

Zadanie RMS č.3 :
Kyvadlo na pojazde

Zadanie:

Navrhните simulačný model kyvadla na pojazde a k nemu navrhните riadiaci systém polohy konca kyvadla.

Úlohy:

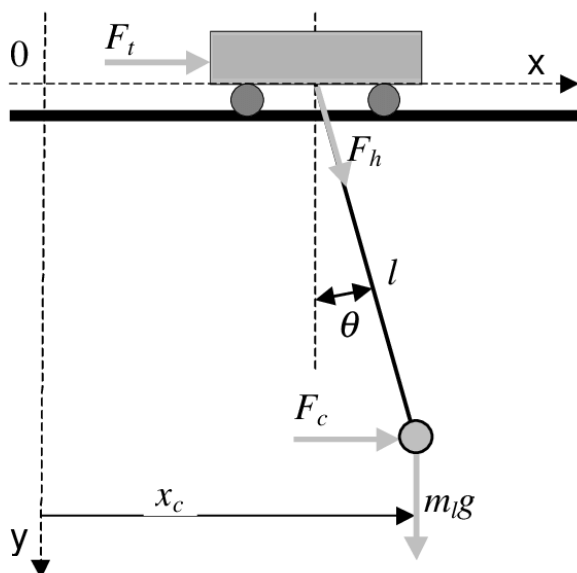
- 1) Vytvorte matematický model všeobecného kyvadla na pojazde (v jednej osi). Parametre systému si zvolíte ľubovoľné.
- 2) Simulačne overte funkčnosť modelu.
- 3) Navrhните aspoň dva polohové riadiace systémy pre polohovanie kyvadla na pojazde.
- 4) Simulačne overte riadenie pre rôzne zmeny polohy a rôzne poruchy.
- 5) Vyhodnoďte dosiahnuté výsledky.
- 6) Uveďte použitá literatúra.

Zvolené parameter:

Označenie	Hodnota		Názov
g	9,81	Nm	Gravitačne zrýchlenie
T_m	3	s	Časová konštanta
b	0,01	Nm/rad/s	Tlmenie na kĺbe ramena
l	3	m	Dĺžka bremena
A	21		
B	9.18		
Jerk	6		Zmena zrýchlenia
N_{el}	10 000	imp/ot	Počet impulzov IRC na jednu otáčku po štvornásobení
T_{vz}	1	ms	Periódá vzorkovania

1. Popis riešenia

Model bez regulácie bol zvolený na obrázku nižšie. Po simulácii modelu bez regulácie sme dostali nasledovné grafy. Cieľom je regulovať daný systém (vozík + kyvadlo resp. bremeno).



