



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

## POHÁNĚNÁ VÁLEČKOVÁ DRÁHA STROJNÍ PILY

DRIVEN ROLLER TRACK SAWING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MILAN MIŠÁK

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV KAŠPÁREK, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2011/12

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Milan Mišák

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Poháněná válečková dráha strojní pily**

v anglickém jazyce:

#### **Driven roller track sawing**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Navrhněte poháněnou válečkovou dráhu pro přesné odměřování a vkládání hutních polotovarů do strojní pily v rámci technologické operace řezání materiálu.

Technické parametry:

délka podávací dráhy 6 m

dopravovaný předmět hutní tyčový materiál

max. příčný rozměr materiálu 300x300 mm

Cíle bakalářské práce:

Proveďte:

Koncepci podávání materiálu ke strojní pile, funkční výpočet pohonu, určení hlavních rozměrů tratě, pevnostní výpočet hřídele válečku

Nakreslete:

Sestavný výkres tratě, sestavný výkres poháněcího zařízení, sestavu válečku, detailní výkres hřídele válečku

Seznam odborné literatury:

Gajdůšek, J.; Škopán, M.: Teorie dopravních a manipulačních zařízení, skripta VUT Brno, 1988

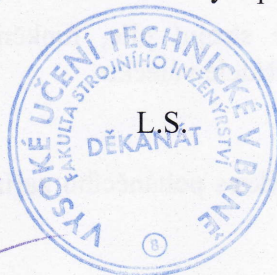
Dražan, F. a kol.: Teorie a stavba dopravníků, skripta ČVUT Praha, 1983

Klimeš, P.: Části a mechanismy strojů, Akademické nakladatelství CERM, 2003

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/12.

V Brně, dne 4.11.2011



prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.  
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan



## ABSTRAKT

Tato práce se zabývá návrhem poháněné horizontální válečkové dráhy, určením hlavních parametrů, návrhem vlastního pohonu a jeho funkčním výpočtem. Dále pojednává o pevnostním výpočtu hřídele a pláště poháněného válečku. Součástí jsou výkresové dokumentace sestavení tratě, poháněcího zařízení, sestavy válečku a detailní výkres hřídele hnacího válečku.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Poháněná horizontální válečková dráha, váleček, návrh pohonu, hlavní rozměry, pevnostní výpočet hřídele.

## ABSTRACT

This thesis describes the design of horizontal driven roller conveyors, determination of the main parameters, design their own power and its functional calculation. Also discusses the strength calculation of the shaft and the driven roller shell. Includes drawing documentation of conveyor assembly, driving devices, roller assembly and drive shaft roller.

## KEYWORDS

Horizontal driven roller conveyor, roller, design of driving mechanism, main parameters, calculation of shaft solidity.



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

MIŠÁK, M. *Poháněná válečková dráha strojní pily*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 43 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Kašpárka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25. května 2012

.....

Milan Mišák



## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi byli nápomocni při vytváření této práce, zejména Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. Také chci poděkovat rodině za podporu při studiu.



## OBSAH

Úvod.....	10
1 Koncepce podávání materiálu ke strojní pile.....	11
2 Základní parametry .....	13
2.1 Délka válečkové dráhy.....	13
2.2 Šířka válečkové dráhy.....	13
2.2.1 Pracovní šířka válečku .....	13
2.2.2 Šířka dráhy .....	13
2.3 Výška dráhy.....	14
2.4 Stanovení počtu válečků .....	14
2.5 Odměřování vzdálenosti.....	14
3 Výpočet funkčních částí dráhy.....	15
3.1 Odpor .....	15
3.1.1 Odpor způsobený vlastní tíhou dopravovaného předmětu.....	15
3.1.2 Odpor způsobený valivým třením při pohybu předmětu po válečku .....	15
3.1.3 Odpor způsobený třením v ložiskovém uložení válečku .....	15
3.1.4 Odpor způsobený výrobními a montážními nepřesnostmi .....	16
3.1.5 Odpor třením v ložiskovém uložení způsobený hmotností válečku.....	16
3.1.6 Celkový odpor .....	17
3.2 Výkon motoru.....	17
3.2.1 Výkon motoru pro rovnoměrný pohyb po trati .....	17
3.2.2 Přídavný výkon motoru.....	17
3.2.3 Celkový výkon.....	18
3.3 Stanovení počtu poháněných válečků .....	18
3.4 Síla na zarážku.....	19
3.4.1 Síla na zarážku.....	19
3.4.2 Síla na zarážku při využití obou poháněných tratí .....	19
4 Návrh dopravních válečků.....	20
4.1 Volný váleček .....	20
4.2 Poháněný váleček .....	21
5 Návrh pohonné jednotky .....	22
5.1 Celkový převod.....	22
5.2 Setrvačný moment jednoho válečku .....	22
5.3 Úhlové zrychlení válečku.....	23
5.4 Kontrola rozběhu motoru .....	23
5.4.1 Čas smyku = doba rozběhu motoru .....	23



5.4.2	Moment třecích sil vztažených na hřídel motoru .....	24
5.4.3	Moment zrychlujících sil přímočaře se pohybujících hmot vztažených na hřídel motoru	24
5.4.4	Moment zrychlujících sil rotujících hmot vztažených na hřídel motoru .....	24
5.4.5	Moment od stálých odporů.....	24
5.4.6	Rozběhový moment redukováný na hřídel motoru .....	24
5.4.7	Moment na hřídeli motoru při rozběhu .....	25
5.4.8	Kontrola rozběhu motoru .....	25
5.5	Kontrola řetězového převodu .....	25
5.5.1	Určení jmenovitého výkonu přenášeného řetězovým převodem .....	25
5.5.2	Výpočet počtu článků řetězu .....	25
5.5.3	Osová vzdálenost řetězových kol .....	26
5.5.4	Rychlost řetězu .....	27
5.5.5	Pevnostní kontrola řetězu.....	27
6	Pevnostní výpočet válečku .....	30
6.1	Pevnostní výpočet pláště válečku .....	30
6.1.1	Silové působení v rovině y - z .....	30
6.1.2	Silové působení v rovině x – y .....	31
6.1.3	Stanovení celkového ohybového momentu .....	32
6.1.4	Namáhání kroutícím momentem .....	33
6.1.5	Stanovení bezpečnosti.....	34
6.2	Pevnostní výpočet hřídele válečku .....	35
Závěr	.....	37
Seznam použitých zkratk a symbolů	.....	39
Seznam příloh	.....	43



## ÚVOD

Válečkové tratě jsou dopravní zařízení, jejichž typickým znakem je řada válečků otočných kolem svých čepů nebo hřídelů, uložených ve stabilních nebo přemístitelných rámech. Předměty se dopravují po válečkových tratích obvykle kolmo na osy válečků otáčením válečků vlivem síly, působící na dopravovaný předmět nebo na obvod či hřídel vlastních válečků. Podle druhu a způsobu pohonu se válečkové tratě rozlišují na nepoháněné a poháněné. Nepoháněné se dělí na vodorovné a gravitační. U vodorovných nepoháněných tratí se předmět pohybuje buď lidskou silou, tažným orgánem s unášivými palci, nebo mechanickým, pneumatickým nebo hydraulickým trkačem. U gravitačních tratí se předměty pohybují vlivem pohybové složky své vlastní tíhy. Poháněné tratě, po nichž se předmět pohybuje působením otáčejících se válečků, se dělí dle použité konstrukce válečku na tratě s volnými válečky, které se však otáčejí třením pomocí lana, struny nebo pásu, přiléhajícího na obvod válečků, tratě s pevnými válečky, kde se otáčivý pohyb přenáší na všechny, nebo jen část válečků, a to přímo na váleček nebo jeho hřídel, a tratě s prokluznými válečky, u kterých se nucený otáčivý pohyb přenáší pouze na hřídel válečků, přičemž válečky jsou na hřídeli kluzně uloženy a pohyb se na válečky přenáší pouze vlivem tření, vzniklým mezi hřídelem a zatíženým válečkem.



## 1 KONCEPCE PODÁVÁNÍ MATERIÁLU KE STROJNÍ PILE

Válečkové dopravníky jsou přednostně určeny k přepravě kusových výrobků vyšších hmotností (palety, přepravní boxy apod.). Jsou vhodné jak k samostatnému použití, tak pro zástavbu do větších dopravních celků, popř. výrobních a montážních linek. Vyznačují se lehkou a pevnou konstrukcí a velkou variabilitou provedení. Mezi přednosti válečkových dopravníků patří vysoká únosnost, robustní konstrukce, možnost výroby dopravníku přesně dle přání zákazníka, možnost provádění speciálních technologických či výrobních operací přímo na dopravníku.

Pro dopravu tyčového materiálu ke strojní pile je možno využít výrobků od mnoha výrobců, ať již tuzemských, či zahraničních. Z českých výrobců se jedná např. o zařízení od brněnské firmy BOMAR s.r.o. a nebo též firmy PILOUS-TMJ s.r.o.

Na obr. 1 je možno zhlédnout výrobek od druhého jmenovaného výrobce RBM 500. Tento dopravník může být využit samostatně nebo v sérii s nepoháněnými dopravníky. Je vybaven samostatnou ovládací skříňkou s možností ovládání rychlosti posuvu a směru pohybu. Šíře dopravních válečků o průměru 58 mm je 500 mm. Na dopravní dráze o délce 2 m je namontováno šest válečků. Zatížitelnost dráhy je až 1000 kg na 1 m délky. Pracovní výška dopravníku je 700 mm. Tento dopravník může být vybaven odměřovacím zařízením mechanickým dorazem nebo elektronickým odměřováním.



*Obr.1. Válečkový dopravník k pásové pile PILOUS RBM 500. [1]*



Firma PILOUS s.r.o. dodává ke svým výrobkům další zařízení, kterými je možno řešit různé problémy při přivádění materiálu ke strojní pile. Např. pro přesné vedení dlouhého tyčového materiálu je možno osadit dráhu vertikálními válečky (obr. 2a). Při zpracovávání drobného ale dlouhého materiálu je možné využít svěrák (obr. 2b), kterým se tyčový materiál zajistí proti pohybu. Pro měření délek výrobce dodává odměřovací zařízení, které je součástí poháněné válečkové dráhy, nebo lze také využít nepoháněnou dráhu, umístěnou z pohledu dopravovaného materiálu za strojní pilou, na které je umístěné mechanické odměřovací zařízení (obr. 2c).



a.

b.

c.

Obr. 2. Přídavné zařízení k válečkovým dopravníkům PILOUS-TMJ, s.r.o.[1]

Výrobce BOMAR s.r.o. dodává ke svým výrobkům ucelenou řadu výrobků zajišťující plynulý tok materiálu, kterou označuje jako Systém X/XP. Hodnoty nosnosti a stupeň automatizace jsou zcela flexibilně nastavitelné, kdykoliv měnitelné dle aktuálních potřeb. Kromě válečkové dráhy v poháněném i nepoháněném provedení je možné získat obsáhlý sortiment přídavných doplňků, např. systémy pro měření délek, vertikální válečky, posuvná zařízení. Nosnost válečkové dráhy se mění přidáním počtu válečků a opěrných patek. Odměrování délky je realizováno manuálně s měřicí stupnicí (obr. 3a), nebo pomocí ručního kolečka a zobrazením délky na digitálním displeji (obr. 3b), a nebo elektromechanické, které je vybaveno NC řídicí jednotkou (obr. 3c).



a.

b.

c.

Obr. 3. Odměrování délek od výrobce BOMAR, s. r. o. [2]

Vzhledem k zadání bakalářské práce je v dalších statích řešena vlastní konstrukce poháněné válečkové dráhy strojní pily.



## 2 ZÁKLADNÍ PARAMETRY

### 2.1 DÉLKA VÁLEČKOVÉ DRÁHY

Délka válečkové dráhy je dána zadáním.

$$l = 6 \text{ m}$$

Pro snazší manipulaci při dopravě a sestavování dráhy je dráha rozdělena na dvě stejně dlouhé sekce.

$$l_i = l_1 = l_2 \quad (1)$$

$$l_i = \frac{l}{n} \text{ [m]} \quad (2)$$

$$l_i = \frac{6}{2} \text{ [m]}$$

$$l_i = 3 \text{ m}$$

Kde  $n$  je počet sekcí válečkové dráhy

### 2.2 ŠÍŘKA VÁLEČKOVÉ DRÁHY

#### 2.2.1 PRACOVNÍ ŠÍŘKA VÁLEČKU

Šířka dopravovaného předmětu je dle zadání  $b' = 300 \text{ mm}$ . Dle lit.[1] se volí šířka válečku o 50 až 100 mm větší než příčný rozměr předmětu vzhledem k ose dopravní tratě.

$$b' = 300 \text{ mm}$$

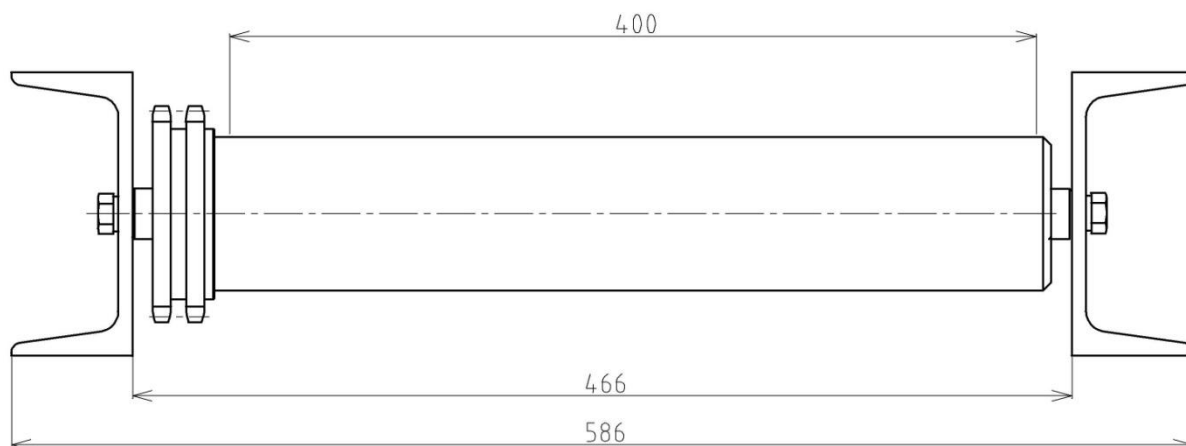
$$b = b' + 100$$

$$b = 0,4 \text{ m}$$

Pracovní šíře válečku je tedy 0,4 m.

