy, nebo na spodní straně horní kolejnice. Toto doporučení platí také pro osy šikmého lože s nástavbou pootočenou např. o 45° okolo podélné osy.



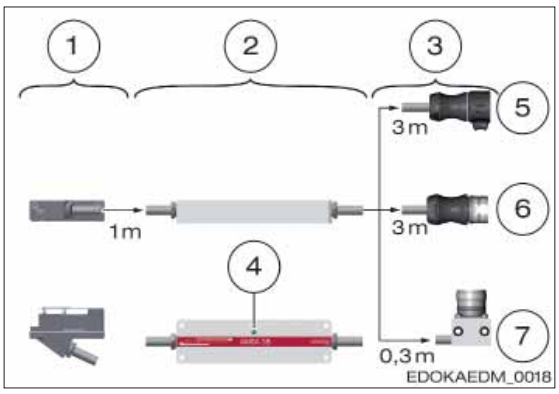
Uspořádání čtecí hlavy u horizontální osy s montáží na stěnu, u nástavby pootočené o 90° okolo podélné osy nebo skloněné, např. o 45°okolo podélné osy

Další informace k uspořádání vedení, montážní poloze a mazání naleznete v kapitole 4.7 – Druhy montáží vodicích systémů.

6.4.2.
Kabeláž a připojení k řízení

Rozhraní čtecí hlavy

Měřicí systémy AMS jsou podle typu k dodání s různými mechanickými rozhraními, viz také produktový katalog MONORAIL a AMS od fy SCHNEEBERGER. ¨Zásadně jsou nabízeny tři různé varianty zástrček:



1 Čtecí hlava
2 Skříňka s elektronikou
3 Rozhraní
4 Servisní LED
5 Typ zástrčky S: 12pólová kulatá zástrčka, s kontaktními kolíky a převlečnou maticí s vnitřním závitem, délka kabelu: 3 m
6 Typ zástrčky R: 12/17pólová kulatá zástrčka, s kontaktními kolíky a převlečnou maticí s vnějším závitem, délka kabelu: 3 m
7 Typ zástrčky M: 12/17pólová kulatá zástrčka, s kontaktními kolíky a převlečnou maticí s vnějším závitem, zabudovaná do montážního soklu, délka kabelu: 3 m

Přehled prvků čtecí hlavy AMS

Firma SCHNEEBERGER doporučuje použít typ zástrčky M, protože tyto je možné namontovat přes upevňovací otvory montážního soklu přímo na stroji v blízkosti nosiče energetického přívodu (Kabelschlepp).
Odsud lze u AMSA a AMSD popojet s prodlužovacím kabelem typu KAO 13 ke spojovacímu místu řízení.
Přehled rozhraní, prodlužovacích a propojovacích kabelů viz produktový katalog MONORAIL a AMS fy SCHNEEBERGER.
Jako speciální provedení je rozhraní čtecí hlavy k dispozici také s prodlužovacím kabelem dlouhým 0,17m mezi čtecí hlavou a skříňkou s elektronikou.

Skříňka s elektronikou

Skříňka s elektronikou čtecí hlavy by se měla umístit tak, aby přední strana skříňky byl v případě servisních prací dobře přístupná. Zde se nachází LED zobrazující provozní stav. Kromě toho je nutno dbát na to, aby kabely vedoucí ze skříňky a do ní nebyly napnuté a byly dodrženy minimální poloměry ohybu (viz dole).

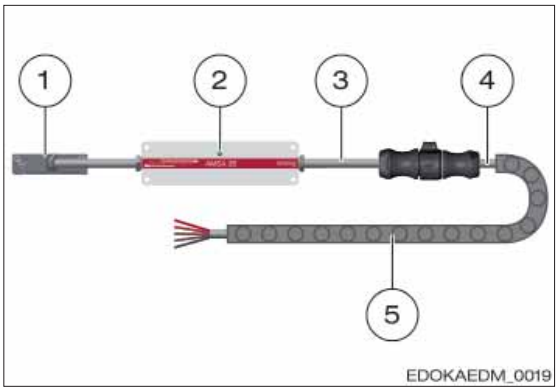
Kabel

Při pokládání kabeláže pro měřicí systém je nutno dodržet tyto body:

- Jako prodlužovací a propojovací kabel mezi měřicím systémem a řízením se použije 12pólový kabel s minimálním průřezem [4 x (2 x 0,14) + (2 x 0,5)] mm².
- Maximální délky kabelů jsou:

Druh signálu	Maximální délka kabelu
Analogový	30 m
Digitální	50 m
absolutní	30 m

- Při použití AMS s analogovým signálem a interpolační a digitalizační elektronikou SMEa platí stejně tak uvedené délky kabelů, tzn. max. 30 m mezi měřicím systémem a SMEa a 50 m mezi SMEa a řízením.
- U kabelových průchodů je nutno dodržet rozměry montážního soklu podle katalogu resp. průměr zástrčky (Ø = 28 mm).
- Nepokládejte kabel vedle zdrojů rušení, např. magnetických polí od napěťových napájení, síťových vedení, motorů, ventilů, relé a jejich přívodů. Dostatečná vzdálenost od kabelů s rušivými signály se dosáhne pomocí:
  - vzdálenosti 0,1 m
  - uzemněné příčky, pokud se používají kovové kabelové šachty
  - minimální vzdálenosti 0,2 m od napáječových tlumivek ve spínacích síťových zdrojích
- Oddělte hydraulické hadice a elektrické kabely.
- Kabel čtecí hlavy pokládejte pokud možno staticky, tedy např. ne do žlabů pro nosiče energetického přívodu. Pro nosiče energetického přívodu použijte prodlužovací kabel.



1 čtecí hlava
2 skříňka s elektronikou
3 kabel čtecí hlavy
4 prodlužovací kabel
5 nosič energetického přívodu (není obsažen v dodávce)

Rozhraní čtecí hlavy s nosičem energetického přívodu

- Nepoužívejte žlaby s ostrými hranami.
- Kabely pokládejte bez tahového zatížení.
- Dodržujte poloměry ohybu kabelů:

Průměr kabelu	Dovolený poloměr ohybu	
	Střídavé ohýbání	Jednorázové ohnutí
6 mm	≥ 75 mm	≥ 20 mm
8 mm	≥ 100 mm	≥ 40 mm

Stínění

Kabely měřicích systémů AMS jsou standardně odstíněny od rušivých elektromagnetických polí. Stínění propojovacích kabelů se připojuje přes kryt konektoru k řízení.
Jako stínění navíc ke kabelovému stínění působí kovové kryty měřicích systémů a ovládání pohonu. Tyto kryty musí mít stejný potenciál. Musí být připojeny přes tělo stroje resp. řídicí skříň k ochrannému vodiči ovládání pohonu. Průřez vedení pro vyrovnání potenciálů musí být alespoň 6 mm² (Cu).

- Kryty měřicích systémů a řízení pohonů připojte přes tělo stroje resp. skříň řízení k zemnění řízení pohonu.
- Kabelové stínění propojovacího kabelu k řízení pohonu propojte velkoplošně a pokud možno bez indukce přímo s krytem zástrčky.

Pokyn

➡ Je-li konektor v tahu vedení, zabraňte elektrickým kontaktům mezi propojovacími prvky (konektory) a ostatními kovovými díly.

➡ Aby nad kovovými kryty nevznikala žádná propojení s kostrou, používejte pouze přenosová vedení s kovovými konektory s plastovým obalem.