Obr. 1: Schéma systému

Rovnica vozíka

$$G = \frac{1}{sTms + 1}$$

Rovnica bremena

$$G = \frac{Kv * \omega^2}{s^2 + 2\omega bs + \omega^2}$$

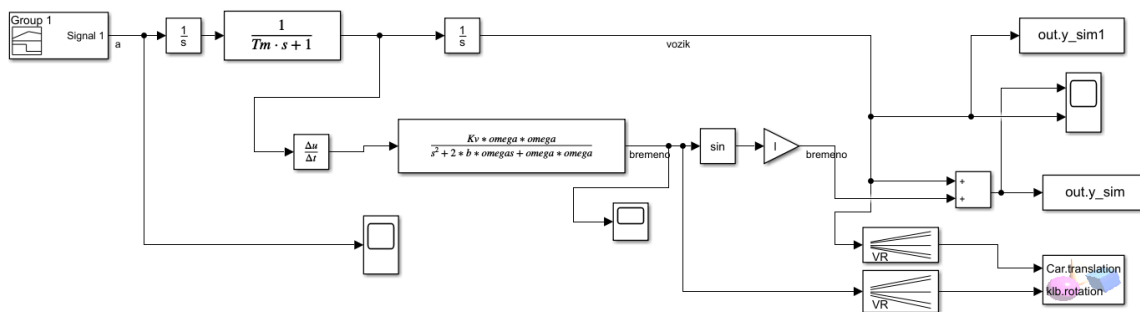
Výpočet pre bremeno

$$\omega = \sqrt{g/l}$$

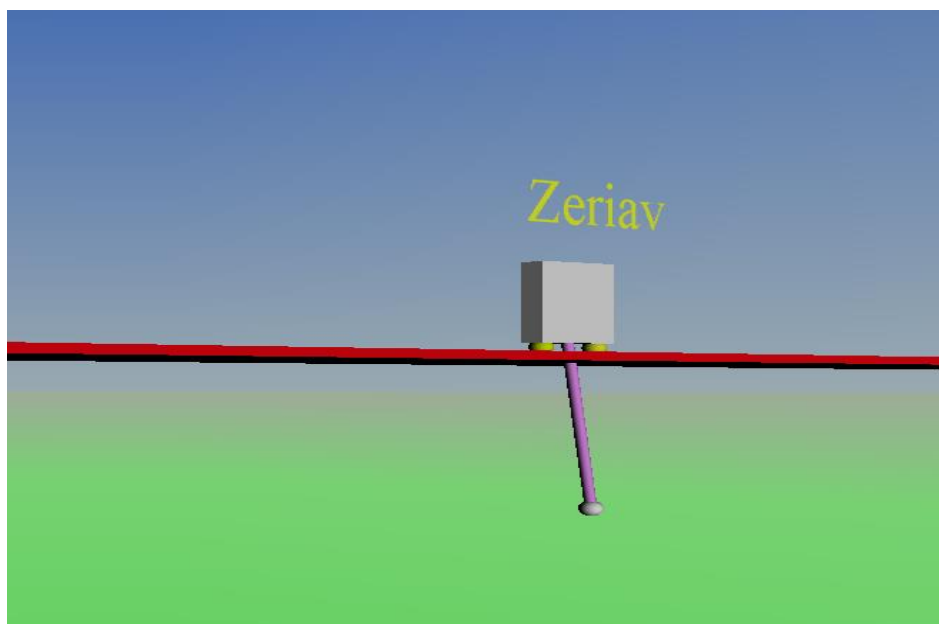
$$Kv = -1/g$$

$$b=0.01$$

Model bez riadenia v simulinku

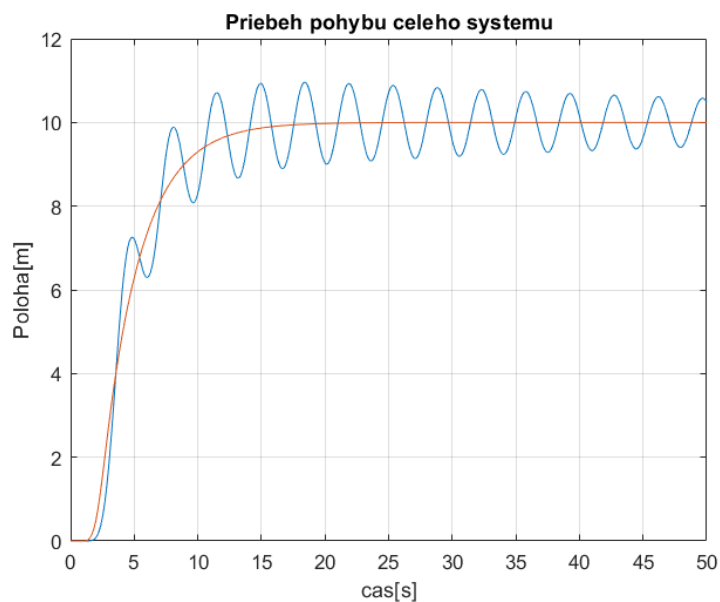


Obr. 2: Schéma



Obr. 3: Simulácia a animácia v matlabe

Výstup:



Obr. 4: Priebeh

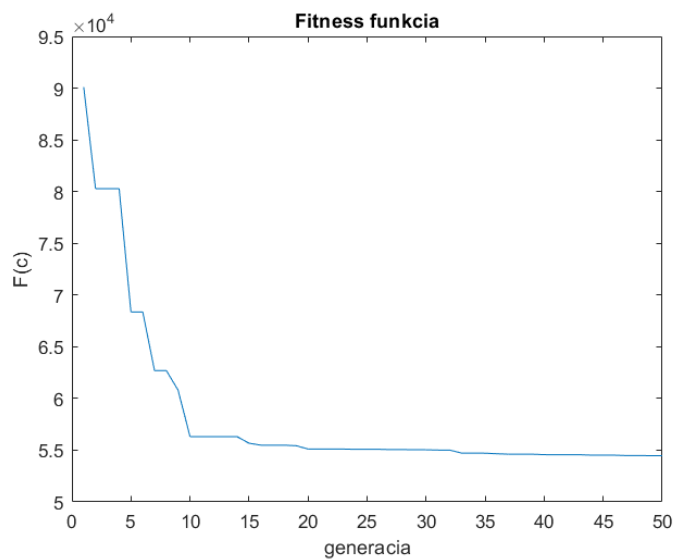
Riadenie

Pomocou dvoch regulátorov založených na princípe PID regulátoru a jeho kombináciách. Jednotlivé parametre regulátora boli získané pomocou genetického algoritmu. Genetický algoritmus bol navrhnutý v matlabe. Výhodou genetického algoritmu je jeho adaptívnosť. Po navrhnutí algoritmu nie je potrebné pri zmene systému znova odvodzovať rovnice ako je to v prípade metódy Pole placement. Taktiež v prípade polynómu vyšších rádov ako 4 je metóda pole placement nevýhodná kvôli zložitosti odvodzovania rovníc pre výpočet parametrov PID regulátora.

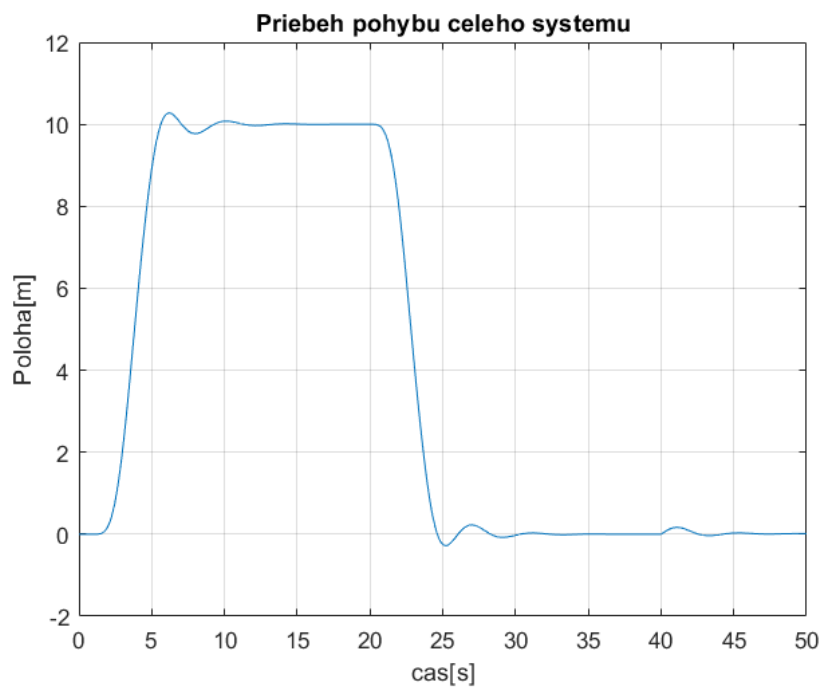
V Prvom prípade sa použilo riadenie prostredníctvom PD a PI regulátora. PD regulátor pre vozík a PI regulátor pre bremeno. Regulácia nie je úplne optimálna nakoľko sa nachádza malá oscilácia systému. Avšak za krátky čas sa táto oscilácia stlmí na požadovanú hodnotu (približne optimálnu hodnotu).