#### 2.2.2 ŠÍŘKA DRÁHY

Šířka dráhy je dána šířkou válečku a šířkou bočnic válečkové dráhy. Jak je patrné z obr. 4, celková šíře dráhy  $b_h = 0,586 \text{ m}$ .



Obr. 4 Šířka válečkové dráhy.

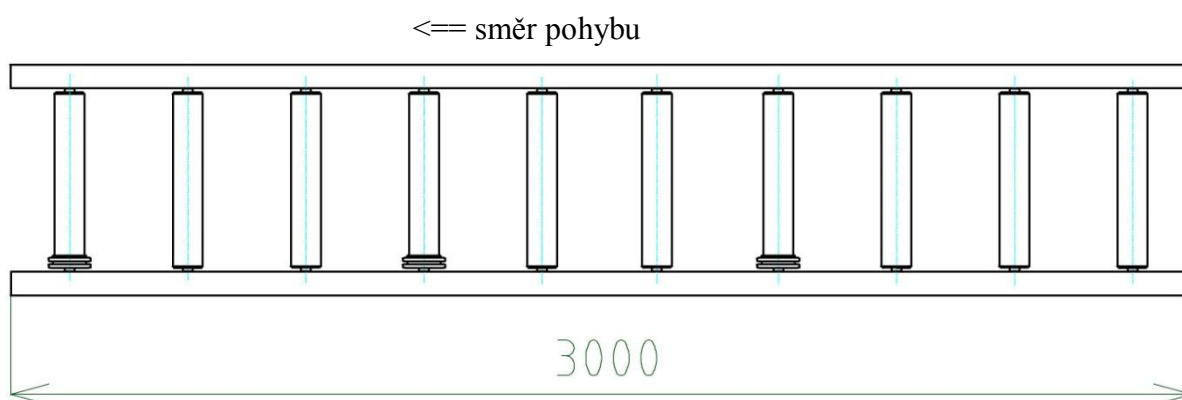


### 2.3 VÝŠKA DRÁHY

Výška dráhy není dána zadáním. Z důvodu zaměnitelnosti válečkových tratí a nejednotnosti stavebních výšek pracovních stolů strojních pil je volena pracovní výška rovnoměrně nastavitelná v rozmezí 0,83 – 0,99 m, celková výška válečkové dráhy potom bude 0,87 – 1,03 m. Výšku lze nastavit za pomoci podstavce strojů, výrobku firmy T.E.A. TECHNIK s.r.o., Brno, viz příloha [P1].

### 2.4 STANOVENÍ POČTU VÁLEČKŮ

Z důvodu rovnoměrnějšího zatížení bočnice válečkové dráhy je počet válečků v jedné sekci volen na deset. Od tohoto počtu se odvíjí celý následný výpočet. Po ověření únosnosti a stanovení počtu poháněných válečků jsou válečky rozděleny dle obr. 5.



Obr. 5. umístění poháněných válečků

### 2.5 ODMĚŘOVÁNÍ VZDÁLENOSTI

Odměřování vzdálenosti je v dnešní době nejčastěji realizováno dorazem, kdy se za strojní pilu umístí nepoháněná válečková dráha, na které je umístěno mechanické odměřovací zařízení.

Odměřování vzdálenosti je voleno dorazem, největší síla na zarážku dle kapitoly 3.4.2 je 1 247,5 N.



### 3 VÝPOČET FUNKČNÍCH ČÁSTÍ DRÁHY

#### 3.1 ODPORY

Rovnice v této kapitole jsou převzaty z lit. [3]

##### 3.1.1 ODPOR ZPŮSOBENÝ VLASTNÍ TÍHOU DOPRAVOVANÉHO PŘEDMĚTU

$$o_1 = \pm q \cdot g \cdot \sin\beta \quad [N] \quad (3)$$

$$o_1 = 212 \cdot 9,81 \cdot \sin 0^\circ \quad [N]$$

$$o_1 = 0N$$

$$q = \frac{Q}{k_1} = \frac{a \cdot b' \cdot L \cdot \rho}{k_1} \quad [kg]$$

Kde  $q$  [kg] je hmotnost připadající na jeden váleček

$g$  [ $m \cdot s^{-2}$ ] je tíhové zrychlení

$\beta$  [°] je úhel sklonu tratě

$Q$  [kg] hmotnost jednoho dopravovaného předmětu

$k_1$  [–] je počet válečků pod jedním břemenem

$a$  [m] je výška dopravovaného předmětu

$L$  [m] je maximální délka dopravovaného předmětu

$\rho$  [ $kg \cdot m^{-3}$ ] je hustota oceli dle lit. [4]

##### 3.1.2 ODPOR ZPŮSOBENÝ VALIVÝM TŘENÍM PŘI POHYBU PŘEDMĚTU PO VÁLEČKU

$$o_2 = q \cdot g \cdot \cos\beta \cdot \frac{2 \cdot e}{D} \quad [N] \quad (4)$$

$$o_2 = 212 \cdot 9,81 \cdot \cos 0^\circ \cdot \frac{2 \cdot 0,00005}{0,0076} \quad [N]$$

$$o_2 = 2,74N$$

Kde  $e$  [m] je rameno valivého odporu mezi předmětem a válečkem (ocel – ocel, dle lit. [4])

$D$  [m] je průměr válečku

##### 3.1.3 ODPOR ZPŮSOBENÝ TŘENÍM V LOŽISKOVÉM ULOŽENÍ VÁLEČKU

$$o_3 = q \cdot g \cdot \cos\beta \cdot \frac{d_k}{D} \cdot \varphi_{\dot{c}} \quad [N] \quad (5)$$

$$o_3 = 212 \cdot 9,81 \cdot \cos 0^\circ \cdot \frac{0,036}{0,076} \cdot 0,005 \quad [N]$$

$$o_3 = 4,93N$$

Kde  $d_k$  [m] je průměr roztečné kružnice kuliček valivého ložiska

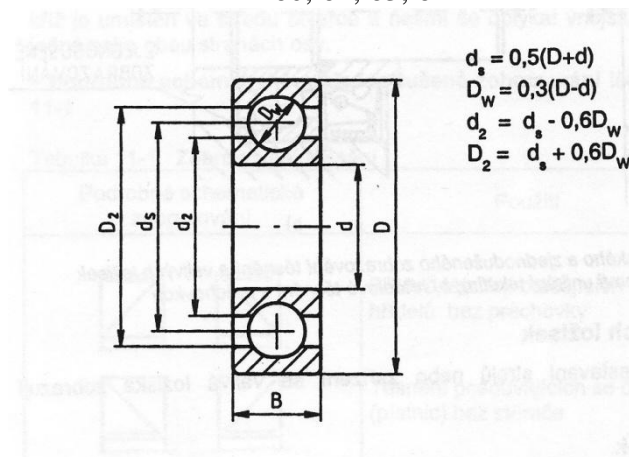
$\varphi_{\dot{c}}$  [–] je valivé tření ložiska



### STANOVENÍ PRŮMĚRU ROZTEČNÉ KRUŽNICE KULIČEK VALIVÉHO LOŽISKA

převzato z literatury [5], volena kuličková ložiska jednořadá typ 6005

Kuličková ložiska jednořadá  
TYP 60, 62, 63, 64



Obr. 6. Kuličková ložiska jednořadá. Převzato z lit.[5]

$$d_s = 0,5 \cdot (D_l + d_l) \quad [m] \quad (6)$$

$$d_s = 0,5 \cdot (0,047 + 0,025) \quad [m]$$

$$d_s = d_k = 0,036 \text{ m}$$

Kde  $d_s = d_k$  [m] je průměr roztečné kružnice kuliček valivého ložiska

$D_l$  [m] je vnější průměr ložiska

$d_l$  [m] je průměr díry ložiska

#### 3.1.4 ODPOR ZPŮSOBENÝ VÝROBNÍMI A MONTÁŽNÍMI NEPŘESNOSTMI

$$o_4 = q \cdot g \cdot \cos\beta \cdot 0,005 \quad [N] \quad (7)$$

$$o_4 = 212 \cdot 9,81 \cdot \cos 0^\circ \cdot 0,005 \quad [N]$$

$$o_4 = 10,40 \text{ N}$$

#### 3.1.5 ODPOR TŘENÍM V LOŽISKOVÉM ULOŽENÍ ZPŮSOBENÝ HMOTNOSTÍ VÁLEČKU

$$o_5 = Q_s \cdot g \cdot \frac{d_k}{D} \cdot \varphi_c \quad [N] \quad (8)$$

$$o_5 = 4,85 \cdot 9,81 \cdot \frac{0,036}{0,076} \cdot 0,005 \quad [N]$$

$$o_5 = 0,113 \text{ N}$$

Kde  $Q_s$  [kg] je hmotnost rotujících částí válečku



### 3.1.6 CELKOVÝ ODPOR

$$o = g \left[ q \left( \frac{2 \cdot e}{D} + \frac{d_k}{D} \cdot \varphi_{\xi} + 0,005 \right) + Q_s \cdot \frac{d_k}{D} \cdot \varphi_{\xi} \right] [N] \quad (9)$$

$$o = 9,81 \left[ 212 \left( \frac{2 \cdot 0,00005}{0,076} + \frac{9}{19} \cdot 0,005 + 0,005 \right) + 4,85 \cdot \frac{9}{19} \cdot 0,005 \right] [N]$$

$$o = 18,17 N$$

## 3.2 VÝKON MOTORU

Rovnice v této kapitole jsou převzaty z lit. [6]

### 3.2.1 VÝKON MOTORU PRO ROVNOMĚRNÝ POHYB PO TRATI

$$P = \left[ m \cdot k_1 \cdot q \cdot g \cdot \left( \frac{e + \varphi_{\xi} \cdot r_{\xi}}{R} + 0,005 \right) + Q_s \cdot g \cdot \frac{\varphi_{\xi} \cdot r_{\xi}}{R} \cdot z \right] \cdot \frac{v}{1000 \cdot \eta} [kW] \quad (10)$$

$$P = \left[ 1 \cdot 10 \cdot 212 \cdot 9,81 \cdot \left( \frac{0,00005 + 0,005 \cdot 0,018}{0,038} \right) + 4,91 \cdot 9,81 \cdot \frac{0,005 \cdot 0,018}{0,038} \cdot 10 \right] \cdot \frac{0,3}{1000 \cdot 0,9} [kW]$$

$$P = 0,060 kW$$

Kde  $m$  [–] je počet dopravovaných předmětů, které jsou v jeden okamžik na trati

$r_{\xi}$  [m] je poloměr roztečné kružnice kuliček valivého ložiska

$R$  [m] je poloměr válečku

$z$  [–] je celkový počet válečků na trati

$v$  [m · s<sup>-1</sup>] je rychlost jakou se předmět pohybuje po trati

$\eta$  je účinnost mechanického převodu mezi motorem a válečky

### 3.2.2 PŘÍDAVNÝ VÝKON MOTORU

Výkon motoru musí být dostatečný pro překonání odporů při uvádění dráhy do pohybu.

$$P_1 = m_1 \cdot q \cdot g \cdot k_p \cdot \mu \cdot \frac{v}{1000 \cdot \eta} [kW] \quad (11)$$

$$P_1 = 1 \cdot 212 \cdot 9,81 \cdot 3 \cdot 0,15 \cdot \frac{0,3}{1000 \cdot 0,9} [kW]$$

$$P_1 = 0,312 kW$$

Kde  $m_1$  [–] je počet zastavených kusů na trati,

$k_p$  [–] je počet poháněných válečků pod předmětem,

$\mu$  [–] je součinitel smykového tření za klidu dle lit. [4]



### 3.2.3 CELKOVÝ VÝKON

$$P_c = P + P_1 \text{ [kW]} \quad (12)$$

$$P_c = 0,060 + 0,312 \text{ [kW]}$$

$$P_c = 0,372 \text{ kW}$$

### 3.3 STANOVENÍ POČTU POHÁNĚNÝCH VÁLEČKŮ

Dle lit. [6]

$$k_p \geq k_1 \cdot \frac{\frac{e}{R} + 0,005 + \left(\frac{Q_s}{q}\right) \cdot \frac{\varphi_c \cdot r_c}{R}}{\mu_0 + \frac{e}{R} + 0,005 + \left(\frac{Q_s}{q}\right) \cdot \frac{\varphi_c \cdot r_c}{R}} \quad [-] \quad (13)$$