Přístupnost měřicího systému v integrovaném stavu

U nepřístupných os se doporučuje vytvořit ve stroji servisním otvor, aby bylo možné provádět servisní práce na měřicím systému jednoduše. Čtecí hlava i propojení s kabelem od čtecí hlavy a prodlužovacím kabelem by tak měly být dobře dosažitelné.

6.5. Podmínky použití

6.5.1.
Mazání

Mazání měřicího systému se provádí nepřímo přes vodicí vozíky vedení MONORAIL. Vodicí vozíky jsou přitom mazány podle údajů uvedených v kapitolách 1.10 – Mazání a 4.13 – Mazání. Pokračovat v mazání je nezbytné.
Mazání má měřicí systém tyto úkoly:

- redukovat klouzavé tření a opotřebení těsnění
- společně s těsnicím systémem zabránit proniknutí tekutých nebo pevných cizích částic do nástavbového pouzdra (při mazání tukem)
- odvádět teplo nebo vymývat nečistotu (u mazání olejem)
- chránit před korozí
- oddělovat kovové a keramické kluzné partnery díky vytvoření nosného mazacího filmu
- snížit opotřebení u kluzáku čidla

Funkce snímače AMS není ovlivněna, dokud mazání bude provedeno dle návodu.

6.5.2.
Opotřebení a životnost

Díky mazání měřicího systému se působí proti opotřebení stěračů, ale také proti opotřebení kluzných partnerů. Při dostatečném mazání nedochází u kluzných partnerů k žádnému významnému opotřebení, takže je pro životnost měřicího systému rozhodující životnost vedení.
Navíc byl systém AMS fy SCHNEEBERGER vyvinut tak, aby mechanické opotřebení ochranného pásku (vodicí kolejnice) bylo vůči opotřebení kluzáku při dostatečném mazání zanedbatelné. Tak by docházelo k opotřebení u snadno vyměnitelných součástí systému.

6.6. Stínění

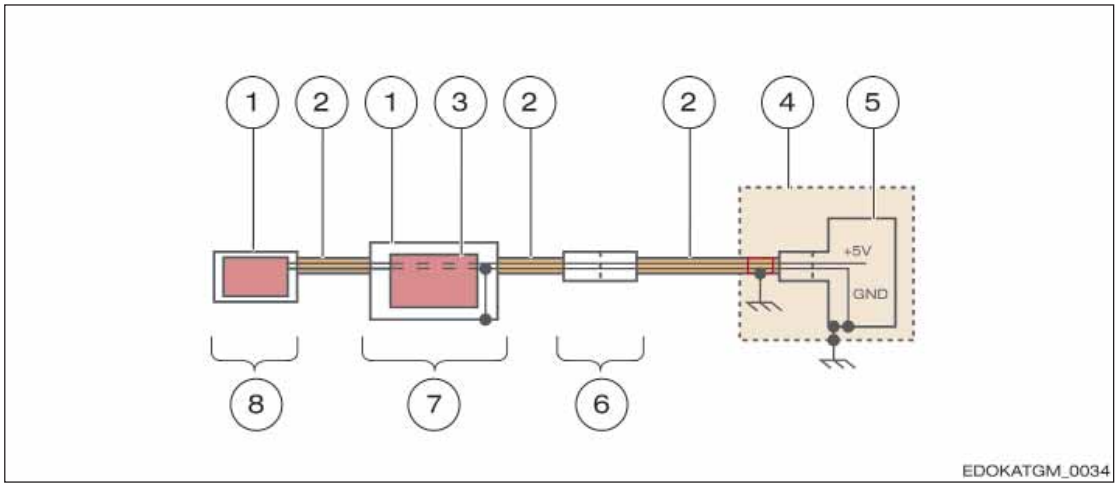
6.6.1.
Definice

Stínění zcela obecně znamená ochranu elektrických přístrojů před elektromagnetickým rušením. Ta mohou na přístroj působit buď díky elektromagnetickému vyzařování, nebo v závislosti na vedení, přičemž přenos z jednoho rušeného vedení na jiné může nastat díky kapacitní nebo induktivní vazbě. Protože frekvenční rozsah elektromagnetických rušení je v průmyslové oblasti velmi velký a sahá zhruba od 10 kHz u stykačů, spínacích regulátorů atd. až ke 3 GHz u mobilních telefonů, a přenos rušení závisí u různých mechanismů silně na frekvenci, je velmi obtížné předpovědět, které přenosové trasy budou u poruch v daném aplikačním případě převažovat a jaká opatření na stínění budou účinná.

6.6.2.
Druhy stínění

Většina opatření na stínění používá koncepci Faradayovi klece nebo odvedení rušení, většinou na obecný vztažný potenciál „zem“ nebo „ochranný vodič“, přičemž zpravidla jsou obě metody kombinovány. Princip Faradayovi klece spočívá v tom, že vnitřek uzavřeného, elektricky vodivého tělesa nemá žádné pole. Stínění kabelu je příkladem Faradayovi klece, přičemž „uzavřenost“ znamená, že bylo dosaženo překrytí z 85% a více. Rušivé proudy tekoucí ve stínění kabelu, tedy díky vnějšímu elektromagnetickému záření indukovaná napětí a proudy, musí být co možná nejefektivněji odvedeny na vztažný potenciál. U střídavého napětí vznikají frekvenčně závislé komplexní odpory (impedance), které mohou vést k rušivým poklesům napětí především na vazebních místech různých přístrojů, jako jsou např. stínění kabelů, kryty, víka, zemnicí svorky atd. Nízký ohmický stejnosměrný odpor nic nevypovídá a jakosti (impedanci) spoje ohledně vysokofrekvenčních rušivých polí. Výhodné jsou krátké délkové rozměry, velké průřezy, velkoplošné spojení dvou dílů a velká vzdálenost od zdrojů rušení. Dlouhý, tenký zemnicí drát je naproti tomu téměř bez účinku.
Rušení, resp. citlivost vůči rušení elektrických a elektronických přístrojů je upravena různými mezinárodními normami a poskytuje k tomu velký počet normovaných zkušebních postupů. Systémy AMS fy SCHNEEBERGER prošly takovými zkouškami na základě norem EN 55011, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6 a ENV 50204 a obstály.

