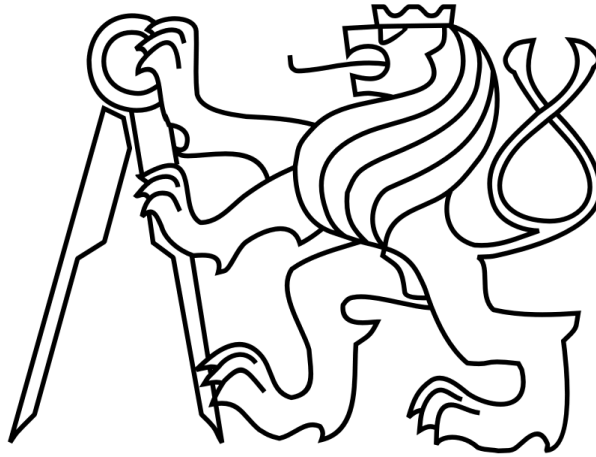


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav výrobních strojů a zařízení



# Bakalářská práce

Typy pohonů posuvových os obráběcích strojů

TEXTOVÉ PŘÍLOHY

2022

Marek Neumann



Příloha č. 1: Katalog lineárních os

Stroj	Typ stroje	Výrobce	Mechanismus posuvu	Osa	Délka osy [mm]	Rychlost osy [m/min]
MCV 2220	frézovací	Kovosvit	KŠ	X	2220	30
MCV 2220	frézovací	Kovosvit	KŠ	Y	860	30
MCV 800 quick	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	X	800	30
MCV 800 quick	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Y	500	30
MCV 800 quick	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Z	550	30
MCV 1016 quick	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	X	1016	30
MCV 1016 quick	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Y	610	30
MCV 1016 quick	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Z	710	30
MCV 754 quick	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	X	754	30
MCV 754 quick	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Y	500	30
MCV 754 quick	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Z	550	30
MCV 750	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	X	750	40
MCV 750	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Y	500	40
MCV 750	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Z	500	40
MCV 1000	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	X	1016	40
MCV 1000	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Y	610	40
MCV 1000	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Z	720	40
MCV 1270	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	X	1270	40
MCV 1270	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Y	610	40
MCV 1270	vertikální frézka	Kovosvit	KŠ	Z	720	40
MMC 1500	Portálové obráběcí centrum	Kovosvit	KŠ	X	1500	45
MMC 1500	Portálové obráběcí centrum	Kovosvit	KŠ	Y	1300	45
MMC 1500	Portálové obráběcí centrum	Kovosvit	KŠ	Z	600	45
MMC 1500 DT	Portálové obráběcí centrum	Kovosvit	KŠ	X	1500	15
MMC 1500 DT	Portálové obráběcí centrum	Kovosvit	KŠ	Y	100	15
MMC 1500 DT	Portálové obráběcí centrum	Kovosvit	KŠ	Z	600	15
KL 285 Y	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	X	243	30
KL 285 Y	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Y	100	15
KL 285 Y	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Z	610	30
KL 285 SY	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	X	168	30
KL 285 SY	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Y	100	15
KL 285 SY	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Z	610	30
MASTURN 550i 800/1500	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	X	280	10
MASTURN 550i 800	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Z	890	10
MASTURN 550i 1500	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Z	1590	10
MASTURN 550i 800/1500LiveTool	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	X	267	10
MASTURN 550i 800/1500LiveTool	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Z	1517	10
MASTURN 820i	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	X	370	10
MASTURN 820i 2000	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Z	2000	10
MASTURN 820i 3000	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Z	3000	10
MASTURN 820i 4500	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Z	4500	10
MASTURN 820i LiveTool	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	X	300	10
MASTURN 820i 2000 LiveTool	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Z	1928	10
MASTURN 820i 3000 LiveTool	soustružnické centrum	Kovosvit	KŠ	Z	2928	10
Multicut 630/1500	soustružnicko-frézovací centru	Kovosvit	P + H	Z1	1600	40
Multicut 630/2000	soustružnicko-frézovací centru	Kovosvit	P + H	Z1	2100	40
Multicut 630/3000	soustružnicko-frézovací centru	Kovosvit	P + H	Z1	3100	40
Multicut 630/4500	soustružnicko-frézovací centru	Kovosvit	P + H	Z1	4600	40



