

# OBSAH

<b>Předmluva</b>	<b>4</b>
<b>1. Úvod</b>	<b>5</b>
<b>2. Klasifikace servisních robotických systémů</b>	<b>7</b>
2.1. Klasifikace subsystému mobility .....	9
2.2. Autonomní lokomoční robotické systémy .....	11
2.2.1. Faktory určující návrh lokomočních robotických systémů .....	11
<b>3. Lokomoční ústrojí u biomechanických principů řešení servisních robotů</b>	<b>13</b>
3.1. Lokomoční ústrojí u kráčejících robotů .....	13
3.2. Lokomoční ústrojí u skákajících robotů .....	25
3.3. Lokomoční ústrojí u robotů s plazivým pohybem .....	26
<b>4. Klasifikace a navrhování kolových lokomočních ústrojí servisních robotů</b>	<b>29</b>
4.1. Klasifikace kolových lokomočních ústrojí kolových robotů .....	29
4.1.1. Konstruktivní požadavky na roboty s kolovým lokomočním ústrojím .....	30
4.2. Návrh pohonů kolových lokomočních ústrojí .....	32
4.2.1. Valivý odpor .....	33
4.2.2. Vzdušný odpor .....	35
4.2.3. Odpor stoupání .....	36
4.2.4. Odpor zrychlení .....	36
4.2.5. Odpor při pohybu po měkkém terénu .....	37
4.2.6. Odpor při přejíždění překážky .....	40
4.2.7. Celkový jízdní odpor a tažná síla .....	44
4.2.8. Potřebný kroutící moment na hnacích kolech lokomočního ústrojí ....	45
4.3. Odpor proti pohybu při zatáčení kolových lokomočních ústrojí .....	45
4.4. Návrh konfigurace lokomočního ústrojí s ohledem na stabilitu robotu .....	46
4.4.1. Statická stabilita robotu .....	47
4.4.2. Vliv terénu na stoupavost robotu .....	48
<b>5. Kolová lokomoční ústrojí servisních robotů a jejich charakteristika</b>	<b>50</b>
5.1. Jednokolové lokomoční ústrojí .....	50
5.1.1. Rovnice neholonomního vázaného systému .....	52
5.1.1.1. Kanova metoda .....	52
5.1.1.2. Normální tvar neholonomního systému .....	54

5.1.1.3.	Vyjádření stavového prostoru .....	55
5.1.2.	Matematický model robotu s jednokolovým lokomočním ústrojím .....	56
5.2.	Dvojkolové lokomoční ústrojí .....	59
5.3.	Tříkolové a čtyřkolové lokomoční ústrojí .....	66
5.3.1.	Koncepce lokomočního ústrojí .....	66
5.3.2.	Diferenčně řízené lokomoční ústrojí .....	71
5.3.2.1.	Matematický model diferenčně řízeného lokomočního ústrojí .....	71
5.3.3.	Lokomoční ústrojí s více stupni volnosti .....	75
5.3.4.	Lokomoční ústrojí se synchronním řízením .....	77
5.3.5.	Lokomoční ústrojí řízené Ackermanovým způsobem .....	78
5.3.6.	Matematický model autonomního robotu (AR) s kolovým lokomočním ústrojím .....	81
5.3.6.1.	Kinematické rovnice autonomního robotu s tříkolovým lokomočním ústrojím .....	81
5.3.6.2.	Kinematický a dynamický model AR se čtyřkolovým lokomočním ústrojím .....	83
5.3.7.	Tříkolové a čtyřkolové lokomoční ústrojí se všesměrovými koly .....	87
5.3.7.1.	Lokomoční ústrojí využívající Stanfordská všesměrová kola .....	87
5.3.7.2.	Kinematický model tříkolového lokomočního ústrojí se Stanfordskými koly .....	90
5.3.7.3.	Roboty využívající lokomoční ústrojí s univerzálními koly .....	93
5.3.7.4.	Roboty využívající lokomoční ústrojí s koly Illanator .....	94
5.3.7.5.	Matematický model čtyřkolového lokomočního ústrojí se všesměrovými koly Illanator .....	99
5.4.	Šestikolové a více kolové lokomoční ústrojí .....	101
5.4.1.	Koncepce lokomočního ústrojí .....	101
5.4.2.	Roboty se šestikolovým lokomočním ústrojím .....	104
5.4.3.	Roboty s více než šestikolovým lokomočním ústrojím .....	106
5.5.	Mobilní roboty se speciálním typem lokomočního ústrojí .....	108
5.6.	Mobilní roboty s lokomočním ústrojím mající Weinsteinova kola .....	109
5.7.	Mobilní roboty s lokomočním ústrojím typu MaxWheel® .....	110
5.8.	Člávkové pojezdy .....	111
5.9.	Atypické konstrukce kol lokomočních ústrojí mobilních robotů .....	112

<b>6.</b>	<b>Ověřování modelů kolových lokomočních ústrojí v prostředí systému MSC/ADAMS</b> .....	<b>113</b>
6.1.	Vytváření a export modelu lokomočního ústrojí v prostředí Pro/ENGINEER .....	113
6.2.	Import a úprava modelu lokomočního ústrojí v prostředí MSC/ADAMS .....	115
6.3.	Vytváření a modifikace polygonu .....	124
6.4.	Ověřování jízdních vlastností modelů kolových lokomočních ústrojí v systému MSC/ADAMS při jízdě v přímém směru .....	126
6.5.	Ověřování jízdních vlastností modelů kolových lokomočních ústrojí v systému MSC/ADAMS při jízdě po libovolné trajektorii .....	134



6.6.	Ověřování jízdních vlastností modelů zavěšení kola v systému MSC/ADAMS na testovacím polygonu .....	142
<b>7.</b>	<b>Pásová lokomoční ústrojí servisních robotů a jejich charakteristika</b> .....	<b>146</b>
7.1.	Charakteristika pásových lokomočních ústrojí .....	146
7.2.	Příklady aplikací servisních robotů s pásovým lokomočním ústrojím .....	148
7.3.	Koncepce a uspořádání pásových lokomočních ústrojí .....	154
7.4.	Matematický model a návrh pohonů pásového lokomočních ústrojí .....	158
<b>8.</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>164</b>
	<b>Literatura</b> .....	<b>165</b>

Rozpracované postupy ověřování a optimalizace ve fyz. návrhu konstrukce jsou využitelné pro všechny typy lokomočních ústrojí mobilních robotů. Rozpracování metod a prostředků pro návrh mobilních servisních robotů probíhá od roku 1999 jako součást výzkumného záměru MŠMT: CEZ-J1798-772300008 „Inovace konstrukcí strojů a zařízení směřem ke zvýšení výkonosti, spolehlivosti, úspor energie a ochrany životního prostředí“. V rámci těchto úkolů je třeba zaměřit na kolová a pásová lokomoční ústrojí mobilních servisních robotů.

Vzhledem k neustálému pronikání servisních robotů do všech ústrojírenských oblastí ve světě tak dává předpoklad, že i v rámci České republiky bude narůstat počet praktických aplikací s využitím těchto robotických prostředků. S rostoucím významem servisní robotiky jde o problematiku která přispěje k rozvoji oboru.