Hodnoty regulátora:

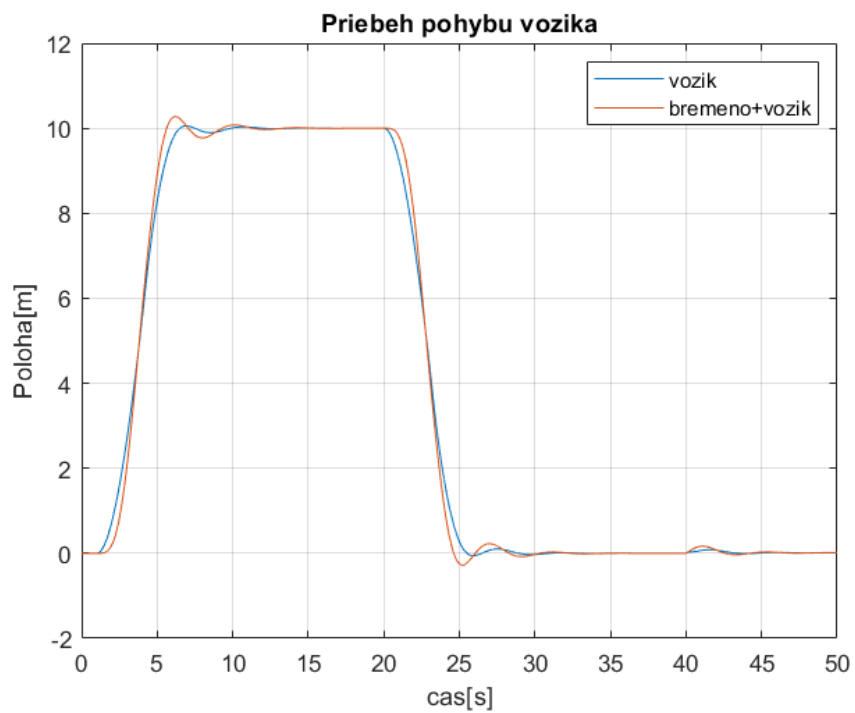
Č.	P	I	D
Vozík	29.9304	0	36.7652
Bremeno	38.1358	0.7314	0