Multicut 630/6000	soustružnicko-frézovací centru	Kovosvit	P + H	Z1	6100	40
Multicut 500i	soustružnicko-frézovací centru	Kovosvit	KŠ	Z3	1497	40
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	2500	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	3000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	3500	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	4000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	4500	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	5000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	5500	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	6000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	1200	24
WRD 130	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	W	700	12
WRD 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	W	800	12
WRD 180 H	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	1600	20
WRD 180 H	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	KŠ	W	1200	20
WHT 110 S	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	X	1500	25
WHT 110 S	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	1250	25
WHT 110 S	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	1500	25
WHT 110 S/L/SC/LC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	W	650	20
WHT 110 L	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	X	2500	25
WHT 110 L	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	1600	25
WHT 110 L	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	2500	25
WHT 110 SC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	X	1500	40
WHT 110 SC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	1250	40
WHT 110 SC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	1500	40
WHT 110 LC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	X	2500	40
WHT 110 LC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	1600	40
WHT 110 LC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	2500	40
WHT 110 / 110 C	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	W	650	20
WHT 130 S/L/SC/LC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	W	800	20
WHT 130 S	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	X	2000	25
WHT 130 S	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	1500	25
WHT 130 S	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	2000	25
WHT 130 L	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	X	4000	25
WHT 130 L	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	2500	25
WHT 130 L	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	3000	25
WHT 130 SC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	X	2000	36
WHT 130 SC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	1500	36
WHT 130 SC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	2000	36
WHT 130 LC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	X	4000	36
WHT 130 LC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Y	2500	36
WHT 130 LC	Horizontální centrum	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	3000	36
WVM 2600 T / 3600 T	Portálový obráběcí stroj	TOS Varnsdorf	KŠ	Z	1500	25
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	5000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	7000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	9000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	11000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	13000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	15000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	17000	24



WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	19000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	21000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	23000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	25000	24
WRD 130 / 150	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	27000	24
WVM 2600 T	Portálový obráběcí stroj	TOS Varnsdorf	P + H	Y	3200	25
WVM 3600 T	Portálový obráběcí stroj	TOS Varnsdorf	P + H	Y	4200	25
WVM 2600 T/3600 T	Portálový obráběcí stroj	TOS Varnsdorf	P + H	X	4000	25
WVM 2600 T/3600 T	Portálový obráběcí stroj	TOS Varnsdorf	P + H	X	5000	25
WVM 2600 T/3600 T	Portálový obráběcí stroj	TOS Varnsdorf	P + H	X	6000	25
WVM 2600 T/3600 T	Portálový obráběcí stroj	TOS Varnsdorf	P + H	X	7000	25
WVM 2600 T/3600 T	Portálový obráběcí stroj	TOS Varnsdorf	P + H	X	9000	25
WVM 3600 T	Portálový obráběcí stroj	TOS Varnsdorf	P + H	X	11000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	3000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	4000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	5000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	6000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	7000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	8000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	9000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	10000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	11000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	12000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	13000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	14000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	15000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	16000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	17000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	18000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	19000	21
WRD 13 (Q)	Vyvrtačka	TOS Varnsdorf	P + H	X	20000	21
FS 100/125	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	X	2000	20
FS 100/125	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	X	3000	20
FS 100/125	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	X	4000	20
FS 100/125	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	X	5000	20
FS 100/125	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	Z	1500	20
FS 100/125	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	Z	2000	20
FS 100	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	Y	1000	20
FS 125	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	Y	1250	20
FUT 150	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	Z	1500	30
FUT 150	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	X	3000	30
FUT 150	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	X	4000	30
FUT 150	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	X	5000	30
FUT 150, 150/125	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	Z	1500	30
FUT 200, 200/125	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	KŠ	Z	2000	30
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	3000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	4000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	5000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	6000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	7000	24



FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	8000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	9000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	10000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	11000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	12000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	13000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	14000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	15000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	16000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	17000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	18000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	19000	24
FU 150/200	Horizontální obráběcí centrum	TOS Kuřim	P + H	X	20000	24
ZPS MCV1060i	Vertikální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	X	1050	40
ZPS MCV1260i	Vertikální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	X	1300	40
ZPS MCV1060i/1260i	Vertikální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	Y	640	40
ZPS MCV1060i/1260i	Vertikální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	Z	800	40
ZPS MCV1680i	Vertikální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	X	1700	30
ZPS MCV2080i	Vertikální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	X	2100	30
ZPS MCV1680i/20820i	Vertikální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	Y	840	30
ZPS MCV1680i/20820i	Vertikální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	Z	840	30
H 500	Horizontální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	Y	560	50
H 800	Horizontální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	X	1000	50
H 800/1000	Horizontální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	Y	1050	50
H 800/1000	Horizontální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	Z	1200	50
H 1000	Horizontální obráběcí centrum	Tajmac-ZPS	KŠ	X	1400	50
BRAS	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	X	1900	45
BRAS	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	X	2500	45
BRAS	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Y	1280	20
BRAS	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Y	1500	20
BRAS	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Z	500	20
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	3000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	4000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	5000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	6000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	7000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	50000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	Y	2000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	Y	3000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	Y	4000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	Y	5000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	Y	6000	60
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Z	1000	30
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Z	2000	30
BRAXL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Z	3000	30
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	3000	60
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	4000	60
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	5000	60
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	6000	60
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	7000	60



BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	30000	60
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Y	1500	30
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Y	2200	30
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Y	2500	30
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Z	700	30
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Z	1100	30
BRAL	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Z	1500	30
BRAM	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	3000	80
BRAM	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	X	4000	80
BRAM	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	Y	1500	80
BRAM	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	P + H	Y	2200	80
BRAM	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Z	800	80
BRAM	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Z	1200	80
BRAM	Portálové obráběcí centrum	BRAY CNC	KŠ	Z	1600	80