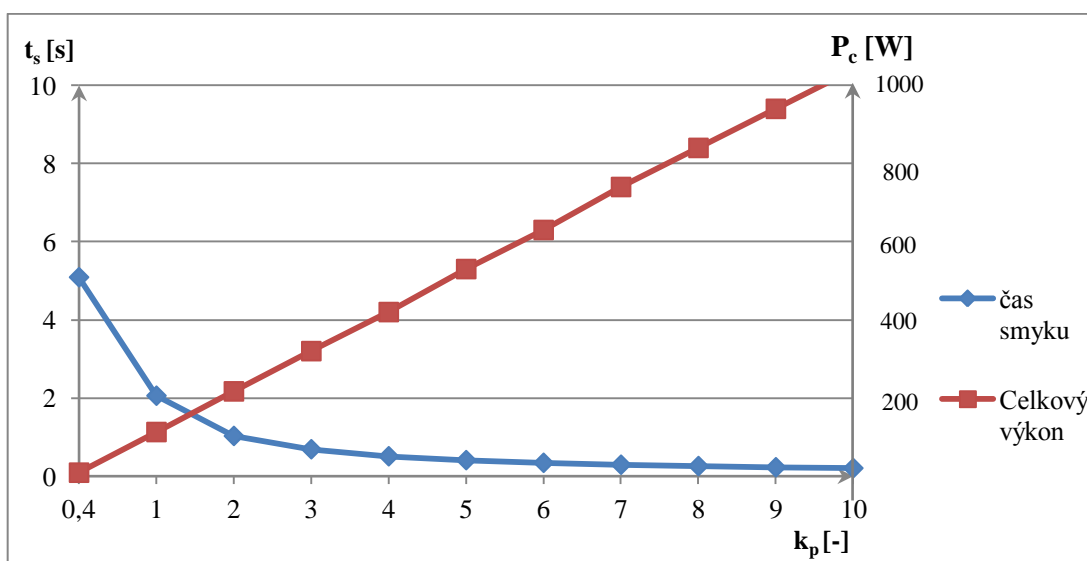
$$k_p \geq 10 \cdot \frac{\frac{0,00005}{0,038} + 0,005 + \left(\frac{4,85}{212}\right) \cdot \frac{0,005 \cdot 0,018}{0,038}}{0,15 + \frac{0,00005}{0,038} + 0,005 + \left(\frac{4,85}{212}\right) \cdot \frac{0,005 \cdot 0,018}{0,038}} \quad [-]$$

$$k_p \geq 0,55$$

Kde  $\mu_0[-]$  je součinitel smykového tření za klidu dle lit [4].

Tab. 1. Závislost celkového výkonu motoru a času smyku na počtu poháněných válečků

Kp	[-]	0,55	1	2	<b>3</b>	4	5	6	7	8	9	10
Pc	[kW]	0,118	0,165	0,269	<b>0,37</b>	0,48	0,58	0,69	0,79	0,89	1,00	1,10
ts	[s]	3,74	2,05	1,03	<b>0,69</b>	0,51	0,41	0,34	0,29	0,26	0,23	0,21



Obr. 7. Závislost celkového výkonu motoru a času smyku na počtu poháněných válečků



Minimální počet poháněných válečků dle vzorce (13) je stanoven na  $k_p = 0,55$ . S ohledem na tab. 1 a obr. 7, kde s přibývajícím počtem poháněných válečků klesá čas smyku; díky tomu dochází k menšímu opotřebování povrchu pláště válečku, a proto je volen počet poháněných válečků  $k_p = 3$ .

### 3.4 SÍLA NA ZARÁŽKU

#### 3.4.1 SÍLA NA ZARÁŽKU

Jestliže jsou některé předměty na trati násilně zastavovány, pak tření mezi pláští poháněných válečků a předmětem vyvodí sílu na zarážku dle lit. [6]:

$$Z = q \cdot g \cdot k_p \cdot \mu \quad [N] \quad (14)$$

$$Z = 212 \cdot 9,81 \cdot 4 \cdot 0,1 \quad [N]$$

$$Z = 623,8 \text{ N}$$

#### 3.4.2 SÍLA NA ZARÁŽKU PŘI VYUŽITÍ OBOU POHÁNĚNÝCH TRATÍ

Při využití maximální délky tratě a maximálních příčných rozměrů obrobku bude zarážecí síla:

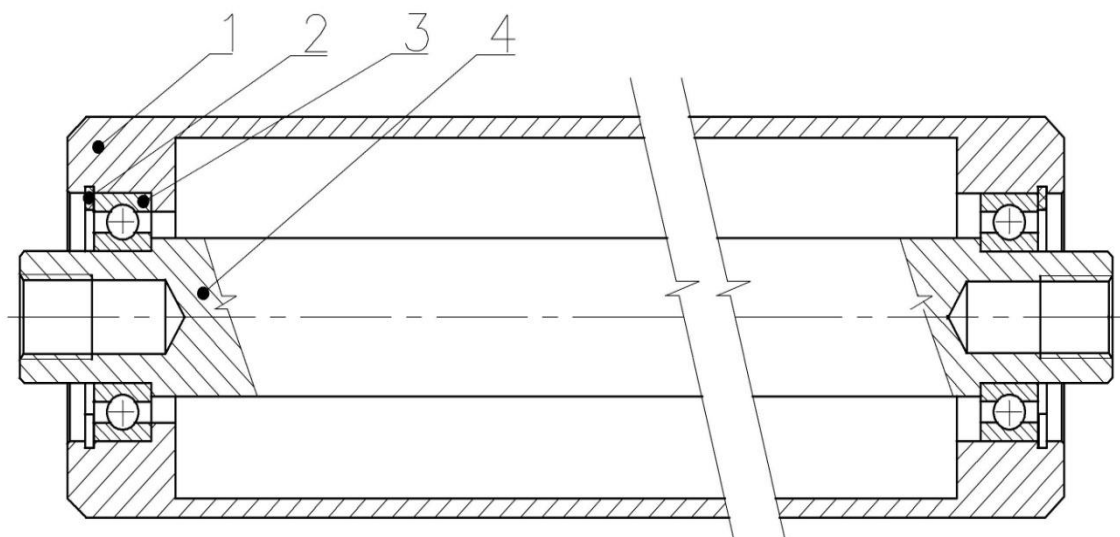
$$Z = 212 \cdot 9,81 \cdot 8 \cdot 0,1 \quad [N]$$

$$Z = 1\,247,5 \text{ N}$$



## 4 NÁVRH DOPRAVNÍCH VÁLEČKŮ

### 4.1 VOLNÝ VÁLEČEK

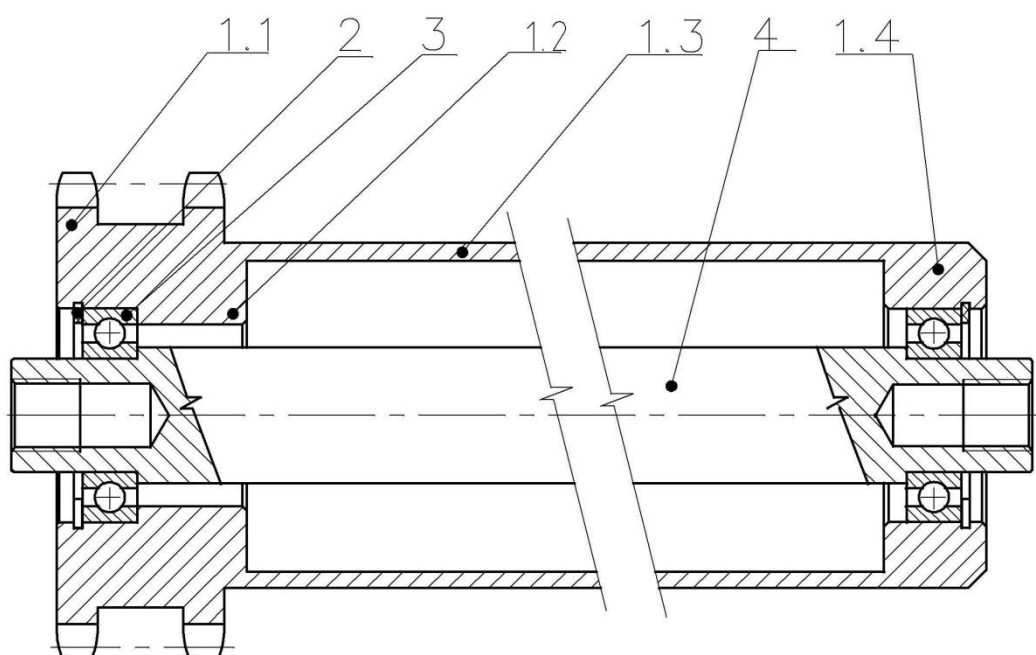


Obr. 8. Volný váleček

Volný váleček se skládá z nosné hřídele (poz. 4)  $\varnothing 30$  ČSN 42 5510.12 – 11 500 – ČSN 42 0138.50, na volných koncích opatřených dírami se závitem M12 pro připevnění do rámu trati. Na hřídeli jsou nalisována dvě jednořadá kuličková ložiska (poz. 3) s krytem ZKL 6005-2RS. Tento typ jsem zvolil kvůli zabránění vnikání nečistot do ložiska. Plášť válečku tvoří svařenec (poz.1) z ocelové bezešvé trubky tvářené za tepla TR  $\varnothing 76 \times 4$  – ČSN 42 5715,01 – 11 423 – ČSN 42 0250.11 a ocelových čel vyrobených z kruhové tyče válcované za tepla  $\varnothing 75$  ČSN 42 5510.12 – 11 423 – ČSN 42 0138.50. Proti axiálnímu posuvu je hřídel zajištěn dvěma pojistnými kroužky 47 ČSN 02 2931 (poz. 2).



## 4.2 POHÁNĚNÝ VÁLEČEK



Obr. 9. Poháněný váleček

Poháněný váleček sestavený z nosné hřídele (poz.4), vytvořené z kruhové tyče válcované za tepla  $\varnothing 30$  ČSN 42 5510.12 – 11 500 – ČSN 42 0138.50, na volných koncích opatřených dírami se závitem M12 pro připevnění k rámu trati. Plášť volného válečku (poz.1) tvoří svařenec z ocelové bezešvé trubky tvářené za tepla (poz.1.3) TR  $\varnothing 76 \times 4$  – ČSN 42 5715.01 – 11 423 – ČSN 42 0250.11, ocelového čela (poz.1.4) vyrobeného z  $\varnothing 75$  ČSN 42 5510.12 – 11 423 – ČSN 42 0138.50, ocelového čela pro uchycení řetězového kola (poz.1.2) vyrobeného z  $\varnothing 75$  ČSN 42 5510.12 – 11 423 – ČSN 42 0138.50 a řetězového kola PHS 10B-1DSA20 (poz.1.1) od výrobce SKF dle lit. [9], viz příloha [P4]. Plášť je uložen na hřídeli pomocí dvou jednořadých kuličkových ložisek s krytem ZKL 6005-2RS (poz.3). Axiálnímu posuvu je zabráněno použitím dvou pojistných kroužků 47 ČSN 02 2931 (poz.2).



## 5 NÁVRH POHONNÉ JEDNOTKY

Vzhledem k výsledkům z kapitol 3.2 a 3.3 je volen pohon pro každou stolicí vlastním motorem.

Dle kap 3.2.3 je k překonání odporů požadovaný výkon  $P_c = 0,372 \text{ kW}$ . Dle katalogu firmy KVELB s.r.o. Mohelnice viz příloha [P2] je zvolen trojfázový asynchronní motor 1LA7 080-6AA11 se jmenovitým výkonem  $P_{jm} = 0,37 \text{ kW}$ , otáčkami  $n_m = 920 \text{ min}^{-1}$  a poměrným záběrným momentem  $M_z/M_n = 1,9$ . Převodovka je volena od výrobce MEZ Mohelnice, s.p. HARI IIV s převodovým poměrem  $i = 12$  viz příloha [P3].

### 5.1 CELKOVÝ PŘEVOD

$$i_v = \frac{\pi \cdot D \cdot n_m}{60 \cdot v} [-] \quad (15)$$

$$i_v = \frac{\pi \cdot 0,076 \cdot 920}{60 \cdot 0,3} [-]$$

$$i_v = 12,2$$

Kde  $n_m [s^{-1}]$  jsou jmenovité otáčky motoru

### 5.2 SETRVAČNÝ MOMENT JEDNOHO VÁLEČKU

Při výpočtu setrvačného momentu byl váleček rozdělen na jednotlivé komponenty, ze kterých se skládá, a dle lit. [7] byly určeny setrvačné momenty každé této části a ty pak následně sečteny.