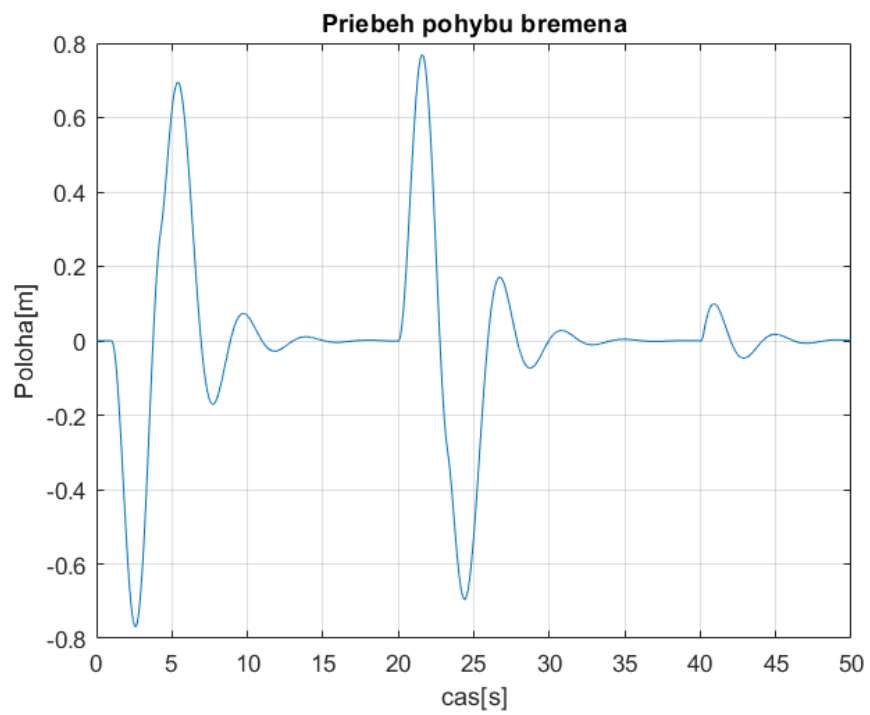
Obr. 6: Fitness



Obr. 7: Simulácia



Obr. 8: Simulácia



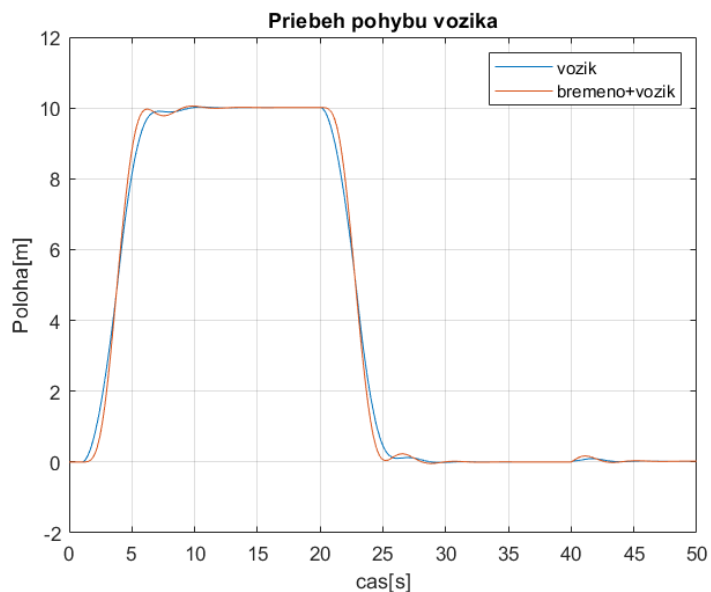
Obr. 9: Simulácia

1.1. Spojitý regulátor PDPI

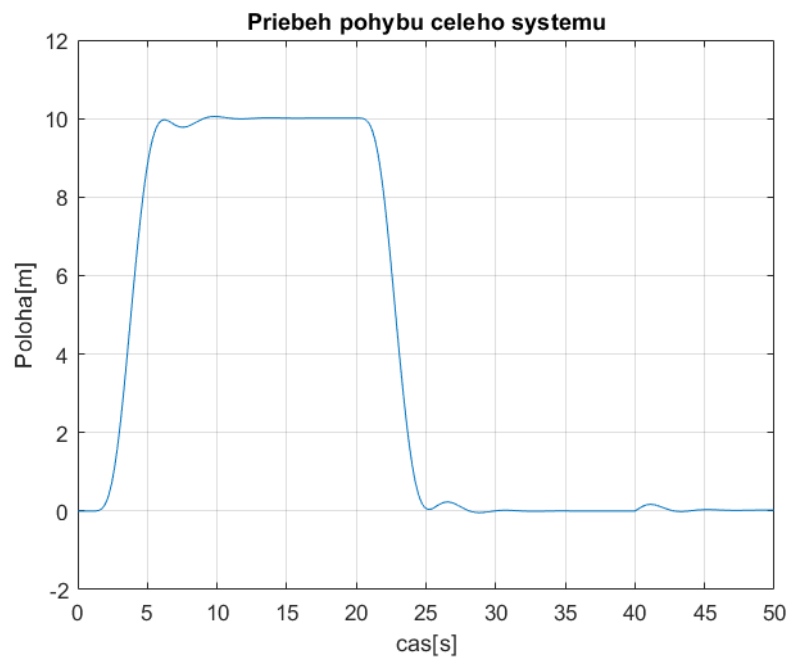
V tomto prípade sa použilo riadenie prostredníctvom PID a PI regulátora. PID regulátor pre vozík a PI regulátor pre bremeno. Regulácia neobsahuje prekmit nad požadovanú polohu avšak bremenu trvá dlhšie docieľiť požadovanú polohu. Pohyb je plynulý.

Hodnoty regulátora:

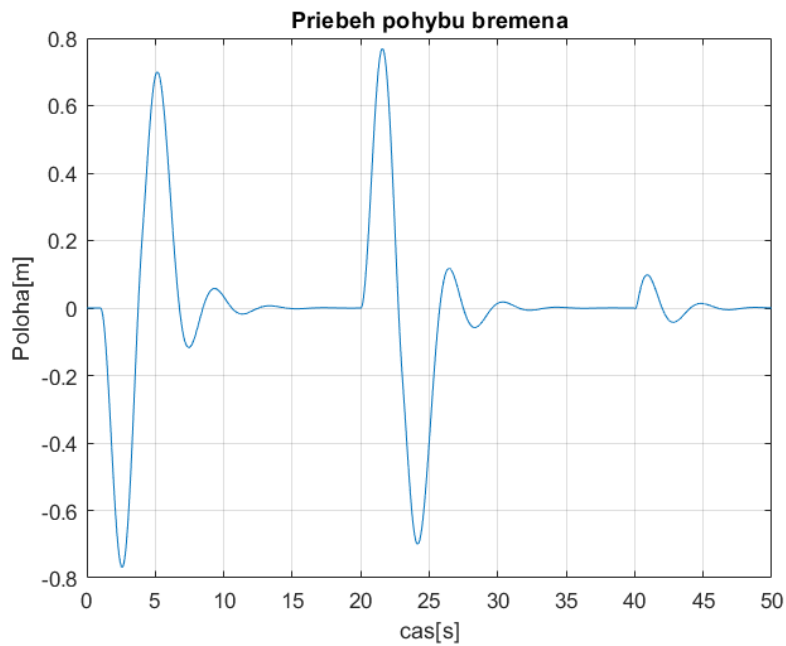
Č.	P	I	D
Vozík	19.7448	0.0100	27.9719
Bremeno	28.7800	1.7600	0