## Příloha č. 2: Skript dynamického modelu osy s kuličkovým šroubem z programu MATLAB

```
%% POHON S KULIČKOVÝM ŠROUBEM %%
close all;
clc

%% parametry pohonu s KŠ připojeným napřímo pomocí pružné spojky
Jm=0.00295;      % [kg*m2] Moment setrvačnosti motoru
kS=3290;        % [Nm/rad] Tuhost spojky
JS=0.00026;     % [kg*m2] Moment setrvačnosti spojky
s=0.005;        % [m/ot] Stoupaní
d=0.05;         % [m] Prumer sroubu
dW=0.0035;     % [m] Prumer kulicek v matici
alpha=45;       % [deg] uhel dotyku
mL=1700;        % [kg] Hmotnost pohyblivych casti
ro=7850;        % [kg/m3] Hustota
E=2.1e+011;     % [Pa] Younguv modul pruznosti
mi=0.3;         % [-] Poissonova konstanta
L=1.8;          % [m] Celkova delka sroubu
kAL=26000e6;    % [N/m] Tuhost loziska
kM=1590e6;      % [N/m] Tuhost kulickove matice

%% Vypocty dalsich potrebnych velicin
% Kulickovy sroub
G=E/(2*(1+mi)); % [Pa] Modul pružnosti ve smyku
D=d-dW*cosd(alpha); % [m] Efektivni prumer sroubu
S=(pi*D*D)/4;   % [m2] Efektivni plocha sroubu
Jp=pi*D^4/32;   % [m4] Efektivni polární kvadratický moment průřezu kuličkového šroubu
h=s/(2*pi);     % [m/rad] Prevod na SI jednotku (stoupani sroubu)
% [m] Delka konecných prvku sroubu
L1j=L/4;
L12=L1j;
L23=L1j;
L34=L1j;
L45=L1j;
% [kg] Hmotnost konecných prvku
m12=ro*L12*S;
m23=ro*L23*S;
m34=ro*L34*S;

m45=ro*L45*S;
% [kg.m2] Momenty setrvačnosti konecných prvku
J12=ro*Jp*L12;
J23=ro*Jp*L23;
J34=ro*Jp*L34;
J45=ro*Jp*L45;
% [N/m] Torzni tuhost konecných prvku
kT12=(G*Jp)/L12;
kT23=(G*Jp)/L23;
kT34=(G*Jp)/L34;
kT45=(G*Jp)/L45;
% [N/m] Axialni tuhost konecných prvku
kA12=(E*S)/L12;
kA23=(E*S)/L23;
kA34=(E*S)/L34;
kA45=(E*S)/L45;

JM=Jm+(JS/2);
J1=(JS/2);

%% Matice hmotnosti a tuhosti
% fiM xL fil      fi2      fi3      fi4      fi5      x1      x2      x3      x4      x5
M=[ JM, 0, 0,      0,      0,      0,      0,      0,      0,      0,      0; %f1
    0, mL, 0,      0,      0,      0,      0,      0,      0,      0,      0; %f2
    0, 0, J1+(J12/3), J12/6, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0; %f3
    0, 0, J12/6, (J12+J23)/3, J23/6, 0, 0, 0, 0, 0, 0; %f4
    0, 0, 0, J23/6, (J23+J34)/3, J34/6, 0, 0, 0, 0, 0; %f5
    0, 0, 0, 0, J34/6, (J34+J45)/3, J45/6, 0, 0, 0, 0; %f6
    0, 0, 0, 0, 0, J45/6, J45/3, 0, 0, 0, 0; %f7
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, m12/3, m12/6, 0, 0; %f8
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, m12/6, (m12+m23)/3, m23/6, 0; %f9
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, m23/6, (m23+m34)/3, m34/6, 0; %f10
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, m34/6, (m34+m45)/3, m45/6; %f11
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, m45/6, m45/3]; %f12
```





```
%   fiM xL fi1   fi2   fi3   fi4   fi5 x1   x2   x3   x4   x5
K=[ kS, 0, -kS, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0; %f1
    0, kM, 0, 0, -kM*h, 0, 0, 0, 0, -kM, 0, 0; %f2
    -kS, 0, kS+kT12, -kT12, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0; %f3
    0, 0, -kT12, kT12+kT23, -kT23, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0; %f4
    0, -kM*h, 0, -kT23, kT23+kT34+kM*h*h, -kT34, 0, 0, 0, kM*h, 0, 0; %f5
    0, 0, 0, 0, -kT34, kT34+kT45, -kT45, 0, 0, 0, 0, 0; %f6
    0, 0, 0, 0, 0, 0, -kT45, kT45, 0, 0, 0, 0; %f7
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, kA12+kAL, -kA12, 0, 0, 0; %f8
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -kA12, kA12+kA23, -kA23, 0, 0; %f9
    0, -kM, 0, 0, kM*h, 0, 0, 0, -kA23, kA23+kA34+kM, -kA34, 0; %f10
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -kA34, kA34+kA45, -kA45; %f11
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -kA45, kA45]; %f12

%% Výstup
[V,Lam] = eig(K,M);
[L,I]=sort(diag(Lam));
L=round(L*1e6)*1e-6;
Lam=diag(L);
V=V(:,I);
dzeta=0.04;
Dzeta=dzeta*diag(double(L~=0));
om=sqrt(L);
Cq=2*Dzeta*diag(om);
% state-space model
A=[zeros(size(Lam)) eye(size(Lam));
   -Lam -Cq];
B=[zeros(size(V));V'];
C=[ V zeros(size(V))
    zeros(size(V)) V];
D=[zeros(size(V));zeros(size(V))];
in=[1 2];
out=[1 2,...
     13 14];
B=B(:,in);
C=C(out,:);
D=D(out,in);

Drive_model_KS=ss(A,B,C,D); %state-space model
Drive_model_KS.InputName={'fiM_F','xL_F'};
Drive_model_KS.OutputName={'fiM','xL','fiM_t','xL_t'};
bode(Drive_model_KS('fiM_t','fiM_F'));
```