6.6.3.
Stínění systémů odměřování délky fy SCHNEEBERGER



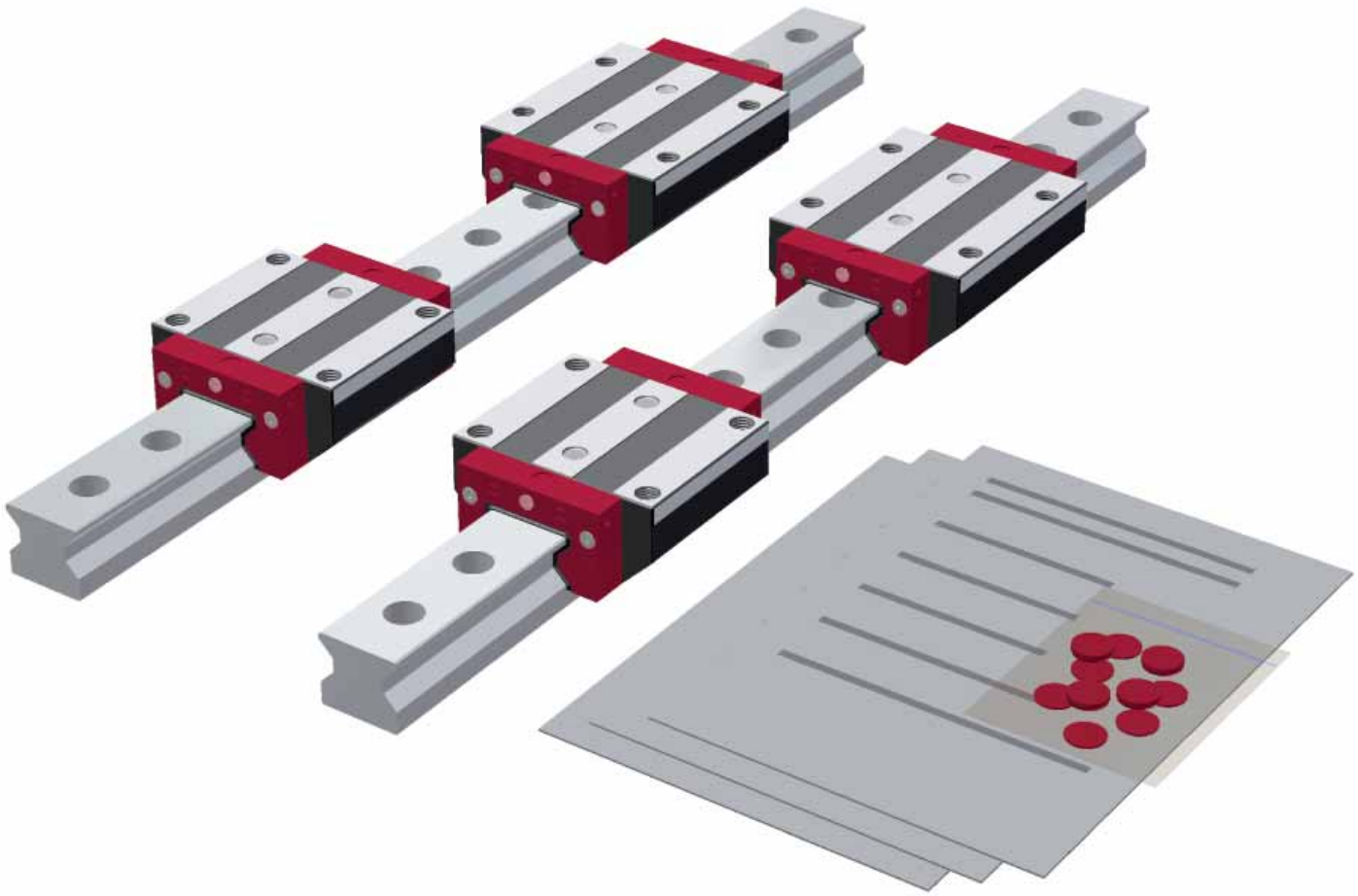
Koncepce stínění fy SCHNEEBERGER

1 kryt
2 stínění kabelu
3 elektronické zapojení
4 spínací skříň
5 regulátor motoru
6 zástrčka
7 kryt elektroniky
8 čtecí hlava

Kryty tvoří spolu se stíněním kabelů uzavřenou Faradayovu klec. Stínění kabelu je položeno na krytu zástrčky. Pro uzemnění měřicího systému musí být vnější stínění kabelu propojeno se

zemněním ve spínací skříni, pak je možné rušivé proudy odvést. Ve spínací skříni nebo v regulátoru je 0 V = GND spojeno se zemí (ochranný vodič). Díky použití kabelových šroubení odpovídajících EMC lze přechod stínění kabelu ke krytu realizovat nízko impedančně. Kromě toho je v krytu elektroniky spojeno 0 V se stíněním, takže rušení na zásobovacích vedeních mohou také dobře odtéci.

7 Skladování a transport



SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY

Obsah

7 Skladování a transport 209

7.1. Stav při vydodání 212

7.2. Skladování 213

7.3. Transport 214

7.1. Stav při vydodání

Následně je popsán stav při vydodání vedení MONORAIL. Standardně budou vydodány všechny komponenty vedení zabalené jednotlivě.

Jednotlivé balení

Všechny komponenty budou vydodány jednotlivě, tzn. nesmontované, v řádném obalu. Příslušenství je přiloženo v samostatném obalu.
Není-li zákazníkem definováno, jsou mazací přívody připraveny vpředu uprostřed čelní desky (S10, S20) a jsou zakryty plastovými záslepkami. Nepotřebné mazací přívody jsou zaslepené.
Jednotlivé vodicí vozíky se vydodávají kvůli ochraně valivých tělísek na transportní kolejnici TPS. Měřicí systémy AMS jsou namontovány s konektory, elektrické příslušenství a kabely jsou zabaleny s mechanikou. Ve stavu při vydodání lze čtecí hlavu buď namontovat do nástavbového pouzdra, nebo ho lze přiložit jako jednotlivý díl v samostatném obalu.

Systémová dodávka

Systémová dodávka znamená, že vodicí vozíky mají veškeré příslušenství namontováno a nasunuto na vodicí kolejnici. Mazací přívody u vodicího vozíku jsou patřičně připraveny podle zadání od zákazníka. Mazací příslušenství bude namontováno podle zadání nebo bude přiloženo v samostatném obalu.

Ochrana proti korozi

Vnější plochy vodicích vozíků a vodicích kolejnic budou ošetřeny vytvrzujícím se antikorozním prostředkem. Valivá tělíska jsou opatřena antikorozní ochranou na minerální bázi. Na přání lze dodat také konzervování tukem. Vodicí vozíky a vodicí kolejnice se ovíjejí fólií na ochranu proti korozi. Pro speciální požadavky jako je zámořská doprava se provedou dodatečná opatření.

Balicí materiál

Pro dodávky jednotlivých vodicích kolejnic ale i pro systémové dodávky se použijí kartonové obaly. Dřevěné bedny pro určité země nebo speciální požadavky jsou možné za příplatek. Obaly jednotlivých vodicích vozíků se provádějí v kartonových krabicích. Mazací příslušenství je přiloženo.

Doprovodné dokumenty k produktu

Specifické produktové montážní pokyny a návody k uvedení do provozu jakož i zákaznické protokoly jsou dodávány s produkty. Podrobné montážní návody lze získat na vyžádání od fy SCHNEEBERGER. Viz Pokyny – další literatura.

7.2. Skladování

U vedení MONORAIL od fy SCHNEEBERGER a systémů odměřování délky AMS se jedná o vysoce přesné součásti, se kterými je nutno patřičně zacházet. Jako ochranu před poškozením je proto nutno dodržet následující pokyny:

- Skladování v originálním obalu je možné omezeně. Stav produktů kontrolujte v pravidelných vzdálenostech.
- Vodicí kolejnice musí být podepřeny po celé délce. U vodicích kolejnic delších než 1,5m podepřete alespoň na třech místech.
- Krycí pásky skladujte v navinutém stavu v originálním obalu, rovné krycí pásky podepřete po celé délce a neohýbejte je.
- Vodicí vozík na ochranu valivých tělísek skladujte na vodicí kolejnici, resp. na transportní nebo montážní kolejnici.
- výrobky neskladovat venku a chránit před vlhkostí.
- Dbejte na pracovní teplotu
  - -40°C až +80°C pro vedení MONORAIL a příslušenství
  - -20°C až +70°C pro měřicí systém AMS
- U vedení s plným mazáním z výroby dodržujte, aby se u velmi dlouhých životností (více roků) zkrátila doba používání mazací látky.
- Vedení MONORAIL od fy SCHNEEBERGER se systémem odměřování délky AMS chraňte před magnetickými poli a před mechanickým poškozením. Magnetická pole mohou zničit magnetizaci pravítka.
- U odměřovacích systémů AMS absolutní neodstraňujte aktivizační proužky u skříňky s elektronikou pro zásobování el. proudem. Baterie aktivujte teprve při montáži.
- Produkty vyjímejte z originálních obalů teprve na místě montáže a bezprostředně před montáží.