Obr. 10: Simulácia

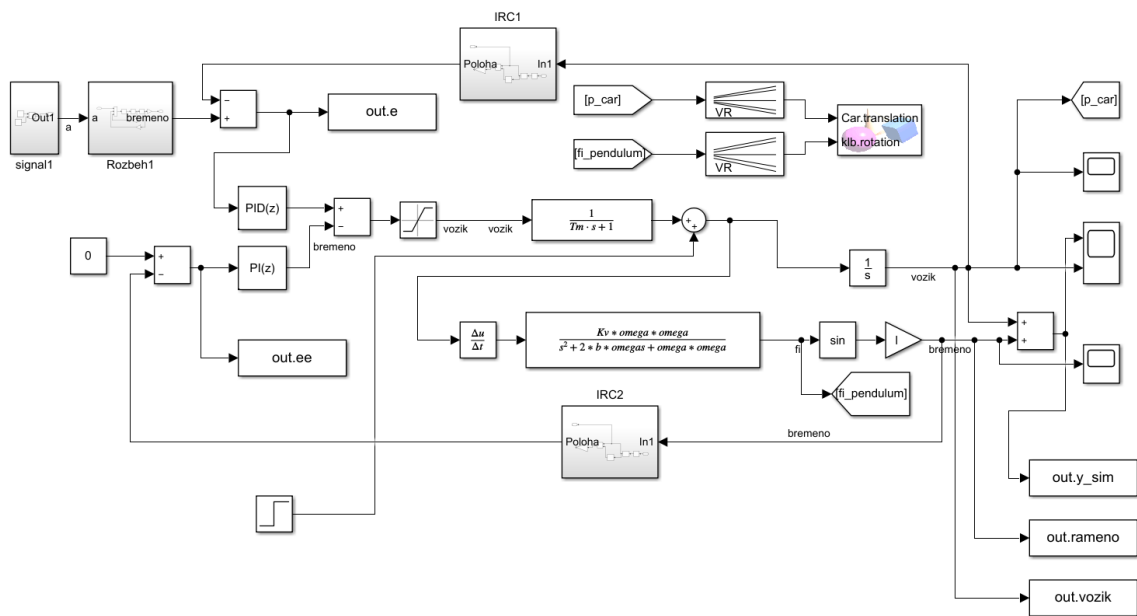


Obr. 11: Simulácia



Obr. 12: Simulácia

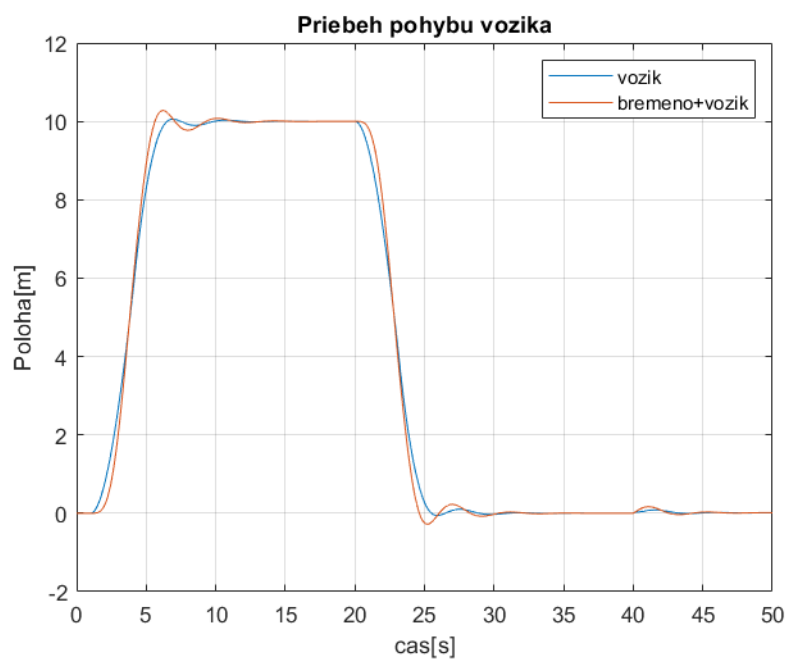
3. Diskrétnie riadenie



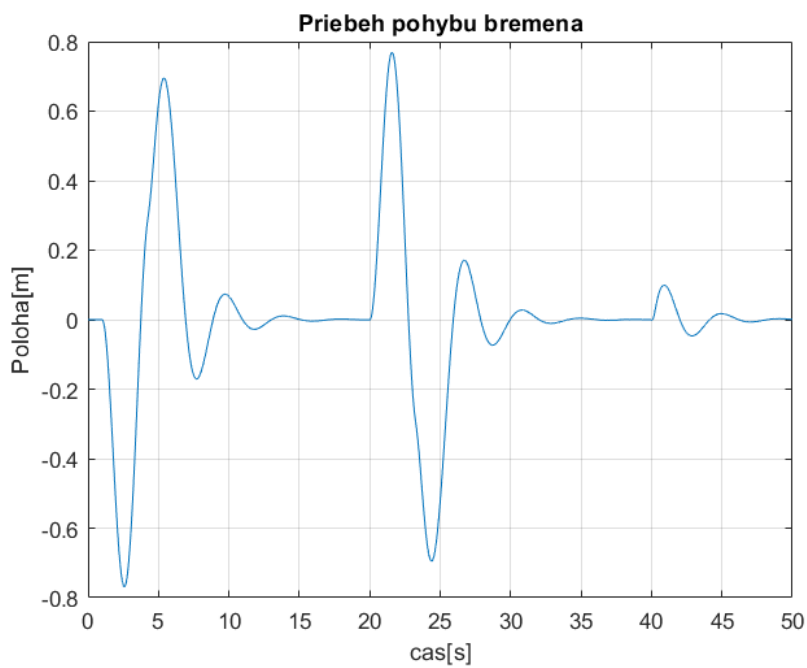