- Plášť válečku

$$J_1 = \frac{1}{2} \cdot m_v \cdot r^2 \quad [kg \cdot m^2] \quad (16)$$

$$J_1 = \frac{1}{2} \cdot [(\pi \cdot 0,038^2 - \pi \cdot 0,034^2) \cdot 0,41 \cdot 7850] \cdot 0,038^2 \quad [kg \cdot m^2]$$

$$J_1 = 0,002 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Kde  $m_v [kg]$  je hmotnost rotující části  
 $r [m]$  poloměr otáčení

Dále s použitím stejného vzorce a postupu:

- Ložisko

$$J_2 = 1,58 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

- Čelo



$$J_3 = 2,04 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

- Čelo s řetězovým kolem

$$J_4 = 1,71 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

- Pojistné kroužky pro díry

$$J_5 = 7,23 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

- Celkový moment setrvačnosti poháněného válečku

$$J_{\text{celk}} = J_1 + 2 \cdot J_2 + J_3 + J_4 + 2 \cdot J_5 \text{ [kg} \cdot \text{m}^2]$$

$$J_{\text{celk}} = 0,0041 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

### 5.3 ÚHLOVÉ ZRYCHLENÍ VÁLEČKU

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot \pi \cdot v}{t_s \cdot D} \text{ [s}^{-2}] \quad (17)$$

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot \pi \cdot 0,3}{0,69 \cdot 0,076} \text{ [s}^{-2}]$$

$$\varepsilon = 36,18 \text{ s}^{-2}$$

Kde  $t_s$  [s] je čas smyku viz kap. 5.4.1

### 5.4 KONTROLA ROZBĚHU MOTORU

#### 5.4.1 ČAS SMYKU = DOBA ROZBĚHU MOTORU

$$t_s = \frac{v}{\frac{k_p}{k_1} \cdot g \left( \mu_0 - \frac{2 \cdot e}{D} \right)} \text{ [s]} \quad (18)$$

$$t_s = \frac{0,3}{\frac{3}{10} \cdot 9,81 \cdot \left( 0,15 - \frac{2 \cdot 0,00005}{0,076} \right)} \text{ [s]}$$

$$t_s = 0,69 \text{ s}$$



#### 5.4.2 MOMENT TŘECÍCH SIL VZTAŽENÝCH NA HŘÍDEL MOTORU

$$M_t = m \cdot k_p \cdot q \cdot g \cdot \mu_0 \cdot \frac{R}{i_v \cdot \eta} \quad [Nm] \quad (19)$$

$$M_t = 1 \cdot 3 \cdot 212 \cdot 9,81 \cdot 0,15 \cdot \frac{0,038}{12,2 \cdot 0,9} \quad [Nm]$$

$$M_t = 3,24 \text{ Nm}$$

#### 5.4.3 MOMENT ZRYCHLUJÍCÍCH SIL PŘÍMOČAŘE SE POHYBUJÍCÍCH HMOT VZTAŽENÝCH NA HŘÍDEL MOTORU

$$M_{zp} = m \cdot m_p \cdot \frac{v \cdot R}{t_s \cdot i_v \cdot \eta} \quad [Nm] \quad (20)$$

$$M_{zp} = 1 \cdot 2119,5 \cdot \frac{0,3 \cdot 0,038}{0,69 \cdot 12,2 \cdot 0,9} \quad [Nm]$$

$$M_{zp} = 3,21 \text{ Nm}$$

#### 5.4.4 MOMENT ZRYCHLUJÍCÍCH SIL ROTUJÍCÍCH HMOT VZTAŽENÝCH NA HŘÍDEL MOTORU

Při rozběhu rotují  $z_p = 3$  válečky

$$M_{zv} = z_p \cdot J \cdot \varepsilon \cdot \frac{1}{i_v \cdot \eta} \quad [Nm] \quad (21)$$

$$M_{zv} = 3 \cdot 0,0041 \cdot 36,18 \cdot \frac{1}{12,2 \cdot 0,9} \quad [Nm]$$

$$M_{zv} = 0,040 \text{ Nm}$$

#### 5.4.5 MOMENT OD STÁLÝCH ODPORŮ

$$M_o = \frac{60 \cdot P_{jm}}{2 \cdot \pi \cdot n_m} \quad [Nm] \quad (22)$$

$$M_o = \frac{60 \cdot 0,37}{2 \cdot \pi \cdot 920} \quad [Nm]$$

$$M_o = 0,038 \text{ Nm}$$

#### 5.4.6 ROZBĚHOVÝ MOMENT REDUKOVANÝ NA HŘÍDEL MOTORU

$$M_{roz} = M_t + M_{zp} + M_{zv} + M_o \quad [Nm] \quad (23)$$

$$M_{roz} = 3,24 + 3,21 + 0,040 + 0,038 \quad [Nm]$$

$$M_{roz} = 6,52 \text{ Nm}$$

**5.4.7 MOMENT NA HŘÍDELI MOTORU PŘI ROZBĚHU**

$$M_m = \frac{M_z}{M_n} \cdot \frac{P_{jm}}{\omega_m} \quad [Nm] \quad (24)$$

$$M_m = 1,9 \cdot \frac{370 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 920} \quad [Nm]$$

$$M_m = 7,3 \text{ Nm}$$

Kde  $\omega_m$  [ $rad \cdot s^{-1}$ ] je úhlová rychlost otáčení motoru

**5.4.8 KONTROLA ROZBĚHU MOTORU**

$$M_m \geq M_{roz} \quad (25)$$

$$7,3 \text{ Nm} \geq 6,52 \text{ Nm}$$

Výpočtem bylo ověřeno, že zvolený pohon vyhovuje.

**5.5 KONTROLA ŘETĚZOVÉHO PŘEVODU**

Pro pohon válečků byl z lit. [10] zvolen jednořadý válečkový řetěz SKF PHC 10B-1. Parametry řetězu, viz příloha [P5], jsou dále porovnávány pro určení základních parametrů válečkové dráhy a pevnostní kontrolu řetězu.

Vzorce převzaty z lit. [8]

**5.5.1 URČENÍ JMENOVITÉHO VÝKONU PŘENÁŠENÉHO ŘETĚZOVÝM PŘEVODEM**

$$P_R = f_1 \cdot f_2 \cdot k_n \cdot P_{jm} \quad [kW] \quad (26)$$

$$P_R = 1,5 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,37 \quad [kW]$$

$$P_R = 0,525 \text{ kW}$$

Kde  $f_1$  [-] je součinitel provozního zatížení

$f_2$  [-] je součinitel počtu zubů

$k_n$  [-] je návrhový součinitel

**5.5.2 VÝPOČET POČTU ČLÁNKŮ ŘETĚZU**

$$X_0 = 2 \cdot \frac{a_0}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{p}{a_0} \quad [-] \quad (27)$$

Kde  $a_0$  [m] je přibližná osová vzdálenost převodů (0,3 m resp. 0,9 m)

$z_1$  [-] je počet zubů hnacího řetězového kola

$z_2$  [-] je počet zubů hnaného řetězového kola

$p$  [m] je rozteč článků řetězu viz lit. [10]



- Počet článků řetězu primárního řetězového převodu

$$X'_1 = 2 \cdot \frac{0,3}{0,01588} + \frac{20 + 20}{2} + \left( \frac{20 - 20}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{0,01588}{0,3} \quad [-]$$

$$X'_1 = 57,78$$

Pro získání hodnoty  $X$  se zaokrouhlí hodnota  $X_0$  na celé sudé číslo nahoru.

$$X_1 = 58$$

- Počet článků řetězu sekundárního řetězového převodu.

$$X'_2 = 2 \cdot \frac{0,9}{0,01588} + \frac{20 + 20}{2} + \left( \frac{20 - 20}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{0,01588}{0,9} \quad [-]$$

$$X'_2 = 133,35$$

$$X_2 = 134$$

### 5.5.3 OSOVÁ VZDÁLENOST ŘETĚZOVÝCH KOL

$$a = \frac{p}{4} \cdot \left[ \left( X - \frac{z_1 + z_2}{2} \right) + \sqrt{\left( X - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left( \frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2} \right] \quad [m] \quad (28)$$

- Osová vzdálenost řetězových kol pohonu a válečku

$$a_1 = \frac{0,01588}{4} \cdot \left[ \left( 58 - \frac{20 + 20}{2} \right) + \sqrt{\left( 58 - \frac{20 + 20}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left( \frac{20 - 20}{2 \cdot \pi} \right)^2} \right] \quad [m]$$

$$a_1 = 0,30172 \text{ m}$$

- Osová vzdálenost řetězových kol poháněných válečků dráhy

$$a_1 = \frac{0,01588}{4} \cdot \left[ \left( 134 - \frac{20 + 20}{2} \right) + \sqrt{\left( 134 - \frac{20 + 20}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left( \frac{20 - 20}{2 \cdot \pi} \right)^2} \right] \quad [m]$$

$$a_2 = 0,90516 \text{ m}$$

**5.5.4 RYCHLOST ŘETĚZU**

$$v_{\dot{\gamma}} = z_1 \cdot p \cdot n_1 \quad [m \cdot s^{-1}] \quad (29)$$

$$v_{\dot{\gamma}} = 20 \cdot 0,01588 \cdot 1,25 \quad [m \cdot s^{-1}]$$

$$v_{\dot{\gamma}} = 0,397 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde  $n_1 [s^{-1}]$  je počet otáček hnacího řetězového kola

**5.5.5 PEVNOSTNÍ KONTROLA ŘETĚZU**

Tato kapitola se zaměřuje pouze na řetěz primárního řetězového převodu, který je nejvíce namáhán.

**KONTROLA PROTI PŘETRŽENÍ ŘETĚZU**

Vzorce z této kapitoly převzaty z lit. [7]

- Statická bezpečnost

$$k_s = \frac{F_{pt}}{F_t} \geq 7 \quad (30)$$

$$k_s = \frac{22400}{961,8} = 23$$

$$23 \geq 7$$

Kde  $F_{pt} [N]$  je síla při přetržení řetězu dle lit. [8]

$F_t [N]$  je tahová síla -viz rovnice (32)

- Dynamická bezpečnost

$$k_D = \frac{F_{pt}}{F_t \cdot Y} \geq 5 \quad (31)$$

$$k_D = \frac{22\,400}{961,8 \cdot 2} = 11,5$$

$$11,5 \geq 5$$

Kde  $Y [-]$  je činitel rázů dle lit[7]



- Tahová síla

$$F_t = F_o + F_c + F_m \quad [N] \quad (32)$$

$$F_t = 928,36 + 0,142 + 33,3 \quad [N]$$

$$F_t = 961,8 \text{ N}$$

Kde  $F_o$  je obvodová síla:

$$F_o = \frac{P_{jm}}{v_{\check{r}}} \quad [N] \quad (33)$$

$$F_o = \frac{370}{0,4} \quad [N]$$

$$F_o = 928,36 \text{ N}$$

$F_c$  je složka tahové síly od odstředivé síly

$$F_c = \rho_1 \cdot v_{\check{r}}^2 [N] \quad (34)$$

$$F_c = 0,9 \cdot 0,4^2 \quad [N]$$

$$F_c = 0,142 \text{ N}$$

Kde  $\rho_1$  [kg] je hmotnost jednoho metru řetězu

$F_m$  je složka tahové síly od tíhy volné větve řetězu

$$F_m = \frac{\rho_1 \cdot a_1 \cdot g}{0,08} \quad [N] \quad (35)$$

$$F_m = \frac{0,9 \cdot 0,30172 \cdot 9,81}{0,08} \quad [N]$$

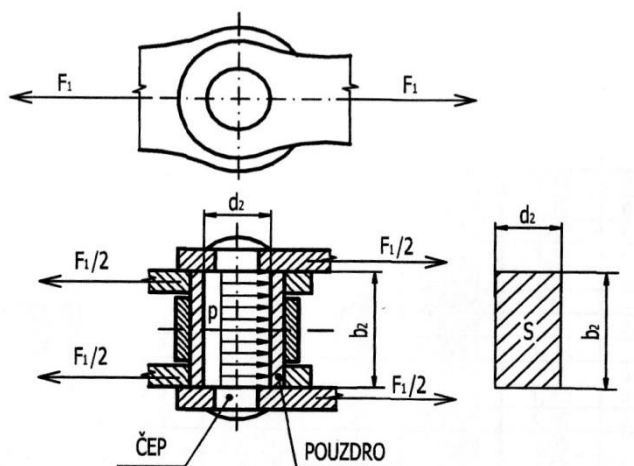
$$F_m = 33,3 \text{ N}$$

- Kontrola měrného tlaku v kloubu řetězu

$$P_v = \frac{F_t}{d_{\check{c}} \cdot b_{\check{c}}} \quad [MPa] \quad (36)$$

$$P_v = \frac{958,5}{66,294} \quad [MPa]$$

$$P_v = 14,45 \text{ MPa}$$



Obr 7. Měrný tlak v kloubu válečkového řetězu SKF 10B-1. Převzato z lit.[7]

$$P_d = p_s \cdot \lambda \quad [\text{MPa}] \quad (37)$$

$$P_d = 0,69 \cdot 29,33 \quad [\text{MPa}]$$

$$P_d = 20,23 \text{ MPa}$$

$$P_v \leq P_d \quad (38)$$

$$14,45 \text{ MPa} \leq 20,23 \text{ MPa}$$

Kde  $p_s$  [MPa] je směrný tlak v kloubu dle lit.[7]

$\lambda$  [-] je činitel tření dle lit.[7]

Použitím vztahů v této kapitole bylo ověřeno, že řetěz 10 B-1 snese zatížení dané zadáním.



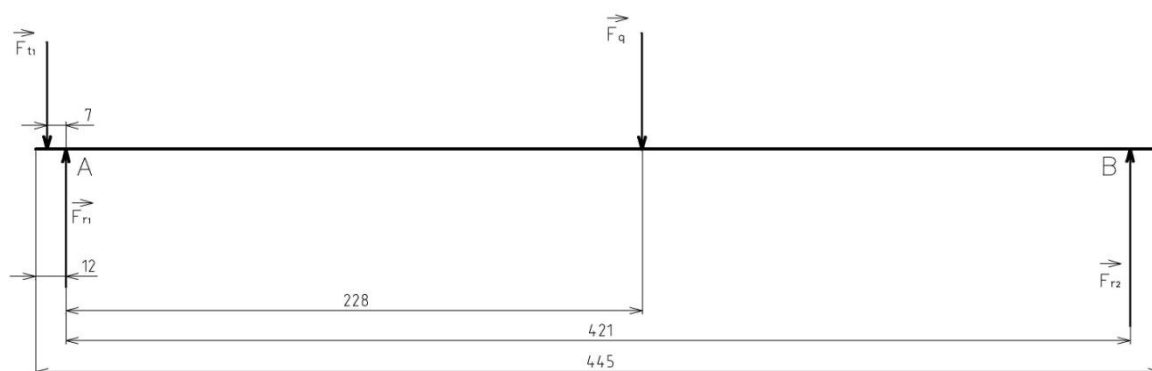
## 6 PEVNOSTNÍ VÝPOČET VÁLEČKU

### 6.1 PEVNOSTNÍ VÝPOČET PLÁŠTĚ VÁLEČKU

V této stati je řešen pevnostní výpočet poháněného válečku, který musí snést kombinované namáhání a to zatížením od hmotnosti dopravovaného předmětu a tahovými silami od řetězů, dále je pak namáhán točivým momentem přenášeným řetězovým převodem od motoru na řetězové kolo a dále na plášť válečku.