7.3. Transport

Obecně

U vedení MONORAIL od fy SCHNEEBERGER a u odměřovacího systému délky AMS se jedná o vysoce přesné součásti, se kterými je nutno patřičně zacházet. Při vnitropodnikové dopravě těchto produktů je proto nutno dbát na tyto body:

- vedení a příslušenství přepravujte v originálním obalu.
- chraňte vedení před rázy a vlhkostí.

Kolejnice

Výstraha

Kolejnice mohou při transportu převrátit a zranit osoby

➡ Dlouhé vodicí kolejnice při transportu jeřábem zavěste ve více bodech.
➡ Dbejte na rozsah zhoupnutí dlouhých kolejnic

Krycí pásky

- Krycí pásky se nesmí během transportu zlomit. Přepravovat se musí vždy podepřeny po celé délce nebo ve svinutém stavu.
- Je nutné dodržovat minimální poloměr ohybu (Rmin = 0,4m) krycích pásků.

Vozíky

Pozor

Transportní kolejnice nejsou vhodné pro montáž vodicích vozíků

➡ Pro najetí na vodicí kolejnici použijte montážní kolejnici (MRM resp. MBM).

- Vodicí vozíky chraňte před rázovými zatíženími kvůli zamezení ztráty valivých tělísek.
- Vozíky transportujte vždy na vodicí nebo transportní resp. montážní kolejnici.

Měřicí systém

Pozor

Magnetická pole mohou zničit magnetické pravítko vodicích kolejnic AMS

➡ Kolejnice s integrovaným pravítkem chraňte před magnetickými poli.
➡ Pro transport nepoužívejte zvedací magnety.

- Čtecí hlavy AMS chraňte před vibracemi nebo rázy (max. rázové zatížení 30 g).
- Čtecí hlavy transportujte pokud možno vždy s vodicími vozíky. Čtecí hlavy vyjměte z nástavbového pouzdra pouze při najíždění vodicího vozíku na vodicí kolejnici.

Balení pro přepravu:

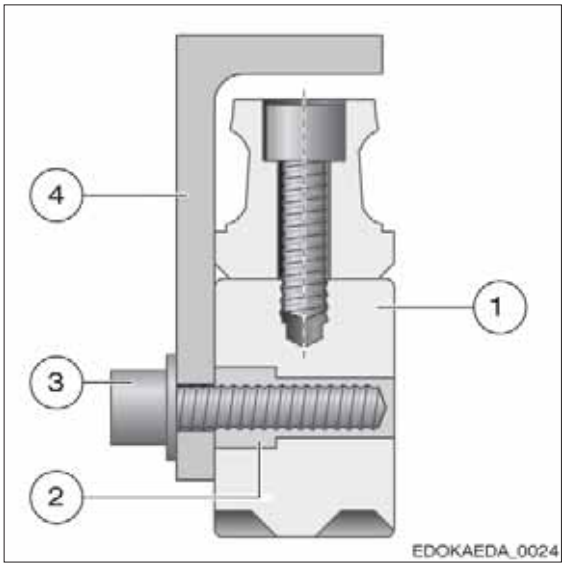
Produkty MONORAIL zasílejte buď v jednotlivých kartonech, dřevěných bednách nebo na paletách po více balíčcích. Balíčky mohou mít délku až cca 6 m. Od hmotnosti 30 kg brutto se u kartonových obalů podkládají palety na jedno použití nebo palety vratné, aby bylo možné tyto stohovat. U délky balíčku od 1,50 m se pod kartony používají navíc pro zesílení prkna, aby se zabránilo silnému prohnutí.

- U dřevěných beden a palet dbejte na body pro uchopení vysokozdvižným vozíkem, aby se zabránilo poškození.
- Dlouhé balíčky je nutno uchopovat uprostřed v těžišti.
- Dřevěné bedny lze na sebe stohovat do maximální hmotnosti 1.000 kg.
- Kartony lze stohovat do hmotnosti 100 kg/m^2.

Transportní ochrana

Systémy MONORAIL BZ se vydodávají ke zlepšení transportní bezpečnosti a manipulovatelnosti s integrovaným ozubeným hřebenem spolu s hliníkovým L profilem. Pro provedené montáži systému se hliníkový L profil demontuje a lze ho zlikvidovat. V jednotlivých případech lze s firmou SCHNEEBERGER dohodnout zaslání zpět k opětovnému použití ev. se všemi montážními součástmi.

- Systémy BZ transportujte a skladujte vždy s transportní ochranou
- transportní ochranu odstraňte až po montáži systému.



1 Systém BZ
2 Aretační prvek
3 Šroub
4 Transportní ochrana

Transportní ochrana vodicí kolejnice s ozubeným hřebenem

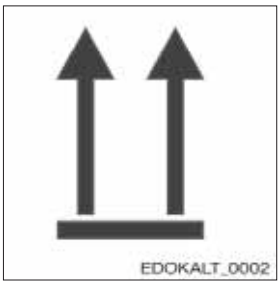
Pomůcky

Jako pomůcky k pohybování s jednotlivými vodicími vozíky a vodicími kolejnicemi nebo balíčky lze použít zdvihací prostředky, jeřáby nebo vysokozdvižné vozíky.