Obr. 13: Schéma

3.1. Regulátor PDPI

Hodnoty sú rovnaké ako pri spojitom riadení

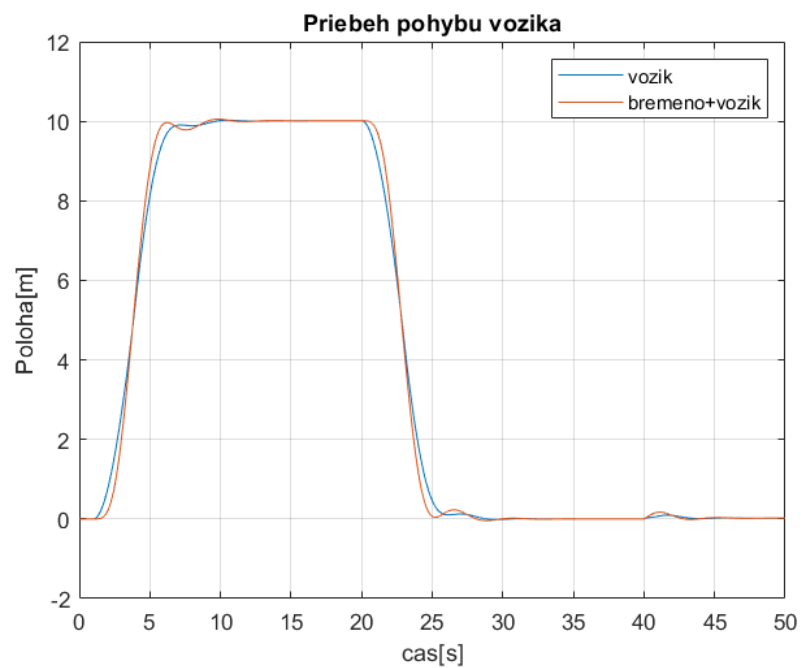


Obr. 14: Simulácia

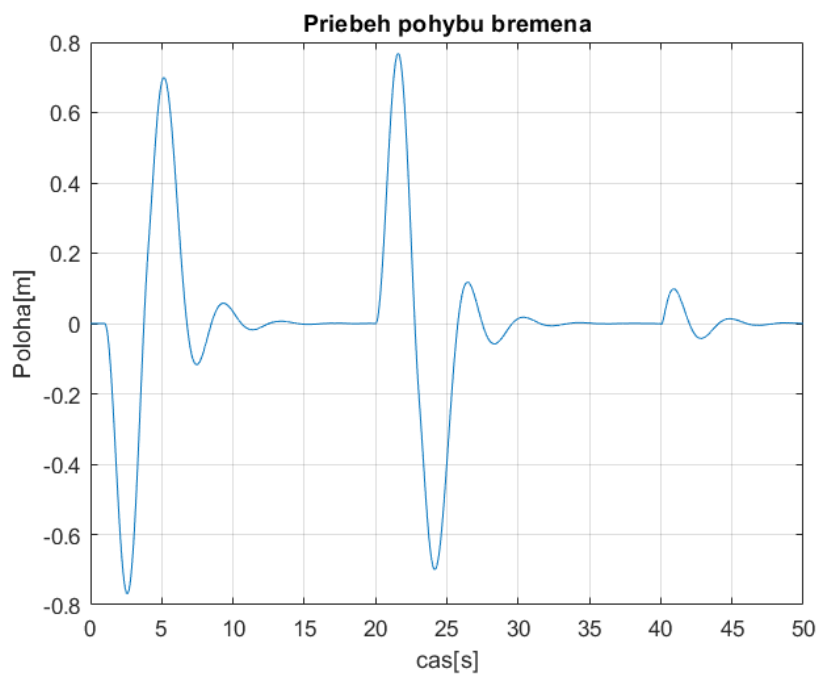


Obr. 15: Simulácia

3.2. Regulátor PIDPI