#### 6.1.1 SILOVÉ PŮSOBENÍ V ROVINĚ Y - Z

V rovině y-z je námáhání od síly  $F_q$ , což je zatížení hmotností dopravovaného předmětu a hmotností samotného válečku a silou  $F_{t1}$  od řetězu primárního řetězového převodu.



Obr 8. Silové působení v rovině y-z

#### URČENÍ REAKCÍ V LOŽISKÁCH

- Rovnice statické rovnováhy:

$$\sum F: -F_{t1} + F_{r1} - F_q + F_{r2} = 0 \quad (39)$$

$$\sum M_A: F_{t1} \cdot 0,007 - F_q \cdot 0,228 + F_{r2} \cdot 0,421 = 0 \quad (40)$$

Z rovnice č.(40):

$$F_{r2} = \frac{F_q \cdot 0,228 - F_{t1} \cdot 0,007}{0,421} [N] \quad (41)$$

$$F_{r2} = \frac{2\,126,8 \cdot 0,228 - 961,8 \cdot 0,007}{0,421} [N]$$

$$F_{r2} = 1\,136\,N$$



Dosazením do rovnice č.(39):

$$F_{r1} = F_t + F_q - F_{r2} \quad [N] \quad (42)$$

$$F_{r1} = 961,8 + 2\,126,8 - 1\,136 \quad [N]$$

$$F_{r1} = 1\,952,6N$$

#### STANOVENÍ OHYBOVÝCH MOMENTŮ V ROVINĚ Y - Z

$$M_{oA}^I = -F_{t1} \cdot x_1 \quad x_1 \in \langle 0; 0,009 \rangle \quad (43)$$

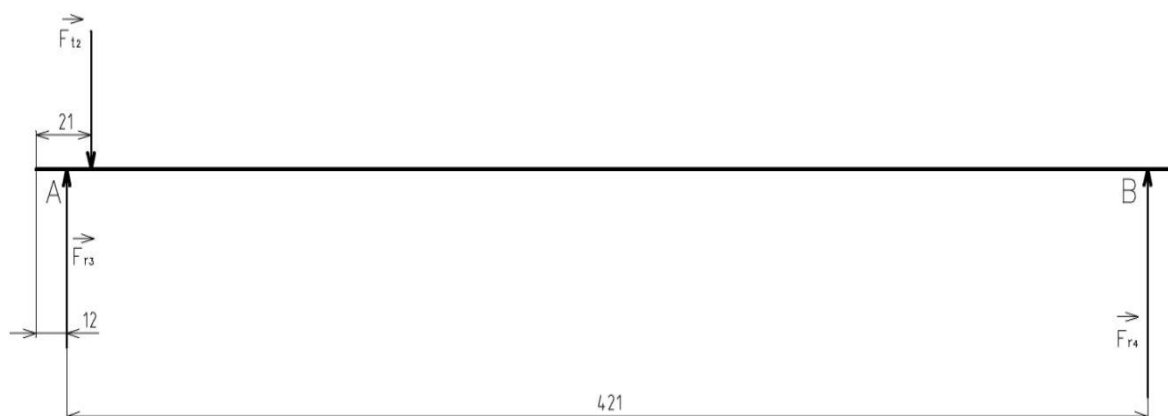
$$M_{oA}^{II} = F_{r2} \cdot x_3 \quad x_3 \in \langle 0; 0,193 \rangle \quad (44)$$

$$M_{oA}^{III} = F_{r2} \cdot (x_3 + x_2) - F_q x_2 \quad x_3 \in \langle 0; 0,228 \rangle \quad (45)$$

Největší ohybový moment působí v místě působení síly  $F_q$  ( $x=0,193$ ) a dosahuje 220 Nm.

#### 6.1.2 SILOVÉ PŮSOBENÍ V ROVINĚ X – Y

V rovině x-y je plášť válečku namáhán tahovou silou od sekundárního řetězového převodu. Velikost této síly je stanovena za pomoci vztahů z kap. 5.5.5.



Obr.9 Silové působení v rovině x – y

#### URČENÍ REAKCÍ V LOŽISKÁCH

- Rovnice statické rovnováhy

$$\sum F: F_{r3} - F_{t2} + F_{r4} \quad (46)$$

$$\sum M_{oA}: F_{t2} \cdot 0,009 + F_{r4} \cdot 0,421 \quad (47)$$



$$F_{r4} = \frac{F_{t2} \cdot 0,009}{0,421} \quad [N] \quad (48)$$

$$F_{r4} = \frac{1025 \cdot 0,009}{0,421} \quad [N]$$

$$F_{r4} = 22 \text{ N}$$

Dosazením do rovnice č.(47)

$$F_{r3} = F_{t2} - F_{r4} \quad [N] \quad (49)$$

$$F_{r3} = 1025 - 22 \quad [N]$$

$$F_{r3} = 1003 \text{ N}$$

### STANOVENÍ OHYBOVÝCH MOMENTŮ

$$M_{oA'}^{IV} = F_{r4} \cdot x_4 \quad x_4 \in \langle 0; 0,412 \rangle \quad (50)$$

$$M_{oA'}^V = F_{r4} \cdot (x_4 + x_5) - F_{t2} \cdot x_5 \quad x_5 \in \langle 0,412; 0,421 \rangle \quad (51)$$

Největší ohybový moment dosahuje hodnoty 9,1 Nm v místě působení síly  $F_{t2}$ .

Vzhledem k dominantnímu zatížení v místě působení síly  $F_q$ , je dále řešeno pouze zatížení v tomto bodě.

### 6.1.3 STANOVENÍ CELKOVÉHO OHYBOVÉHO MOMENTU

Nejprve je nutno geometricky sečíst výsledné reakce a ohybové momenty

- Reakce ložiska A

$$F_{l1} = \sqrt{F_{r1}^2 + F_{r3}^2} \quad [N] \quad (52)$$

$$F_{l1} = \sqrt{1949,3^2 + 1003^2} \quad [N]$$

$$F_{l1} = 2192 \text{ N}$$

- Reakce ložiska B

$$F_{l2} = \sqrt{F_{r2}^2 + F_{r4}^2} \quad [N] \quad (53)$$

$$F_{l2} = \sqrt{1136^2 + 22^2} \quad [N]$$

$$F_{l2} = 1136,2 \quad [N]$$



- Výsledný ohybový moment

$$M_{oFq} = \sqrt{220^2 + (F_{r4} \cdot x)^2} \quad [Nm] \quad x = 0,193 \quad (54)$$

$$M_{oFq} = \sqrt{220^2 + 4,2^2} \quad [Nm]$$

$$M_{oFq} = 220,04 \text{ Nm}$$

- Průřezový modul v ohybu

$$W_o = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} \quad [m^3] \quad (55)$$

$$W_o = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{0,076^4 - 0,068^4}{0,076} \quad [m^3]$$

$$W_o = 1,55 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Kde  $d$  [m] je vnitřní průměr pláště válečku

- Výpočet ohybového napětí

$$\sigma_o = \frac{M_{oFq}}{W_o} \quad [Pa] \quad (56)$$

$$\sigma_o = \frac{220,04}{1,55 \cdot 10^{-5}} \quad [Pa]$$

$$\sigma_o = 14,2 \text{ MPa}$$

#### 6.1.4 NAMÁHÁNÍ KROUTÍCÍM MOMENTEM

V místě působí síla  $Fq$  je zde zatížení od krouťícího momentu  $Mk = 13,7 \text{ Nm}$ .

- Průřezový modul v krutu

$$W_k = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} \quad [m^3] \quad (57)$$

$$W_k = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{0,076^4 - 0,068^4}{0,076} \quad [m^3]$$

$$W_k = 3,1 \cdot 10^{-5}$$



- Výpočet napětí v krutu

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} \quad (58)$$

$$\tau_k = \frac{13,7}{3,1 \cdot 10^{-5}} \quad [Pa]$$

$$\tau_k = 0,44 \text{ MPa}$$

### 6.1.5 STANOVENÍ BEZPEČNOSTI

- Dle HMM

$$\sigma_{red} = \sqrt{(\alpha_o \cdot \sigma_o)^2 + 3 \cdot (\alpha_k \cdot \tau_k)^2} \quad [MPa] \quad (59)$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{(1 \cdot 14,2)^2 + 3 \cdot (1 \cdot 0,44)^2} \quad [MPa]$$

$$\sigma_{red} = 14,22 \text{ MPa}$$

Kde  $\alpha_o [-]$  je tvarový součinitel při namáhání ohybem  
 $\alpha_k [-]$  je tvarový součinitel při namáhání krutem

- Výpočet bezpečnosti

Pro ocel 11 423 je  $\sigma_k = 226 \text{ MPa}$

$$k = \frac{\sigma_k}{\sigma_{red}} \quad [-] \quad (60)$$

$$k = \frac{226}{14,22} \quad [-]$$

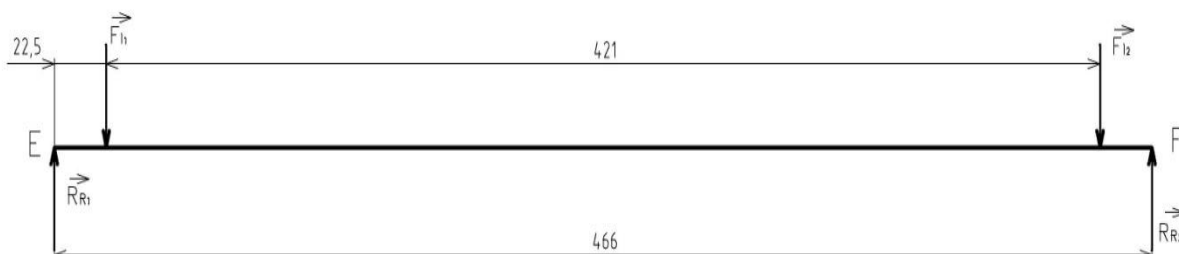
$$k = 15,9$$

Materiál válečku vyhovuje s více než dostatečnou bezpečností.



## 6.2 PEVNOSTNÍ VÝPOČET HŘÍDELE VÁLEČKU

Hřídel poháněného válečku je namáhán pouze reakčními silami ložisek viz obr. 10.



Obr. 10 Silové působení na hřídel válečku

### URČENÍ REAKCÍ V RÁMU VÁLEČKOVÉ DRÁHY

- Rovnice statické rovnováhy

$$\sum F: R_{R1} - F_{l1} - F_{l2} + R_{R2} = 0 \quad (61)$$

$$\sum M_E: -F_{l1} \cdot 0,0225 - F_{l2} \cdot 0,421 + R_{R2} \cdot 0,4435 = 0 \quad (62)$$

Z rovnice č.(62):

$$R_{R2} = \frac{F_{l1} \cdot 0,0225 + F_{l2} \cdot 0,421}{0,4435} \quad [N] \quad (63)$$

$$R_{R2} = \frac{2\,192 \cdot 0,0225 + 1\,136,2 \cdot 0,421}{0,4435} \quad [N]$$

$$R_{R2} = 1189,8 \text{ N}$$

Dosazením do rovnice č. (61):

$$R_{R1} = F_{l1} + F_{l2} - R_{R2} \quad [N] \quad (64)$$

$$R_{R1} = 2192 + 1136,2 - 1189,8 \quad [N]$$

$$R_{R1} = 2138,4 \text{ N}$$

**URČENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU**

$$M_{oE}^I = R_{R2} \cdot x_1 \quad x_1 \in \langle 0; 0,0225 \rangle \quad (65)$$

$$M_{oE}^{II} = R_{R2} \cdot (x_1 + x_2) - F_{l2} \cdot x_2 \quad x_2 \in \langle 0; 0,421 \rangle \quad (66)$$

$$M_{oE}^{III} = R_{R2} \cdot (x_1 + x_2 + x_3) - F_{l2} \cdot (x_2 + x_3) - F_{l1} \cdot x_3 \quad x_3 \in \langle 0; 0,0225 \rangle \quad (67)$$

Maximum zatížení ohybovým momentem ve výši 49,33 Nm je v místě působení síly  $F_{l1}$ .

V tomto místě je také vyvrtaná díra opatřená závitem M12 pro uchycení válečku k rámu dráhy.

- Průřezový modul v ohybu

Viz rovnice č.(55)

$$W_o = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{0,025^4 - 0,012^4}{0,025} \quad [m^3]$$

$$W_o = 1,45 \cdot 10^{-6} m^3$$

- Výpočet ohybového napětí

$$\sigma_o = \frac{M_{o \max}}{W_o} \quad [Pa] \quad (68)$$

$$\sigma_o = \frac{49,33}{1,45 \cdot 10^{-6}} \quad [Pa]$$

$$\sigma_o = 34 MPa$$

**VÝPOČET BEZPEČNOSTI**

Pro ocel 11 500 je  $\sigma_k = 280 MPa$

$$k = \frac{\sigma_k}{\sigma_o} \quad [-] \quad (69)$$

$$k = \frac{280}{34} \quad [-]$$

$$k = 8,2$$

Výpočtem bylo ověřeno, že plášť válečku i nosný hřídel válečku vyhovují s dostatečnou rezervou.