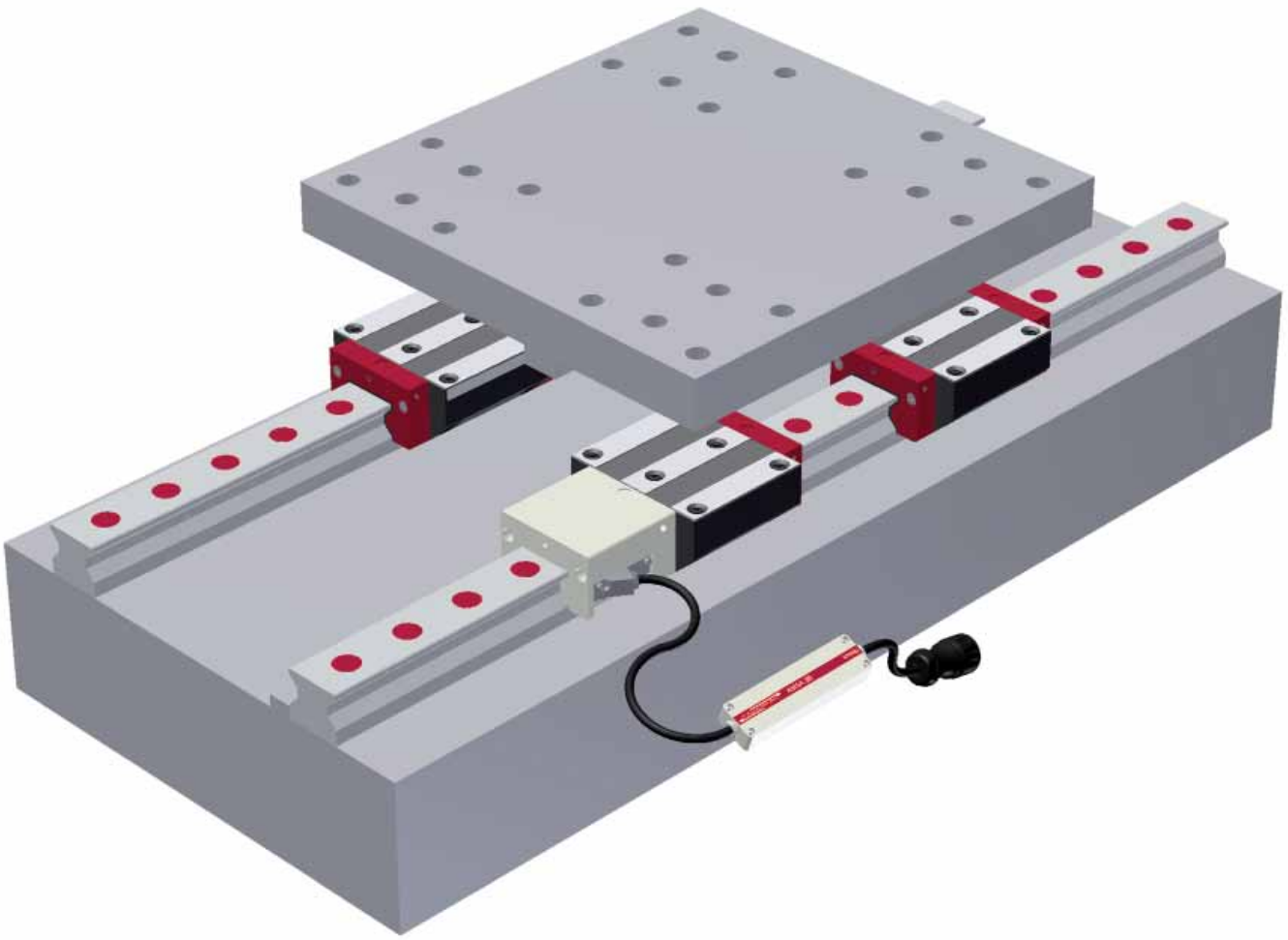
- Používejte pouze vhodné zdvihací prostředky.
- Zdvihací prostředek nesmí poškodit produkty a jejich obal.
- Zdvihací prostředek musí minimalizovat prohnutí.

Manipulační pokyny

Na transportních obalech vedení se nacházejí následující symboly, na které je nutno dbát.

Označení	Symbol	Vysvětlivka
Křehké zboží/ Fragile, Handle with care		Symbol se použije pro snadno rozbitné zboží. S takto označeným zbožím je nutno zacházet opatrně a nesmí se převrhnout ani svazovat.
Horní strana/This way up		Balíček se musí transportovat zásadně tak, aby šipky ukazovaly vždy směrem nahoru. Kutálení, překlápění, silné naklánění nebo stavěni na hranu, ale i jiným formám manipulace je nutno zabránit. Náklad se ale nemusí stohovat „on top“.
Chraňte před deštěm/Keep dry		Takto označené zboží je nutno chránit před vysokou vlhkostí, je nutno je proto skladovat zakryté. Pokud není možné skladovat těžké nebo rozměrné balíčky v hale nebo kolně, je nutné je pečlivé překrýt plachtou.

8 vedení do provozu



SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY

Obsah

8 vedení do provozu 217

8.1. Seznam vedení 220

8.1.1. Montáž a ověření systémové přesnosti 220

8.1.2. Zásobování mazivem 220

8.1.3. Antikorozní ochrana 220

8.1.4. První mazání 220

8.1.5. Mazací deska SPL 221

8.2. Seznam Odměřovací systém 222

8.1. Seznam vedení

Před uvedením vedení do provozu je pomocí ověřením následujících bodů zajistit, aby byla zajištěna funkčnost vedení:

- řádně namontované vedení
- ověřena přesnost systému a posuvná síla
- zásobování mazivem zajištěno
- antikorozní ochrana odstraněna a vodicí kolejnice je naolejovaná
- první mazání provedeno
- kryty kolejnic namontovány
- funkce stěrače ověřena
- funkce a usazení měchů ověřeno

8.1.1. **Montáž a ověření systémové přesnosti**

Po montáži vedení podle „Montážního návodu MONORAIL a AMS“ je nutno měřením ověřit systémovou přesnost paralelnosti vodicí kolejnice a přesnost chodu vedení resp. suportu os.

8.1.2. **Zásobování mazivem**

Je nutné zajistit, aby zásobování mazivem řádně fungovalo. Při pojezdu vodicích vozíků a současném ovládání centrálního mazání musí být na vodicí kolejnici tenký film maziva a v mazacím systému nesmí docházet úniku maziva.

8.1.3. **Antikorozní ochrana**

Před uvedením vedení do provozu je nutné zajistit úplné odstranění antikorozní ochrany na vodicích kolejnicích z výroby, viz Montážní návod MONORAIL a AMS a vytvoření malého množství maziva na vedení. Tenký film maziva na vodicích kolejnicích snižuje spotřebu maziva na začátku provozu, protože povrchové nerovnosti (=hrubost) vodicí kolejnice jsou již vyplněny mazivem.

8.1.4. **První mazání**

Před uvedením stroje do provozu je nutné provést první mazání vodicích vozíků (kromě vodicích vozíků s úplným plněním vodicích vozíků ze závodu) olejem, tukem nebo tekutým tukem.
U použitého maziva je nutno dbát na snášenlivost s konzervantem použitým z výroby, s chladicím mazivem a ostatními pracovními látkami.
Jsou-li vodicí vozíky plně namazány z výroby, lze od prvního mazání upustit.
Při použití centrálního mazacího zařízení je nutno dbát na top, aby mazací potrubí bylo řádně připojeno a odvzdušněno. Je nutno dodržet pokyny výrobce zařízení.
Po prvním mazání ověřte, zda se mazivo dostalo na mazací místa ve vodicím vozíku. Při pojezdu vodicích vozíků musí být na valivých drahách vodicí kolejnice výrazný viditelný film maziva.

Mazání tukem

U tuku nebo tekutého tuku je nutno dbát na to, aby během mazání vodicích vozíků tukem popojelo nejlépe o jeho trojnásobnou délku, minimálně však o jednoduchou délku vodicího vozíku. Pro případ, že je maximální zdvih menší než délka vodicího vozíku, dodržte požadavky na mazání při mimořádných podmínkách provozu – kapitola 4.13.8 – Aplikační vědomosti o mazání.

Mazání olejem

Při mazání olejem by se mělo celé množství oleje vstříknout jedním impulzem nebo více krátkými po sobě následujícími impulzy, a to během pojezdu vodicích vozíků. Při speciální montážní poloze nebo krátkého zdvihu je nutno dbát na pokyny v kapitole 4.13.8 - Aplikační vědomosti o mazání - požadavky na mazání při mimořádných podmínkách provozu.

8.1.5. Mazací deska SPL

Mazací desky se dodávají zásadně připravené k montáži, tzn. naplněné olejem. Při vydodání společně se systémem MONORAIL nebo jednotlivých vodicích vozíků je nutno navíc provést naplnění vodicích vozíků tukem pro valivá ložiska.
Pokud se mazací desky montují dodatečně, je nutno u vodicích vozíků provést navíc úplné plnění (LV). Doporučená mazací množství viz kapitola 4.13.6 – Mazání tukem.
Další informace k mazací desce SPL viz kapitola 4.13 – Mazání.