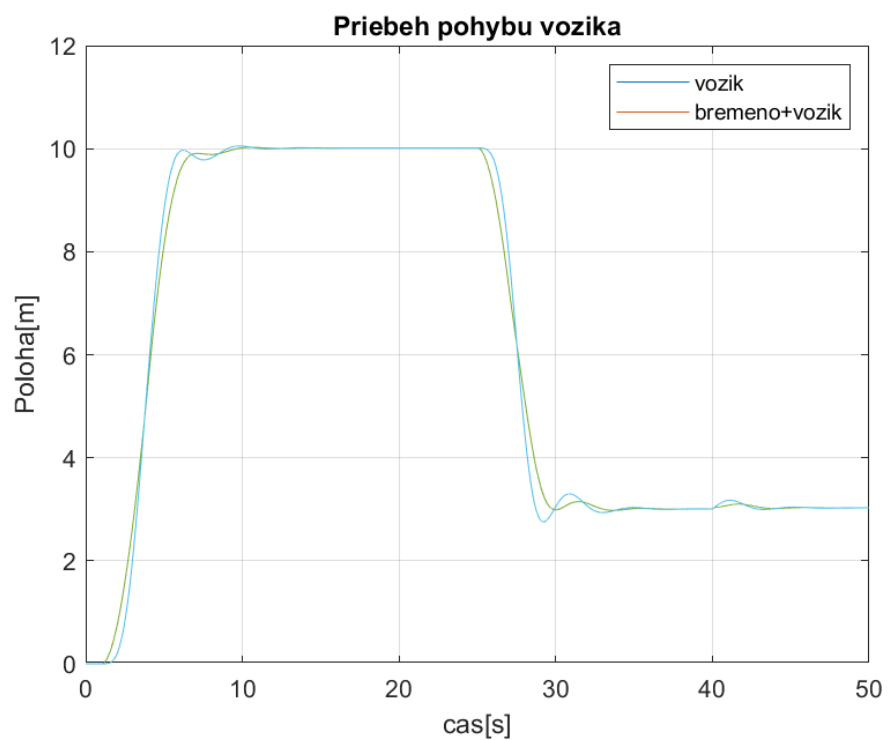


Obr. 16: Simulácia

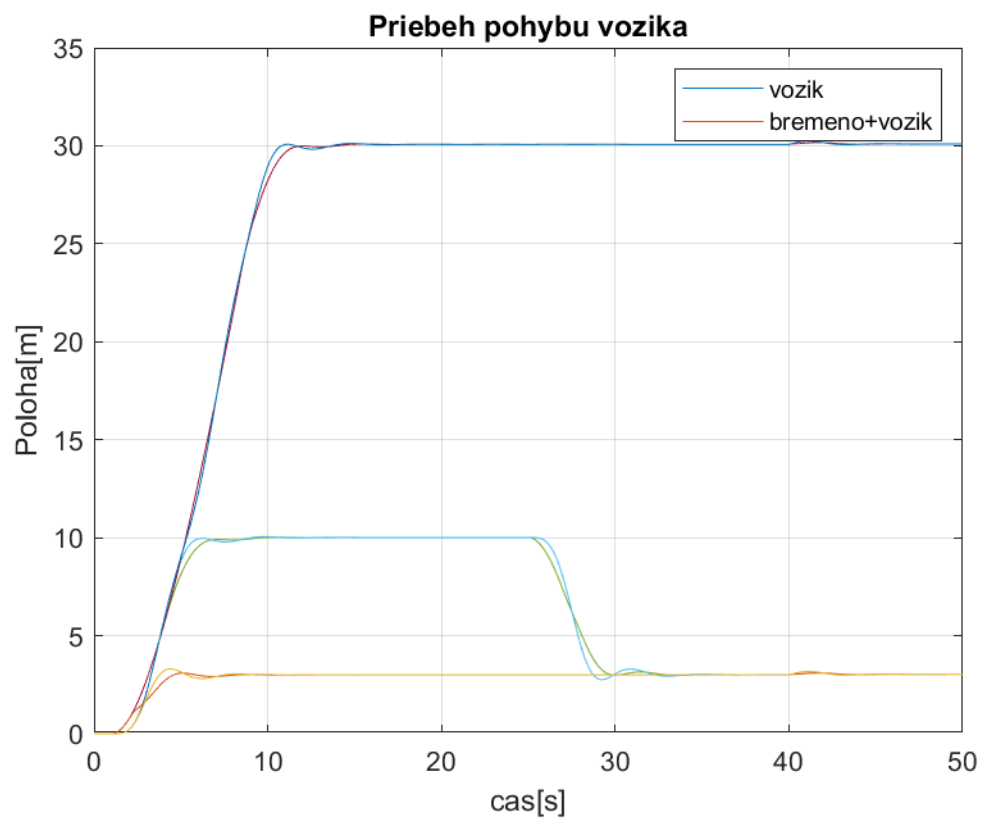


Obr. 17: Simulácia

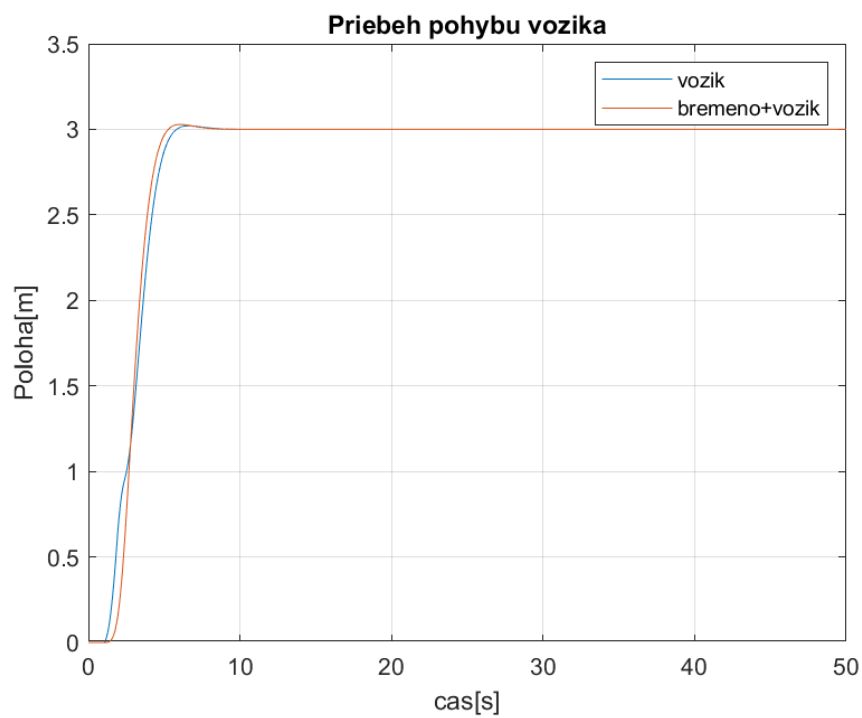
4. Ďalšie experimenty s polohou a poruchou