## ZÁVĚR

Tato poháněná válečková dráha se skládá ze dvou sekcí. Každá ze sekcí válečkové tratě využívá vlastního pohonu. Dráha byla navržena pro konkrétní zadání a možnost její variability je tedy značně omezena. V případě potřeby může být válečková dráha rozšířena ještě o další sekce, otoče, zdviže a jiné zařízení. Přidané prvky bude nutné vybavit vlastním pohonem.

Pokud by výroba válečků byla finančně náročná, mohly by být válečky objednány od renomovaných výrobců, např. Rollex CZECH s.r.o.

V této práci jsem dle zadání určil hlavní rozměry dráhy, návrh pohonu, pevnostní výpočty pláště a hřídele válečku. Všechny součásti válečkové dráhy jsou dle výpočtů vyhovující.

Jako součást práce je přiložena výkresová dokumentace sestavy válečku, sestavný výkres tratě a poháněcího zařízení a detailní výkres hřídele válečku.



## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Výrobky PILOUS-TMJ s.r.o., dostupné z: <http://pilous.cz> ze dne 15.dubna 2012
- [2] Výrobky BOMAR s.r.o., dostupné z: <http://www.bomar.cz> ze dne 15 dubna 2012
- [3] MALÍK, V. *Válečkové tratě v teorii a praxi*. Praha: STÁTNÍ NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY, 1963, 276 s.
- [4] LEINVEBER, J., VÁVRA P. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 2. dopl. vyd. Úvaly: ALBRA, 2005, 907 s. ISBN 80-7361-011-6.
- [5] SVOBODA, P., BRANDEJS, J., PROKEŠ, F. *Základy konstruování*. 3. přeprac. a dopl. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009, 234 s. ISBN 978-80-7204-633-1.
- [6] MYNÁŘ, B.; POKORNÝ, P.: *Dopravní a manipulační zařízení: řešené příklady*. Brno: Vysoké učení technické v Brně – skripta
- [7] KRATOCHVÍL, C., MALENOVSKÝ, E., *Sbírka úloh z dynamiky*. 2. přeprac. vyd. Brno: CERM, 2006, 163 s. ISBN 80-214-3228-4.
- [8] SHIGLEY, J. E.; MISCHKE, C.R.; BUDYNAS, R.G.: *Konstruování strojních součástí*. Brno: VUTIUM, 2012. 1159s. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [9] KALÁB, K.: *Návrh a výpočet řetězového převodu: vysokoškolská příručka*. Technická univerzita Ostrava, 2008, dostupné ze dne 15.dubna 2012 z:  
<http://www.347.vsb.cz/files/kal01/prirucka-retez.pdf>
- [10] Řetězy SKF – dostupné z:  
[http://www.exvalos.cz/soubory/File/PT%20SKF/Retezy\\_Vyrobky\\_SKF\\_pro\\_prenos\\_vykonu\\_2.pdf](http://www.exvalos.cz/soubory/File/PT%20SKF/Retezy_Vyrobky_SKF_pro_prenos_vykonu_2.pdf) ze dne 11. března 2012
- [11] Řetězová kola SKF – dostupné z:  
[http://www.exvalos.cz/soubory/File/PT%20SKF/Retezova\\_kola\\_Vyrobky\\_SKF\\_pro\\_prenos\\_vykonu\\_5.pdf](http://www.exvalos.cz/soubory/File/PT%20SKF/Retezova_kola_Vyrobky_SKF_pro_prenos_vykonu_5.pdf) ze dne 11. března 2012
- [12] Asynchronní motory – dostupné z:  
<http://www.elektromotory.cz/public/data/documentation/1LA7%20katalog%20CZ%20K02-0811%202008.pdf> ze dne 15. dubna 2012
- [13] Převodovky čelní – dostupné z:  
[http://www.elektromotory.cz/public/kvelb\\_data/files/katalogy/mez/mez\\_celni.pdf](http://www.elektromotory.cz/public/kvelb_data/files/katalogy/mez/mez_celni.pdf) ze dne 15. dubna 2012



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

a	[m]	Osová vzdálenost
a'	[m]	Výška dopravovaného předmětu
a <sub>0</sub>	[m]	Přibližná osová vzdálenost převodů
a <sub>1</sub>	[m]	Osová vzdálenost primárního řetězového převodu
a <sub>2</sub>	[m]	Osová vzdálenost sekundárního řetězového převodu
b	[m]	Pracovní šíře válečku
b'	[m]	Šíře dopravovaného předmětu
b <sub>h</sub>	[m]	Šířka dráhy
D	[m]	Průměr válečku
d	[m]	Vnitřní průměr pláště válečku
d <sub>k</sub>	[m]	Průměr roztečné kružnice kuliček valivého ložiska
D <sub>1</sub>	[m]	Vnější průměr ložiska
d <sub>1</sub>	[m]	Průměr díry ložiska
d <sub>s</sub>	[m]	Průměr roztečné kružnice ložiska
e	[m]	Rameno valivého odporu (pro valení mezi válečkem a předmětem)
f <sub>1</sub>	[-]	Součinitel provozního zatížení
f <sub>2</sub>	[-]	Součinitel počtu zubů
F <sub>c</sub>	[N]	Složka tlakové síly od odstředivé síly
F <sub>1</sub>	[N]	Celková reakční síla v ložisku
F <sub>m</sub>	[N]	Složka tahové síly od tíhy volné větve řetězu
F <sub>o</sub>	[N]	Obvodová síla
F <sub>pt</sub>	[N]	Síla při přetržení řetězu
F <sub>q</sub>	[N]	Síla vyvolaná tíhou břemene a válečku
F <sub>r</sub>	[N]	Reakční síla v ložisku
F <sub>t</sub>	[N]	Tahová síla v řetězu
g	[m.s <sup>-2</sup> ]	Tíhové zrychlení
i	[-]	Převodový poměr převodovky
i <sub>v</sub>	[-]	Celkový převod
J <sub>1</sub>	[kg . m <sup>2</sup> ]	Setrvačný moment pláště válečku
J <sub>2</sub>	[kg . m <sup>2</sup> ]	Setrvačný moment ložiska
J <sub>3</sub>	[kg . m <sup>2</sup> ]	Setrvačný moment čela
J <sub>4</sub>	[kg . m <sup>2</sup> ]	Setrvačný moment čela s ozubeným kolem



$J_5$	[kg · m <sup>2</sup> ]	Setrvačný moment pojistných kroužků
$J_{\text{celk}}$	[kg · m <sup>2</sup> ]	Setrvačný moment válečku
$k$	[-]	Koeficient bezpečnosti
$k_1$	[-]	Počet válečků pod jedním břemenem
$k_d$	[-]	Dynamická bezpečnost
$k_n$	[-]	Návrhový součinitel
$k_p$	[-]	Počet poháněných válečků pod jedním břemenem
$k_s$	[-]	Statická bezpečnost
$l$	[m]	Délka válečkové dráhy
$L$	[m]	Největší délka dopravovaného předmětu
$l_1$	[m]	Délka první sekce válečkové dráhy
$l_2$	[m]	Délka druhé sekce válečkové dráhy
$l_i$	[m]	Délka libovolné sekce válečkové dráhy
$m$	[-]	Počet dopravovaných předmětů v jeden okamžik na trati
$m_1$	[-]	Je počet zastavených předmětů na trati
$M_m$	[Nm]	Moment na hřídeli motoru při rozběhu
$M_o$	[Nm]	Moment od stálých odporů
$M_o$	[N.m]	Ohybový moment
$m_p$	[kg]	Hmotnost dopravovaného předmětu
$M_{\text{roz}}$	[Nm]	Rozběhový moment redukovaný na hřídel motoru
$M_t$	[Nm]	Moment třecí
$m_v$	[kg]	Hmotnost rotující části
$M_z/M_n$	[-]	Poměrný záběrný moment
$M_{zp}$	[Nm]	Moment zrychlujících sil přímočaře se pohybujících hmot
$M_{zv}$	[Nm]	Moment zrychlujících sil rotujících hmot
$n$	[m]	Počet sekcí válečkové dráhy
$n_1$	[s <sup>-1</sup> ]	Otáčky hnacího řetězového kola
$N_m$	[min <sup>-1</sup> ]	Jmenovité otáčky zvoleného motoru
$o$	[N]	Celkový odpor
$o_1$	[N]	Odpor způsobený vlastní tíhou dopravovaného předmětu
$o_2$	[N]	Odpor způsobený valivým třením při pohybu předmětu po válečku
$o_3$	[N]	Odpor způsobený třením v ložiskovém uložení válečku
$o_4$	[N]	Odpor způsobený výrobními a montážními nepřesnostmi



$o_5$	[N]	Odpor třením v ložiskovém uložení způsobený hmotností válečku
$P$	[kW]	Výkon motoru pro rovnoměrný pohyb po trati
$p$	[m]	Rozteč os článků řetězu
$P_1$	[kW]	Přídavný výkon motoru
$P_c$	[kW]	Celkový výkon
$P_d$	[Pa]	Dovolený tlak v kloubu řetězu
$P_{jm}$	[kW]	Výkon zvoleného motoru
$P_r$	[W]	Výkon přenášený řetězovým převodem
$p_s$	[Pa]	Směrný tlak v kloubu
$P_v$	[Pa]	Tlak v kloubu řetězu
$q$	[kg]	Hmotnost připadající na jeden váleček
$Q$	[kg]	Hmotnost dopravovaného předmětu určená z největších možných rozměrů tělesa
$Q_s$	[kg]	Hmotnost rotujících částí válečku
$R$	[m]	Poloměr válečku
$r$	[m]	Poloměr otáčení
$r_{\check{c}}$	[m]	Poloměr roztečné kružnice kuliček valivého ložiska
$R_R$	[N]	Reakce v rámu tratě
$t_s$	[s]	Čas smyku
$v$	[m.s <sup>-1</sup> ]	Rychlost jakou se předmět pohybuje po trati
$v_f$	[m.s <sup>-1</sup> ]	Rychlost řetězu
$W_k$	[m <sup>3</sup> ]	Průřezový modul v krutu
$W_o$	[m <sup>3</sup> ]	Průřezový modul v ohybu
$X_0$	[-]	Počet článků řetězu před zaokrouhlením
$X_1$	[-]	Počet článků řetězu primárního řetězového převodu
$X_2$	[-]	Počet článků řetězu sekundárního řetězového převodu
$Y$	[-]	Činitel rázů
$z$	[-]	Celkový počet válečků na trati
$Z$	[N]	Síla na zarážku
$z_1$	[-]	Počet zubů hnacího řetězového kola
$z_2$	[-]	Počet zubů hnaného řetězového kola
$z_p$	[-]	Počet rotujících válečků při rozběhu
$\alpha_k$	[-]	Tvarový součinitel při namáhání krutem
$\alpha_o$	[-]	Tvarový součinitel při namáhání ohybem



$\beta$	[°]	Úhel sklonu tratě
$\varepsilon$	[s <sup>-2</sup> ]	Úhlové zrychlení válečku
$\eta$	[-]	Účinnost mechanického převodu mezi motorem a válečky
$\lambda$	[-]	Činitel tření
$\mu$	[-]	Součinitel smykového tření za pohybu
$\mu_0$	[-]	Součinitel smykového tření za klidu
$\rho$	[kg.m <sup>-3</sup> ]	Hustota oceli
$\rho_1$	[kg]	Hmotnost jednoho metru řetězu
$\sigma_k$	[MPa]	Mez kluzu
$\sigma_o$	[MPa]	Ohybové napětí
$\sigma_{red}$	[MPa]	Redukované napětí dle pevnostní hypotézyh-M-H
$\tau_k$	[MPa]	Napětí v krutu
$\varphi_{\varepsilon}$	[-]	Valivé tření (pro valivé ložisko)
$\omega_m$	[rad . s <sup>-1</sup> ]	Úhlová rychlost otáčení hřídele motoru



## SEZNAM PŘÍLOH

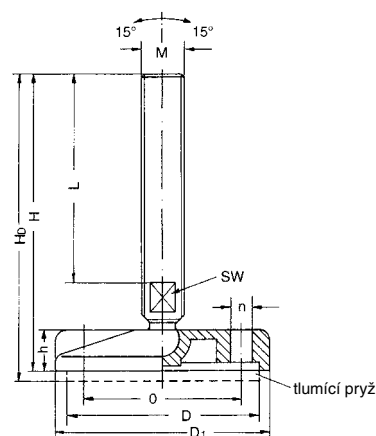
- P1 Katalogový list firmy T.E.A. Technik, s.r.o. Brno (podstavce strojů)
- P2 Katalogový list firmy KVELB, s.r.o. Mohelnice (legenda kódování elektromotorů SIEMENS)
- P3 Katalogový list firmy KVELB, s.r.o. Mohelnice (rozměry a konstrukce pohonné jednotky)
- P4 Katalogový list firmy SKF Ložiska a.s. Praha (řetězová kola)
- P5 Katalogový list firmy SKF Ložiska a.s. Praha (válečkové řetězy)