Zakrytí kolejnic

Upevňovací otvory vodicí kolejnice musí být kompletně uzavřeny krycím páskem nebo záslepkami a uzavírací prvky musí být namontovány tak, aby se netvořily žádné shluky nečistoty a nepoškodily se stěrače vodicích vozíků.
Krycí pásky musí být čisté a musí na povrch vodicí kolejnice přiléhat bez mezer, konce musí být zajištěny přidržovacími úhelníky nebo koncovkami.
Záslepky musí být namontovány zarovnané a paralelně k povrchu vodicí kolejnice a nesmí na nich být žádné zbylé otřepy nebo špóny.

Stěrače

Stěrače u vodicího vozíku a u dílů příslušenství musí být prověřeny na správné usazení a funkci:
Standardní a přídavné stěrače
Funkce příčných stěračů je zaručena, pokud je mazivo nanesené na vodicí kolejnici čistě stíráno a pokud se při zpětném pojezdu vodicích vozíků netvoří žádné šmouhy.
Plechový stěrač
Stěrače musí okolo profilu vodicí kolejnice vytvářet rovnoměrnou mezeru a nesmí se vodicí kolejnice dotýkat na žádném místě.

Měch

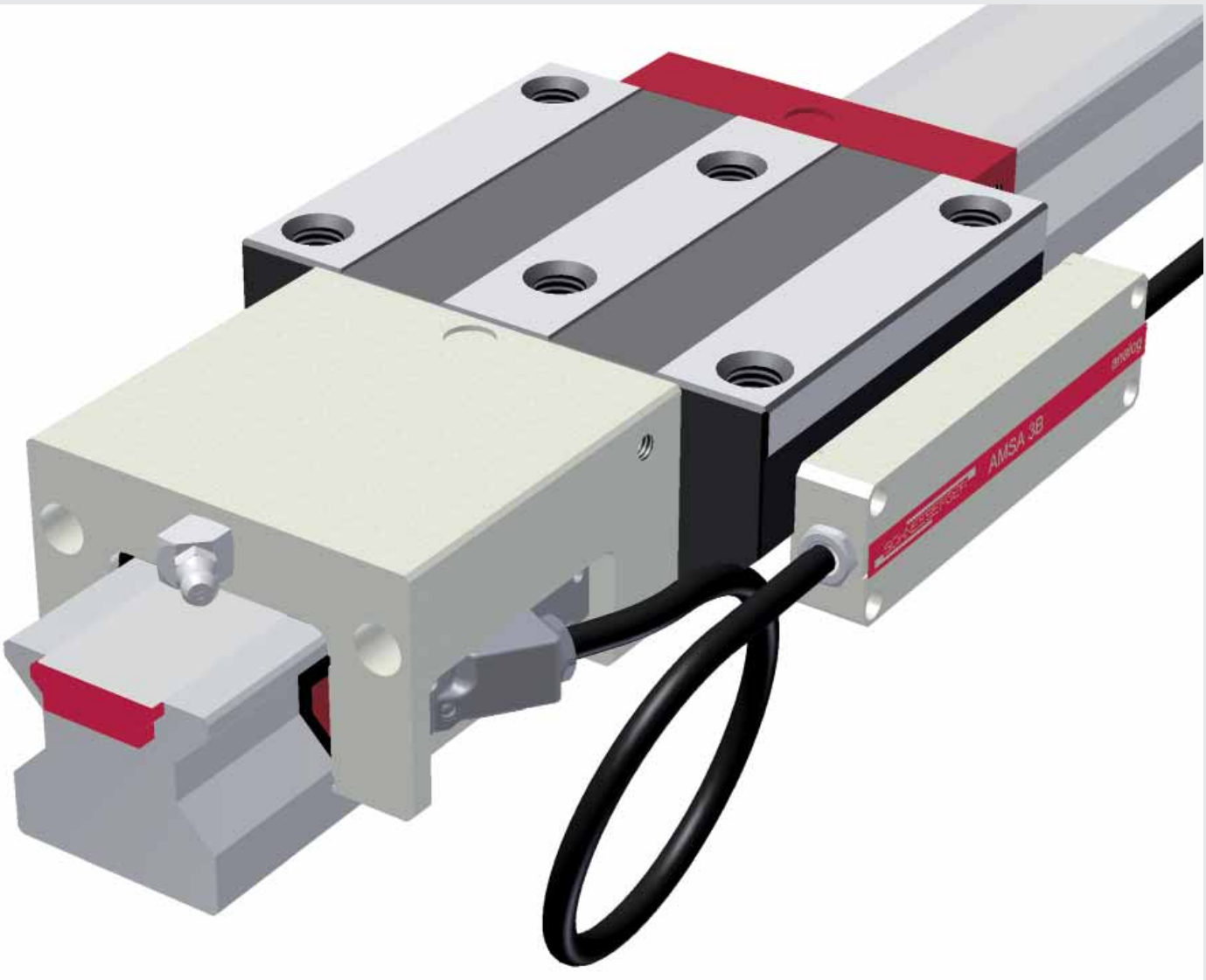
U měchů se musí zajistit korektní montáž u mezilehlé a koncové desky, ale i volnost chodu.

8.2. Seznam Odměřovací systém

Ověřením následujících bodů zajistěte, aby byla vytvořena funkčnost odměřovacího systému:

- Vozíky musí na vodicí kolejnici najíždět tak, aby se drážka pro čtecí hlavu nacházela na straně vodicí kolejnice s pravítkem. Stranu s pravítkem poznáte podle symbolu referenční značky.
- Namontujte čtecí hlavu správně do výstavbového pouzdra, viz Další dokumenty.
- Kabely i skříňku s elektronikou správně umístěte, viz Další dokumenty.
- Vytvořte propojení s řízením. Viz kapitola Další dokumenty.
- LED zobrazující provozní stav (opce) svítí po zapnutí řízení zeleně.

9 Provoz, údržba a servis



SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY

Obsah

9 Provoz, údržba a servis 223

9.1. Stěrač 226
9.1.1. Zkouška 226
9.1.2. Výměna 226

9.2. Faktory ovlivňující podmínky provozu 230
9.2.1. Okolní podmínky 230
9.2.2. Provozní podmínky 230
9.2.3. Montáž vedení 230

9.3. Bezpečnostní opatření 231

9.4. 24hodinový dodací servis 232
9.4.1. Stanovení cílů a průběh 232
9.4.2. Produkty 232

9.1. Stěrač

9.1.1.
Zkouška

Těsnění vedení MONORAIL fy SCHNEEBERGER chrání vodicí vozíky a integrovaný Systém odměřování polohy proti pronikání cizích látek ve formě pevných tělísek nebo kapalin a zabraňují odnášení maziva. Jejich funkčnost tak podstatně ovlivňuje životnost vedení. Těsnění jsou obecně dimenzována tak, aby byla při dostatečném mazání a v čistém okolí bezúdržbová. Vedení se však často používají za podmínek, za kterých se do vedení mohou dostat prach a špóny. To vede stejně jako nedostatek maziva nevyhnutelně k opotřebení těsnicích chlopní.
Stěrače čelních desek a přídavné stěrače se proto musí v pravidelných intervalech (maximálně 6 měsíců) kontrolovat na opotřebení a ev. se musí vyměnit.

Standardní a přídavné stěrače

Funkční zkouška příčných stěračů se nejjednodušeji provede pomocí maziva naneseného na vodicí kolejnici. Při pojezdu strojního suportu se musí mazivo čistě stírat a nesmí při zpětném pojezdu vytvářet šmouhy na povrchu vodicí kolejnice. V opačném případě je nutno vyměnit čelní desku (MR) resp. příčný stěrač (BM) nebo přídavný stěrač.