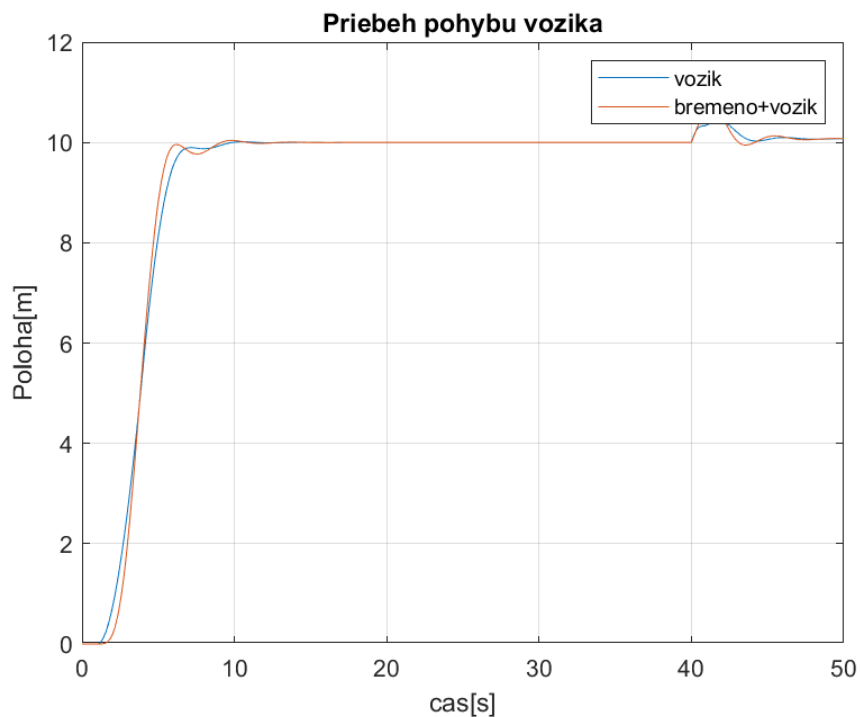
Obr. 18: Z polohy 10 na polohu 3



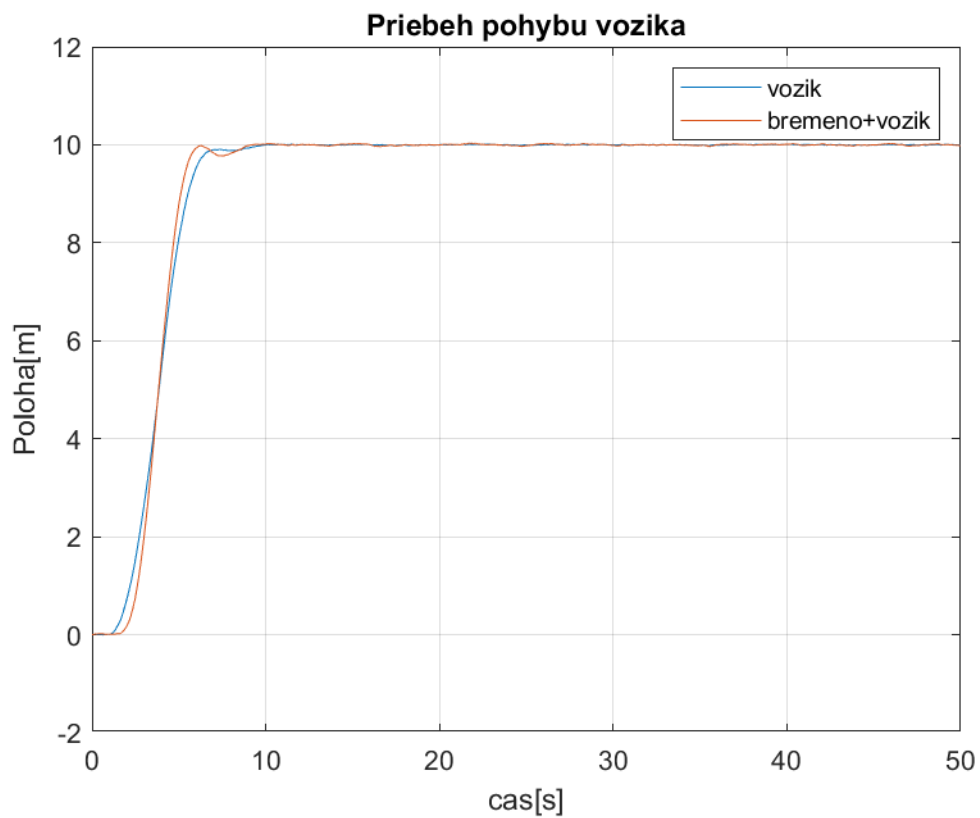
Obr. 19: Porovnanie veľkej, malej a strednej polohy



Obr. 20: Malá poloha po úprave



Obr. 21: Veľká porucha na skokovú zmenu 2



Obr. 22: Porucha vo forme bieleho šumu

5. Záver

Regulátory pre tento systém boli navrhnuté pomocou genetického algoritmu. Metóda riešenia bola zvolená na základe jej schopnosti sa ľahko adaptovať na zmenu problému alebo požiadavkou. Nevýhodou je potreba dlhšieho času na prípravu samotného algoritmu. Avšak po vytvorení algoritmu je možné ho ďalej modifikovať pomerne jednoducho. Ďalšou nevýhodou je vysoký nárok na čas a pamäť počítača RAM. V prípade komplikovanejšieho systému by bolo za potreby výkonnejšieho počítača a samotný výpočet by dlhšie trval. Avšak počas vypočítanou človek nemusí byť prítomní. Metóda GA sa preberala simultánne na predmete UI a z tohto predmetu boli čerpané vedomosti na riešenie tohto problému.

6. Zdroje

Prednášky a cvičenia