### Příloha č. 3: Skript dynamického modelu osy s hřebenem a pastorkem z programu MATLAB

```
%% POHON S HŘEBENEM A PASTORKEM %%
close all;
clc

%% parametry pohonu s hřebenem a pastorkem pohaneným přes převodovku
Jm=0.00087; % [kg.m2] Moment setrvačnosti motoru
m=0.004; % [m] Modul pastorku
z=22; % [-] Počet zubů pastorku
Jpastorek=0.002179; % [kg.m2] Moment setrvačnosti pastorku
rP=88e-3/2; % [m] Polomer roztečné kružnice pastorku
pPR=80; % [-] Převod převodovky
mP=2; % [kg] Hmotnost pastorku
mL=1800; % [kg] Hmotnost pohyblivých částí
kPRkatalog=171900; % [Nm/rad] Tuhost převodovky
JPR=0.000257; % [kg.m2] Moment setrvačnosti převodovky
ro=7850; % [kg/m3] Hustota
E=2.1e+11; % [Pa] Youngův modul pružnosti v tahu
mi=0.3; % [-] Poissonova konstanta
kPH=500e6; % [N/m] Styková tuhost v ozubení

%% Výpočty dalších potřebných veličin
pPH=1/rP; % [1/m] Převod mezi pastorkem a hřebenem
JM=Jm+(JPR/2);
JP=Jpastorek+(JPR/2)*(pPR^2);
kPR=kPRkatalog/(pPR*pPR); % Redukce tuhosti převodovky z katalogu na vstup

%% Matice hmotnosti a tuhosti

% fiM xL fiP
M=[ JM, 0, 0; %f1
    0, mL, 0; %f2
    0, 0, JP]; %f3

% fiM xL fiP
K=[ kPR, 0, -kPR*pPR; %f1
    0, kPH, -(kPH/pPH); %f2
    -kPR*pPR, -(kPH/pPH), kPR*(pPR^2)+(kPH/(pPH^2))]; %f3

%% Výstup

[V,Lam] = eig(K,M);
[L,I]=sort(diag(Lam));
I=round(L*1e6)*1e-6;
Lam=diag(L);
V=V(:,I);

dzeta=0.04;
```



```
Dzeta=dzeta*diag(double(L~=0));

om=sqrt(L);
Cq=2*Dzeta*diag(om);

% state-space model
A=[zeros(size(Lam)) eye(size(Lam));
   -Lam             -Cq];
B=[zeros(size(V'));V'];
C=[   V             zeros(size(V))
    zeros(size(V))   V];
D=[zeros(size(V));zeros(size(V))];

in=[1 2];
out=[1 2,...
     4 5];

B=B(:,in);
C=C(out,:);
D=D(out,in);

Drive_model_PH=ss(A,B,C,D); % state-space model
Drive_model_PH.InputName={'fiM_F','xL_F'};
Drive_model_PH.OutputName={'fiM','xL','fiM_t','xL_t'};

bode(Drive_model_PH('fiM_t','fiM_F'));
```