Plechový stěrač

Plechové stěrače je nutno při rozpoznání mechanického poškození vyměnit stejně jako přídavné stěrače a čelní desky.

9.1.2.
Výměna

Pokyn

- ➡ U MONORAIL BM je v čelní desce zaintegrovaný převod kuliček. Sejmutí čelní desky vede ke ztrátě kuliček. Zde se vymění pouze příčné stěrače QAS a ne kompletní čelní deska.
- ➡ U MONORAIL BM je nutno dbát na to, aby při výměně nebo dovybavení přídavnými stěrači nebo čelními deskami byla čelní deska zajištěna proti uvolnění. Opak může vést ke ztrátě kuliček.

Čelní desky a přídavné stěrače lze objednávat jednotlivě jako náhradní díly. Viz Produktový katalog MONORAIL a AMS fy SCHNEEBERGER. Při poškození podélných stěračů, které jsou většinou pevně spojeny s vodicím vozíkem nebo nástavbovým pouzdrem (u integrovaných odměřovacích systémů), je nutné vyměnit kompletní vodicí vozík. Škody na podélných stěračích lze většinou zjistit teprve po úplné demontáži součástí vodicí vozík nebo nástavbové pouzdro.

- Při výměně čelních desek a přídavných stěračů (ZCN/V a ZBN/V) je nutno odstranit upevňovací šrouby čelních desek. U MONORAIL MR by se měly čelní desky sejmout z vodicího vozíku pouze při jejich výměně a vodicími vozíky by se nemělo po odstranění čelní desky pohybovat.

- Pro najetí a sjetí vodicích vozíků z vodicí kolejnice používejte vždy montážní kolejnici MRM.

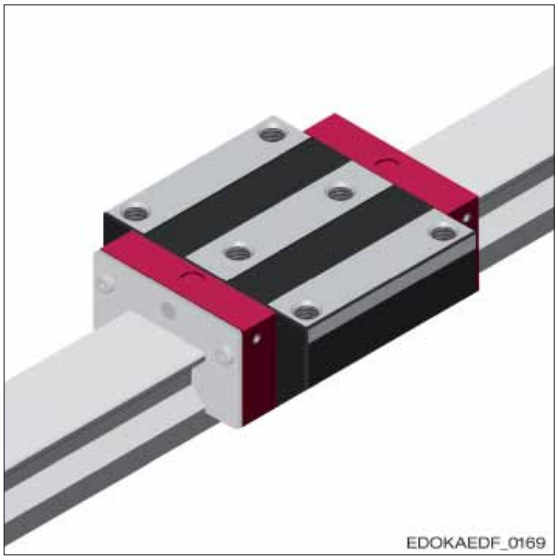
Další informace naleznete v montážním návodu MONORAIL a AMS.

Přídavné stěrače

Přídavné stěrače lze sejmout díky jejich flexibilitě po odstranění upevňovacích šroubů radiálně směrem nahoru z vodicí kolejnice. Montáž se provede stejným způsobem přehrnutím přes průřez vodicí kolejnice nebo vyjetím přes konec vodicí kolejnice. Tak lze přídavné stěrače nainstalovat i dodatečně, např. u vodicích vozíků, na kterých jsou příčné stěrače čelní desky uzavřeny, a vodicí vozíky nelze pro výměnu sejmout z vodicí kolejnice. Před utažením šroubů vyrovnejte stěrače pomocí centrovacího kuželu na zadní straně a dbejte na rovnoměrné usazení. Maximální utahovací momenty šroubů viz tabulka s odstavcem Dovolené utahovací momenty šroubů.

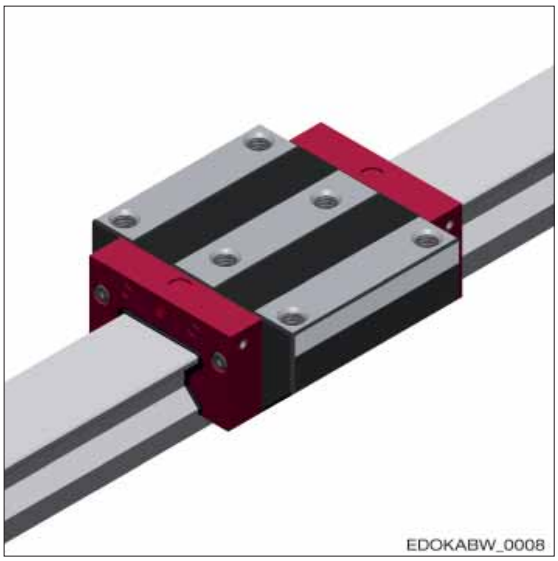
Plechový stěrač

Pro výměnu uvolněte šrouby u čelní desky a stěrač stáhněte přes konec vodicí kolejnice. Novým plechovým stěračem najeďte přes konec vodicí kolejnice.
Pro bezpečné fungování musí mít plechové stěrače obzvláště v oblasti vodicích drah rovnoměrnou mezeru okolo profilu vodicí kolejnice. Tu je nutno nastavit při montáži. K tomu vytočte upevňovací šrouby natolik, aby bylo možno stěrač posunovat rukou. Mezeru nastavte pomocí šablony čidla resp. odpovídajících podložek. Podržte plechové stěrače a utáhněte upevňovací šrouby. Maximální utahovací moment viz tabulka v odstavci Dovolené utahovací momenty šroubů. Po utažení šroubů mezeru ještě jednou zkontrolujte.



Čelní desky MONORAIL MR

U čelních desek se uvolní spojení se šrouby a čelní deska se axiálně stáhne z vodicí kolejnice. Vodicím vozíkem se při tom nesmí posunout. Montáž se provádí v opačném pořadí. Při utahování upevňovacích šroubů dbejte na maximální utahovací moment podle odstavce utahovací momenty šroubů.



Čelní desky MONORAIL BM

U MONORAIL BM se mění pouze příčné stěrače. Po sjetí vodicího vozíku z vodicí kolejnice pomocí montážní vodicí kolejnice lze příčné stěrače vytáhnout směrem dolů. Nový příčný stěrač zasuňte celý do vodicí drážky, až stěrač slyšitelně zaklapne. Potom vodicím vozíkem zase najeďte na vodicí kolejnici.

Dovolené utahovací momenty šroubů

Pozor

Poškození součástek díky vícenásobnému použití upevňovacích šroubů

- Upevňovací šrouby už nepoužívejte.
- Šrouby jsou opatřeny pojistkou. Jejich adhezní síla se sníží při vícenásobném zašroubování a vyšroubování, což může vést k nechtěnému uvolnění šroubů v provozu.

Maximální utahovací momenty pro upevňovací šrouby čelních desek a přídavných stěračů se zjistí z následující tabulky.