# Podstavce strojů



## Typ BMF - s otvory pro ukotvení

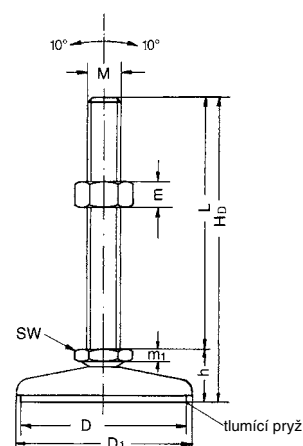
- Talíř: Polyamid, tvrzený
- Šroub: Ocel, pozink
- Tlumící pryž: Pryž NBR, olejovzdorná
- Se dvěma otvory pro ukotvení (předchystané)
- Tlumící pryž je nutné objednat zvlášť



Objednací číslo		M	D	D <sub>1</sub>	H	h	H <sub>D</sub>	L	SW	n	O	Zatížení N	Hmotnost kg	
Podstavec	Pryž												Podstavec	Pryž
MF 8.80B	MF D80	M8	70	80	65	16	67	40	12	9	54	9.000	0,052	0,028
MF 10.80B	MF D80	M10	70	80	95	16	97	71	12	9	54	9.000	0,062	0,028
MF 12.80B	MF D80	M12	70	80	95	16	97	69	12	9	54	9.000	0,094	0,028
MF 14.80B	MF D80	M14	70	80	85	16	87	56	11	9	54	10.000	0,130	0,028
MF 16.80B	MF D80	M16	70	80	90	16	92	61	13	9	54	10.000	0,158	0,028
MF 20.80B	MF D80	M20	70	80	130	16	132	100	19	9	54	10.000	0,280	0,028
MF 24.100B	MF D100	M24	92	102	185	19	188	146	22	11	74	12.000	0,596	0,048

## Typ MF SS - nerezové

- Talíř: Nerezová ocel 1.4301
- Šroub: Nerezová ocel 1.4305
- Tlumící pryž: Pryž NBR, olejovzdorná
- Matice: Šestihranná DIN 934, nerezová ocel



Objednací číslo	M	D	D <sub>1</sub>	h	H <sub>D</sub>	L	m	m <sub>1</sub>	SW	Zatížení N	Hmotnost kg
MF 8.40 SS	M8	37	40	13	73	60	6,5	2,6	13	2.000	0,066
MF 10.60 SS	M10	57	60	18	88	70	8,0	3,2	17	3.000	0,184
MF 12.60 SS	M12	57	60	18	95	80	10,0	3,7	19	4.000	0,226
MF 14.80 SS	M14	75	80	26	126	100	11,0	4,4	22	10.000	0,472
MF 16.80 SS	M16	75	80	26	146	120	13,0	5,0	24	15.000	0,530
MF 20.100 SS	M20	95	100	30	180	150	16,0	6,5	30	20.000	0,924
MF 24.100 SS	M24	95	100	30	210	180	18,0	7,5	36	25.000	1,250

# Asynchronní motory nakrátko

## Technické informace

### Všeobecné údaje

#### Typové označování motorů

Objednací číslo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
	1	L	A	7	1	6	6	-	2	A	A	1	0	-	Z	A	1	1
1 - 4	Typová řada				Velikost (osová výška)			Počet pólů	Provedení	Provedení	Napětí	Tvar	Označení zvláštního provedení	Kód zvláštního provedení				

#### Typ motoru (1. - 4. místo)

1LA7 3-fázový asynchronní motor s kotvou nakrátko

#### Osová výška (5. - 6. místo)

	05	06	07	08	09	10	11	13	16
výška osy v mm	56	63	71	80	90	100	112	132	160

#### Velikost kostry (svazku) (7. místo)

- 0 (1)** - krátká "S"
- 3 (4)** - střední "M"
- 6 (7)** - dlouhá "L"

#### Počet pólů (8. místo)

U jednootáčkových motorů číslo přímo udává počet pólů.

- 2** - dvoupólový
- 4** - čtyřpólový
- 6** - šestipólový
- 8** - osmipólový

U víceotáčkových motorů značí:

- 0** - vinutí v provedení Dahlander
- 1** - dvě samostatná vinutí

#### Provedení (9. - 10. místo)

##### Jednootáčkové motory

##### 9. místo:

**A** - Základní provedení motor s hliníkovou kotrrou

##### 10. místo:

**A** - třída rotoru **16**  
**B** - třída rotoru **13**  
**C** - třída rotoru **10**

##### Dvouotáčkové motory

##### 9. místo:

**A** - konstantní zatěžovací moment  
**B** - pro pohon ventilátorů

##### 10. místo:

**A** - polarita 4/2  
**B** - polarita 8/4  
**D** - polarita 6/4

#### Napětí (11. místo)

##### Trojfázové motory

- 1** -  $\Delta/Y$  230/400V 50Hz  
Y 460V 60Hz
- 3** - Y 500V 50Hz
- 5** -  $\Delta$  500V 50Hz
- 6** -  $\Delta/Y$  400/690V 50Hz  
 $\Delta$  460V 60Hz
- 9** - jiné elektrické údaje

##### Přepólované motory

- 0** - 690V 50Hz
- 1** - 230V 50Hz
- 5** - 500V 50Hz
- 6** - 400V 50Hz
- 9** - jiné elektrické údaje

#### Tvar (12. místo)

- 0** - IM B3 - patkový (IM 1081)
- 1** - IM B5 - přírubový (IM 3041)
- 2** - IM B14 - s malou přírubou (IM 3641FT...)
- 3** - IM B14 - s velkou přírubou (IM 3641FT...)
- 4** - IM V1 - se stříškou (IM 3011)
- 6** - IM B35 - patkový s velkou přírubou (IM 2081)
- 7** - IM B34 - patkový s malou přírubou (IM 2181FT...)
- 9** - jiný tvar

#### Označení zvláštního provedení (13. místo)

**Z** - obecné označení zvláštního provedení

#### Kód zvláštního provedení (14. - 16. místo)

- viz str. 6

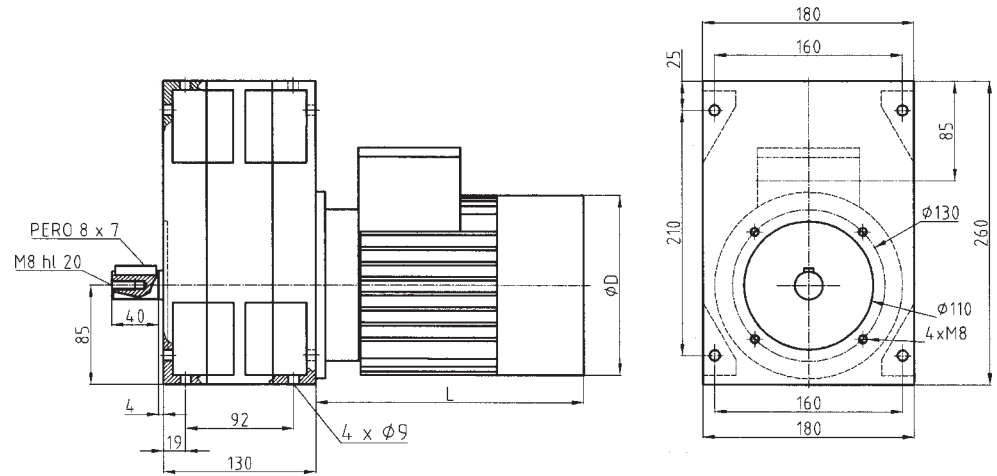
#### Příklad objednávky

##### Trojfázový asynchronní motor s kotvou nakrátko - 1LA7

2 pólový, 50 Hz, 18,5 kW, 230V $\Delta$ /400VY, tvar IM B3  
 Zvláštní provedení:  
■ 3 termistory pro vypínání

Objednací číslo	<b>1LA7 166-2AA . .</b>
Číslice pro napětí	<b>1</b>
Číslice pro tvar	<b>0</b>
Označení zvláštního provedení	<b>-Z</b>
<span style="color: red;">■</span> 3 termistory pro vypínání	<b>A11</b>
<b>Při objednávání uvést:</b> 1LA7 166-2AA10-Z	<b>A11</b>

# HARI IIv



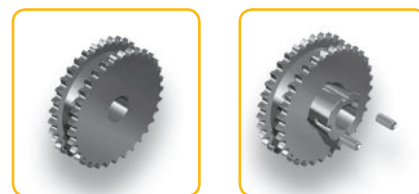
N <sub>2</sub> (min <sup>-1</sup> )	P (W)	i	MK (Nm)	Typ motoru
26	90	25	28	1LA7070-8
26	120	25	36	1LA7073-8
27	180	25	57	1LA7080-8
27	250	25	79	1LA7083-8
28	90	23	25	1LA7070-8
28	120	23	34	1LA7073-8
30	180	23	50	1LA7080-8
30	250	23	70	1LA7083-8
33	90	20	22	1LA7070-8
33	120	20	30	1LA7073-8
34	180	20	45	1LA7080-8
34	250	20	63	1LA7083-8
36	180	25	40	1LA7070-8
36	250	25	56	1LA7073-8
36	370	25	88	1LA7080-6
36	550	25	131	1LA7083-6
40	90	16	18	1LA7070-8
40	120	16	23	1LA7073-8
40	180	23	37	1LA7070-6
40	250	23	52	1LA7073-6
40	370	23	81	1LA7080-6
40	550	23	121	1LA7083-6
45	90	15	16	1LA7070-8
45	120	15	22	1LA7073-8
45	180	20	32	1LA7070-6
45	250	20	45	1LA7073-6
45	370	20	66	1LA7080-6
45	550	20	105	1LA7083-6
55	90	12	13	1LA7070-8
55	120	12	18	1LA7073-8
55	180	16	26	1LA7070-6
55	250	16	36	1LA7073-6
55	370	25	54	1LA7073-4
55	550	16	84	1LA7073-6
55	750	25	117	1LA7083-4
60	180	15	24	1LA7070-6
60	250	15	34	1LA7073-6
60	370	23	50	1LA7073-4
60	550	15	78	1LA7083-6
60	750	23	107	1LA7083-4
68	90	10	11	1LA7070-8
68	120	10	15	1LA7073-8
68	250	20	29	1LA7070-4
68	370	20	43	1LA7073-4
68	550	20	68	1LA7080-4
68	750	20	93	1LA7083-4

N <sub>2</sub> (min <sup>-1</sup> )	P (W)	i	MK (Nm)	Typ motoru
75	90	9	10	1LA7070-8
75	120	9	13	1LA7073-8
75	180	12	19	1LA7070-6
75	250	12	27	1LA7073-6
75	370	12	41	1LA7080-6
75	550	12	62	1LA7083-6
85	90	8	8,8	1LA7070-8
85	120	8	12	1LA7073-8
85	250	16	23	1LA7070-4
85	370	16	35	1LA7073-4
85	550	16	55	1LA7080-4
85	750	16	75	1LA7083-4
90	180	10	16	1LA7070-6
90	250	10	22	1LA7073-6
90	370	15	32	1LA7073-4
90	550	10	52	1LA7083-6
90	750	15	70	1LA7083-4
100	180	9	15	1LA7070-6
100	250	9	20	1LA7073-6
100	370	9	31	1LA7080-6
100	550	9	47	1LA7083-6
112	90	6	6,6	1LA7070-8
112	120	6	8,8	1LA7073-8
112	180	8	13	1LA7070-6
112	250	8	18	1LA7073-6
112	370	12	26	1LA7073-4
112	550	25	39	1LA7073-2
112	750	12	56	1LA7083-4
112	1100	25	84	1LA7083-2
120	370	23	24	1LA7070-2
120	550	23	36	1LA7073-2
120	750	23	52	1LA7080-2
120	1100	23	76	1LA7083-2
150	180	6	9,7	1LA7070-6
150	250	6	13	1LA7073-6
150	370	9	19	1LA7073-4
150	550	6	31	1LA7083-6
150	750	9	42	1LA7083-4
190	370	15	16	1LA7070-2
190	550	15	24	1LA7073-2
460	550	6	9,5	1LA7073-2



# Metrická řetězová kola

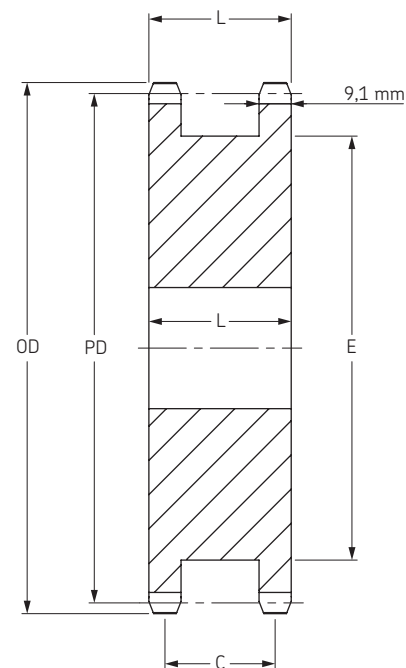
Zdvojená jednoduchá



ISO 10B-1 15,88 mm Rozteč

## Zdvojené jednoduché Typ A

Počet zubů	Průměry		Typ	Díra		Rozměry			Hmotnost kg	Označení
	Vnější	Rozteč		min	max	L	C	E		
12	68,0	61,34	A	15	30	37	27,9	45	0,59	PHS 10B-1DSA12
13	73,0	66,32	A	15	34	37	27,9	48	0,70	PHS 10B-1DSA13
14	78,0	71,34	A	15	36	37	27,9	55	0,83	PHS 10B-1DSA14
15	83,0	76,36	A	15	40	37	27,9	58	0,95	PHS 10B-1DSA15
16	88,0	81,37	A	15	42	37	27,9	64	1,09	PHS 10B-1DSA16
17	93,0	86,39	A	15	44	37	27,9	68	1,32	PHS 10B-1DSA17
18	98,0	91,42	A	15	47	37	27,9	73	1,50	PHS 10B-1DSA18
19	103,3	96,45	A	19	52	37	27,9	79	1,68	PHS 10B-1DSA19
20	108,4	101,49	A	19	57	37	27,9	83	1,91	PHS 10B-1DSA20
21	113,4	106,52	A	19	57	37	27,9	89	2,18	PHS 10B-1DSA21
22	118,0	111,55	A	19	61	37	27,9	93	2,41	PHS 10B-1DSA22
23	123,4	116,58	A	19	65	37	27,9	99	2,64	PHS 10B-1DSA23
24	128,3	121,62	A	19	69	37	27,9	103	2,86	PHS 10B-1DSA24
25	134,0	126,66	A	19	72	37	27,9	109	3,16	PHS 10B-1DSA25