Příloha č. 4: Skript dynamického modelu hypotetické osy z programu MATLAB

```
%% POHON HYPOTETICKO OSY %%
close all;
clc

%% parametry pohonu s KŠ připojeným napřímo pomocí pružné spojky
Jm=0.00295; % [kg*m2] Moment setrvačnosti motoru
kS=3290; % [Nm/rad] Tuhost spojky
JS=0.00026; % [kg*m2] Moment setrvačnosti spojky
p=0.005; % [m/ot] % Roztec
d=0.05; % [m] % Prumer sroubu
dW=0.0035; % [m] % Prumer kulicek v matici
alpha=45; % [deg] Uhel dotyku
mL=1700; % [kg] Hmotnost pohyblivyhc casti
ro=7850; % [kg/m3] Hustota
E=2.1e+011; % [Pa] Younguv modul pruznosti
mi=0.3; % [-] Poissonova konstanta
L=4; % [m] Celkova delka sroubu (Zdvih zvolen jako 4m, vysledna prechodova oblast je od 3 do 5m)
kAL=26000e6; % [N/m] Tuhost loziska
kM=1590e6; % [N/m] Tuhost kulickove matice

%% Vypocty dalsich potrebnych velicin
% Kulickovy sroub
G=E/(2*(1+mi)); % [Pa] Modul pružnosti ve smyku
D=d-dW*cosd(alpha); % [m] Efektivni prumer sroubu
S=(pi*D*D)/4; % [m2] Efektivni plocha sroubu
Jp=pi*D^4/32; % [m4] Efektivni polární kvadraticky moment průřezu kuličkového šroubu
h=p/(2*pi); % [m/rad] Prevod na SI jednotku (stoupání sroubu)
% [m] Delka konecných prvku sroubu
L1j=L/4;
L12=L1j;
L23=L1j;
L34=L1j;
L45=L1j;
% [kg] Hmotnost konecných prvku
m12=ro*L12*S;
m23=ro*L23*S;
m34=ro*L34*S;

m45=ro*L45*S;
% [kg.m2] Momenty setrvačnosti konecných prvku
J12=ro*Jp*L12;
J23=ro*Jp*L23;
J34=ro*Jp*L34;
J45=ro*Jp*L45;
% [N/m] Torzní tuhost konecných prvku
kT12=(G*Jp)/L12;
kT23=(G*Jp)/L23;
kT34=(G*Jp)/L34;
kT45=(G*Jp)/L45;
% [N/m] Axialni tuhost konecných prvku
kA12=(E*S)/L12;
kA23=(E*S)/L23;
kA34=(E*S)/L34;
kA45=(E*S)/L45;

JM=Jm+(JS/2);
J1=(JS/2);

%% Matice hmotnosti a tuhosti
% fiM xL fil fi2 fi3 fi4 fi5 x1 x2 x3 x4 x5
M=[ JM, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;
  0, mL, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;
  0, 0, J1+(J12/3), J12/6, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;
  0, 0, J12/6, (J12+J23)/3, J23/6, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;
  0, 0, 0, J23/6, (J23+J34)/3, J34/6, 0, 0, 0, 0, 0, 0;
  0, 0, 0, 0, J34/6, (J34+J45)/3, J45/6, 0, 0, 0, 0, 0;
  0, 0, 0, 0, 0, J45/6, J45/3, 0, 0, 0, 0, 0;
  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, m12/3, m12/6, 0, 0, 0;
  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, m12/6, (m12+m23)/3, m23/6, 0, 0;
  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, m23/6, (m23+m34)/3, m34/6, 0;
  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, m34/6, (m34+m45)/3, m45/6;
  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, m45/6, m45/3];
```



```
% f1M xL f1l f12 f13 f14 f15 x1 x2 x3 x4 x5
K=[ kS, 0, -kS, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0; %f1
    0, kM, 0, 0, -kM*h, 0, 0, 0, 0, -kM, 0, 0; %f2
    -kS, 0, kS+kT12, -kT12, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0; %f3
    0, 0, -kT12, kT12+kT23, -kT23, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0; %f4
    0, -kM*h, 0, -kT23, kT23+kT34+kM*h*h, -kT34, 0, 0, 0, kM*h, 0, 0; %f5
    0, 0, 0, 0, -kT34, kT34+kT45, -kT45, 0, 0, 0, 0, 0; %f6
    0, 0, 0, 0, 0, -kT45, kT45, 0, 0, 0, 0, 0; %f7
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, kA12+kAL, -kA12, 0, 0, 0; %f8
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -kA12, kA12+kA23, -kA23, 0, 0; %f9
    0, -kM, 0, 0, kM*h, 0, 0, 0, -kA23, kA23+kA34+kM, -kA34, 0; %f10
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -kA34, kA34+kA45, -kA45; %f11
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -kA45, kA45]; %f12

%% Výstup
[V,Lam] = eig(K,M);
[L,I]=sort(diag(Lam));
L=round(L*1e6)*1e-6;
Lam=diag(L);
V=V(:,I);
dzeta=0.04;
Dzeta=dzeta*diag(double(L~=0));
om=sqrt(L);
Cq=2*Dzeta*diag(om);
% state-space model
A=[zeros(size(Lam)) eye(size(Lam));
   -Lam -Cq];
B=[zeros(size(V));V'];
C=[ V zeros(size(V))
   zeros(size(V)) V];
D=[zeros(size(V));zeros(size(V))];
in=[1 2];
out=[1 2,...
     13 14];
B=B(:,in);
C=C(out,:);
D=D(out,in);

Drive_model_KS2=ss(A,B,C,D); % state-space model
Drive_model_KS2.InputName={'f1M_F','xL_F'};
Drive_model_KS2.OutputName={'f1M_t','xL_t','f1M_t','xL_t'};
bode(Drive_model_KS2('f1M_t','f1M_F'));
```