Maximální utahovací moment čelní desky (Nm)

MONORAIL BM	BKonstrukční velikost	M_{Anz}
	BM 15	0,5
	BM 20 – BM 35	0,9
	BM 45	1,2
MONORAIL MR	MR 25 – MR 35	1,3
	MR 45	1,5

9.2. Faktory ovlivňující podmínky provozu

9.2.1.
Okolní podmínky

Z velkého počtu aplikačních možností vyplývají pro vedení MONORAIL od fy SCHNEEBERGER nejrůznější okolní podmínky, díky kterým jsou ovlivňovány vlastnosti a životnost vedení:

- Znečištění vodicích vozíků třískami a prachem lze zabránit použitím přídavných stěračů a tím zvýšit dobu použití ve znečištěném okolí.
- Při použití chladicích maziv existuje nebezpečí, že tyto budou mazivo vymývat z vedení a vytvářet jeho nedostatek. To lze použitím přídavných stěračů také úspěšně zredukovat. Chladicí maziva mohou také poškozovat plastové díly chemickou reakcí anebo mohou negativně ovlivňovat mazivo, tak že se bude např. shlukovat.
- Vlhkost se může na vodicích kolejnicích a vodicích vozíkách srážet a vést u kovových dílů ke korozi. Tomu se zabrání použitím nerezových materiálů nebo antikorozních vrstev. Firma SCHNEEBERGER nabízí různé tvrdochromové vrstvy a produkty v provedení z ušlechtilé oceli
- Teploty mimo plánové provozní teploty mají za důsledek to, že se změní viskozita mazacího oleje, což v nejhorším případě může vést ke stržení mazacího filmu. Kromě toho jsou mechanické vlastnosti použitých plastů dány pouze v určitých teplotních hranicích. Dalším bodem jsou vznikající délkové změny součástí při kolísání teploty. Teplotní rozdíly mezi strojními částmi díky rozdílné tepelné roztažnosti mohou vést k pnutí mezi vodicími kolejnicemi a vodicími vozíky a mohou způsobit vysoké přídavné síly.

9.2.2.
Provozní podmínky

- Nedostatečné mazání vede k předčasnému výpadku vedení. Proto je potřeba při provozu lineárního vedení dbát na dostatečné a přizpůsobené mazání.
- Dalším parametrem je rychlost pojezdu, která se má pohybovat jen v uvedených hranicích. Je-li překračována trvale, mohou se plastové součásti přesměrování poškodit.
- Aplikace s krátkým zdvihem, u nichž se nedostanou všechna valivá tělíska jednoho oběhu na zdvih do nosné zóny, vyžadují mimořádná opatření s ohledem na mazání.
- Kmity, vibrace a rázová zatížení také snižují životnost a je nutno je díky patřičným faktorům zohlednit při dimenzování.

9.2.3.
Montáž vedení

- Dosažitelná životnost je podstatně ovlivňována konstrukčním uspořádáním vestavného prostoru a uspořádáním vedení. Mají se provést tak, aby vedení samotné jakož i integrovaný systém odměřování byly co možná nejlépe chráněny proti vlivu prachů, třísek a chladicích maziv. Patří k tomu to, že měřicí systémy jsou umisťovány zásadně na straně odvrácené od pracovního prostoru.
- Dalším aspektem je přesnost připojovací konstrukce. Strojní suporty nebo stojany mohou vytvářet díky odchylkám od zadané geometrie výrazné přídavné síly na vedení, což zase snižuje životnost.
- Během montáže vedení mohou vznikat díky nedostatečnému vyrovnání součástí také vynucené síly, které povedou ke snížení životnosti.

9.3. Bezpečnostní opatření

K zachování optimální funkčnosti vedení MONORAIL od fy SCHNEEBERGER po celou dobu životnosti je nutno dbát na následující body:

- U všech vedení SCHNEEBERGER se jedná o přesné součásti, které jsou ze závodu optimálně nakonzervovány a zabaleny. Při transportu a skladování je nutné chránit systémy před rázy a vlhkostí.
- K měřicím systémům jsou přiloženy pokyny pro transport a montáž, na které je nutno dbát.
- Montáž vedení ale i krytu otvorů v kolejnicích je nutno provést odborně. Pokyny k montáži lze obdržet na www.schneeberger.com v části Download.
- Vedení je nutno dostatečně zásobovat mazivem s přizpůsobením pohybovému a zátěžovému profilu. Ohledně výběru maziva kontaktujte přímo výrobce maziva. Doporučení k mazivům obdržíte kromě toho na www.schneeberger.com.
- Snášenlivost chladiva a maziva musí uživatel ověřit před uvedením do provozu, aby se vyloučily negativní vlivy na vedení.
- Vedení by se měla chránit před znečištěním, horkými třískami a přímým kontaktem s chladicím mazivem pomocí krytů nebo odpovídající montážní poloze.
- Pokud je nutno v provozní fázi produktů nutno počítat s hromaděním nečistoty nebo kontaktem s chladicím mazivem, měly by se bezpodmínečně použít přídavné stěrače. Funkci těchto součástí je nutno natrvalo zajistit pomocí přizpůsobených inspekčních intervalů. Pokyny k těmto produktům naleznete na www.schneeberger.com.
- Při kontaktu vedení s horkými třískami se navíc doporučuje použití plechových stěračů. Pokyny k tomuto produktu naleznete na www.schneeberger.com.
- Čelní stěrače ale i přídavné stěrače vodicích vozíků MONORAIL je nutno v pravidelných intervalech kontrolovat na opotřebení a eventuálně je vyměnit.
- Při provozu a dimenzování vedení MONORAIL je nutno vždy dodržet normu DIN 637. DIN 637 platí principiálně i tehdy, pokud v tomto závodě budou vysloveny odporující výroky.

9.4. 24hodinový dodací servis

9.4.1.
Stanovení cílů a průběh

Pomocí 24hodinového dodacího servisu nabízí fa SCHNEEBERGER možnost objednat vedení MONORAIL a odměřovací systémy AMS jako náhradní díly v naléhavých případech, např. u odstávky stroje, velmi rychle. Fa SCHNEEBERGER udržuje k tomuto účelu vlastní zařízený sklad polotovarů pro vodicí vozíky, čtecí hlavy, vodicí kolejnice a vodicí kolejnice s integrovaným pravítkem.
Poptávky a objednávky můžete v případě potřeby poslat přímo firmě SCHNEEBERGER:

- Tel.: +49 7081 782 0 pro dotazy na oddělení 24hodinového dodacího servisu,
- v pracovní dny od 07:30 hod do 17:00 hod
- Fax: +49 7081 782 124 pro objednávky
- Objednávky poslané poštou na oddělení servisu s poznámkou „Expresní zakázka pro oddělení 24hodinového dodacího servisu“.

Objednávky zboží, které je skladem a které budou doručeny do 10:00 hod, je možné zpravidla odeslat ještě týž den. Pozdější objednávky budou expedovány do 24 hodin.

9.4.2.
Produkty

Firma SCHNEEBERGER nabízí pro dodávky v rámci 24hodinového servisu omezený program ze standardních produktů. Tento zahrnuje:

- MONORAIL MR
  - Konstrukční tvary vodicích kolejnic: N, standard; C, krycí pásek
  - Konstrukční tvary vodicích vozíků: A, B, C a D
  - Velikosti: 25-65
  - Třída přesnosti: G0
  - Předpětí: střední hodnota mezi V2 a V3
- MONORAIL BM
  - Konstrukční tvary vodicích kolejnic: N (ND), standard; C, krycí pásek
  - Konstrukční tvary vodicích vozíků: A, B, C, D, E, F a G
  - Velikosti: 15-45
  - Třída přesnosti: G0
  - Předpětí: střední hodnota mezi V2 a V3
- MONORAIL AMS
  - Vodicí kolejnice s integrovaným odměřováním, přesnostní třída G0
  - Čtecí hlacy pro systémy typu AMS 3.0, AMSA-3B, AMSD-3B, AMSA-4B a AMSD-4B

Čtecí hlavy starších produktů a speciální vodicí kolejnice na vyžádání.
Detailní informace k dodávaným produktům a cenám obdržíte na vyžádání.