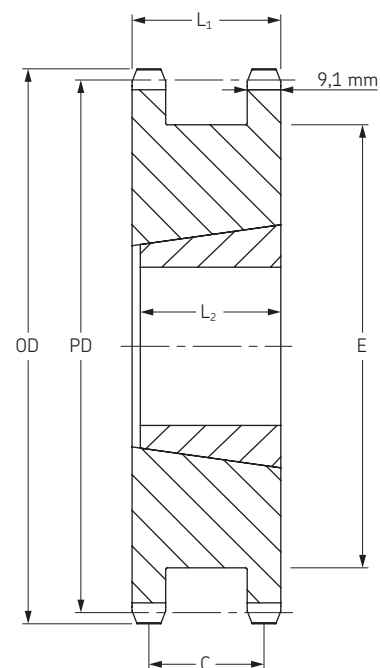


Typ A

## S kuželovým pouzdrům Typ A

Počet zubů	Velikost pouzdra	Průměry		Typ	Díra		Rozměry				Hmotnost* kg	Označení
		Vnější	Rozteč		min	max	L <sub>1</sub>	C	E	L <sub>2</sub>		
12	1108	68,0	61,34	A	9	28	42	33,34	45	22,2	0,46	PHS 10B-1DSTB12
13	1108	73,0	66,32	A	9	28	42	33,34	50	22,2	0,56	PHS 10B-1DSTB13
14	1108	78,0	71,34	A	9	28	42	33,34	55	22,2	0,70	PHS 10B-1DSTB14
15	1215	83,0	76,36	A	11	32	42	33,34	60	38,1	0,68	PHS 10B-1DSTB15
16	1215	88,0	81,37	A	11	32	42	33,34	65	38,1	0,78	PHS 10B-1DSTB16
17	1615	93,0	86,39	A	14	42	42	33,34	68	38,1	0,82	PHS 10B-1DSTB17
18	1615	98,3	91,42	A	14	42	42	33,34	73	38,1	1,04	PHS 10B-1DSTB18
19	1615	103,3	96,42	A	14	42	42	33,34	78	38,1	1,23	PHS 10B-1DSTB19
20	1615	108,4	101,49	A	14	42	42	33,34	83	38,1	1,35	PHS 10B-1DSTB20
21	2012	113,4	106,52	A	14	50	42	33,34	88	31,8	1,50	PHS 10B-1DSTB21
22	2012	118,0	111,55	A	14	50	42	33,34	93	31,8	1,59	PHS 10B-1DSTB22
23	2012	123,4	116,58	A	14	50	42	33,34	98	31,8	1,68	PHS 10B-1DSTB23
24	2012	128,3	121,62	A	14	50	42	33,34	103	31,8	1,77	PHS 10B-1DSTB24
25	2012	134,0	126,66	A	14	50	42	33,34	108	31,8	1,86	PHS 10B-1DSTB25

\* Pouze hmotnost věnce.



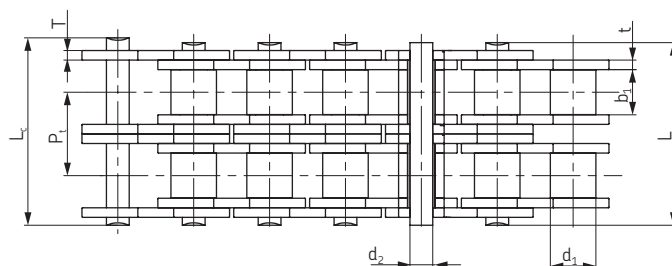
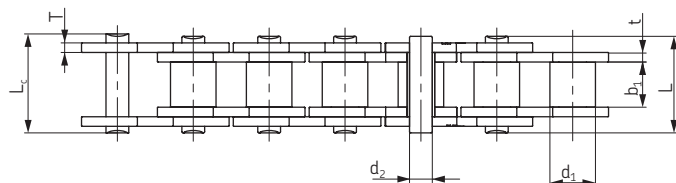
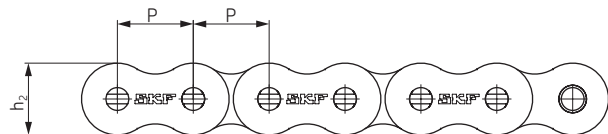
Typ A Kuželové Pouzdro



# Válečkové řetězy

BS/ISO

- ▶ ..... Řemeny
- ▶ ..... Řetězy
- ▶ ..... Spojky
- ▶ ..... Pouzdra a náboje
- ▶ ..... Řetězová kola
- ▶ ..... Řemenice
- ▶ ..... Inteligentní nástroje



Řetěz BS/ISO č.	Rozeč	Průměr válečku	Vnitřní šířka mezi destičkami	Průměr čepu	Délka čepu		Výška vnitřní destičky	Tloušťka destičky		Příčná rozeč	Minimální pevnost v tahu	Průměrná pevnost v tahu	Hmotnost na 1 metr	Označení
					L max	Lc max		t max	T max					
					P mm	d1 max mm		b1 min mm	d2 max mm					
04B-1	6,000	4,00	2,80	1,85	6,80	7,8	5,00	0,60	0,60	-	3,0	3,2	0,11	PHC 04B-1...
05B-1	8,000	5,00	3,00	2,31	8,20	8,9	7,10	0,80	0,80	-	5,0	5,9	0,20	PHC 05B-1...
06B-1*	9,525	6,35	5,72	3,28	13,15	14,1	8,20	1,30	1,30	-	9,0	10,4	0,41	PHC 06B-1...
08B-1	12,700	8,51	7,75	4,45	16,70	18,2	11,80	1,60	1,60	-	18,0	19,4	0,69	PHC 08B-1...
10B-1	15,875	10,16	9,65	5,08	19,50	20,9	14,70	1,70	1,70	-	22,4	27,5	0,93	PHC 10B-1...
12B-1	19,050	12,07	11,68	5,72	22,50	24,2	16,00	1,85	1,85	-	29,0	32,2	1,15	PHC 12B-1...
16B-1	25,400	15,88	17,02	8,28	36,10	37,4	21,00	4,15	3,10	-	60,0	72,8	2,71	PHC 16B-1...
20B-1	31,750	19,05	19,56	10,19	41,30	45,0	26,40	4,50	3,50	-	95,0	106,7	3,70	PHC 20B-1...
24B-1	38,100	25,40	25,40	14,63	53,40	57,8	33,20	6,00	4,80	-	160,0	178,0	7,10	PHC 24B-1...
28B-1	44,450	27,94	30,99	15,90	65,10	69,5	36,70	7,50	6,00	-	200,0	222,0	8,50	PHC 28B-1...
32B-1	50,800	29,21	30,99	17,81	66,00	71,0	42,00	7,00	6,00	-	250,0	277,5	10,25	PHC 32B-1...
40B-1	63,500	39,37	38,10	22,89	82,20	89,2	52,96	8,50	8,00	-	355,0	394,0	16,35	PHC 40B-1...
48B-1	76,200	48,26	45,72	29,24	99,10	107,0	63,80	12,00	10,00	-	560,0	621,6	25,00	PHC 48B-1...
56B-1	88,900	53,98	53,34	34,32	114,60	123,0	77,80	13,50	12,00	-	850,0	940,0	35,78	PHC 56B-1...
64B-1	101,600	63,50	60,96	39,40	130,00	138,5	90,17	15,00	13,00	-	112,0	1240,0	46,00	PHC 64B-1...
72B-1	114,300	72,39	68,58	44,48	147,40	156,4	103,60	17,00	15,00	-	1400,0	1550,0	60,80	PHC 72B-1...
05B-2	8,000	5,00	3,00	2,31	13,9	14,5	7,10	0,80	0,80	5,64	7,8	10,2	0,33	PHC 05B-2...
06B-2*	9,525	6,35	5,72	3,28	23,4	24,4	8,20	1,30	1,30	10,24	16,9	18,7	0,77	PHC 06B-2...
08B-2	12,700	8,51	7,75	4,45	31,2	32,2	11,80	1,60	1,60	13,92	32,0	38,7	1,34	PHC 08B-2...
10B-2	15,875	10,16	9,65	5,08	36,1	37,5	14,70	1,70	1,70	16,59	44,5	56,2	1,84	PHC 10B-2...
12B-2	19,050	12,07	11,68	5,72	42,0	43,6	16,00	1,85	1,85	19,46	57,8	66,1	2,31	PHC 12B-2...
16B-2	25,400	15,88	17,02	8,28	68,0	69,3	21,00	4,15	3,10	31,88	106,0	133,0	5,42	PHC 16B-2...
20B-2	31,750	19,05	19,56	10,19	77,8	81,5	26,40	4,50	3,50	36,45	170,0	211,2	7,20	PHC 20B-2...
24B-2	38,100	25,40	25,40	14,63	101,7	106,2	33,20	6,00	4,80	48,36	280,0	319,2	13,40	PHC 24B-2...
28B-2	44,450	27,94	30,99	15,90	124,6	129,1	36,70	7,50	6,00	59,56	360,0	406,8	16,60	PHC 28B-2...
32B-2	50,800	29,21	30,99	17,81	124,6	129,6	42,00	7,00	6,00	58,55	450,0	508,5	21,00	PHC 32B-2...
40B-2	63,500	39,37	38,10	22,89	154,5	161,5	52,96	8,50	8,00	72,29	630,0	711,9	32,00	PHC 40B-2...
48B-2	76,200	48,26	45,72	29,24	190,4	198,2	63,80	12,00	10,00	91,21	1000,0	1130,0	50,00	PHC 48B-2...
56B-2	88,900	53,98	53,34	34,32	221,2	229,6	77,80	13,50	12,00	106,6	1600,0	1760,0	71,48	PHC 56B-2...
64B-2	101,600	63,50	60,96	39,40	249,9	258,4	90,17	15,00	13,00	119,89	2000,0	2200,0	91,00	PHC 64B-2...
72B-2	114,300	72,39	68,58	44,48	283,7	292,7	103,60	17,00	15,00	136,27	2500,0	2750,0	120,40	PHC 72B-2...
05B-3	8,000	5,00	3,00	2,31	19,5	20,2	7,10	0,80	0,80	5,64	11,1	13,8	0,48	PHC 05B-3...
06B-3*	9,525	6,35	5,72	3,28	33,5	34,6	8,20	1,30	1,30	10,24	24,9	30,1	1,16	PHC 06B-3...
08B-3	12,700	8,51	7,75	4,45	45,1	46,1	11,80	1,60	1,60	13,92	47,5	57,8	2,03	PHC 08B-3...
10B-3	15,875	10,16	9,65	5,08	52,7	54,1	14,70	1,70	1,70	16,59	66,7	84,5	2,77	PHC 10B-3...
12B-3	19,050	12,07	11,68	5,72	61,5	63,1	16,00	1,85	1,85	19,46	86,7	101,8	3,46	PHC 12B-3...
16B-3	25,400	15,88	17,02	8,28	99,8	101,2	21,00	4,15	3,10	31,88	160,0	203,7	8,13	PHC 16B-3...
20B-3	31,750	19,05	19,56	10,19	114,2	117,9	26,40	4,50	3,50	36,45	250,0	290,0	10,82	PHC 20B-3...
24B-3	38,100	25,40	25,40	14,63	150,1	154,6	33,20	6,00	4,80	48,36	425,0	493,0	20,10	PHC 24B-3...
28B-3	44,450	27,94	30,99	15,90	184,2	188,7	36,70	7,50	6,00	59,56	530,0	609,5	24,92	PHC 28B-3...
32B-3	50,800	29,21	30,99	17,81	183,2	188,2	42,00	7,00	6,00	58,55	670,0	770,5	31,56	PHC 32B-3...
40B-3	63,500	39,37	38,10	22,89	226,8	233,8	52,96	8,50	8,00	72,29	950,0	1092,5	48,10	PHC 40B-3...
48B-3	76,200	48,26	45,72	29,24	281,6	289,4	63,80	12,00	10,00	91,21	1500,0	1710,0	75,00	PHC 48B-3...
56B-3	88,900	53,98	53,34	34,32	327,8	336,2	77,80	13,50	12,00	106,6	2240,0	2240,0	107,18	PHC 56B-3...
64B-3	101,600	63,50	60,96	39,40	369,8	378,3	90,17	15,00	13,00	119,89	3000,0	3300,0	136,00	PHC 64B-3...
72B-3	114,300	72,39	68,58	44,48	420,0	429,0	103,60	17,00	15,00	136,27	3750,0	4125,0	180,00	PHC 72B-3...

\* Rovně boční destičky

Standardní délky jsou 10 stop a 5 m. Úplné označení musí obsahovat délku řetězu. Např. balení s řetězem 08B-1 délky 5 m má označení PHC 08B-1X5MTR. K základnímu označení uvedenému v tabulce doplňte "C/L", které označuje "spojovací" články, nebo "O/L", které označuje "přesazené" články.