

OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. PŘENOSOVÉ JEVY	3
2.1. <i>HYPOTÉZA O KONTINUU (SPOJITÉM PROSTŘEDÍ) TEKUTIN.....</i>	3
2.2. <i>SÍLY V TEKUTINĚ.....</i>	4
2.3. <i>DEFINICE PŘENOSU</i>	6
2.3.1. <i>Pole rychlosti a zrychlení</i>	6
2.3.2. <i>Přenos základních veličin tekutiny.....</i>	6
2.4. <i>ANALÝZA KONTROLNÍHO OBJEMU</i>	11
2.4.1. <i>Kontrolní objem.....</i>	11
2.4.2. <i>Reynoldsovův teorém přenosu</i>	12
2.5. <i>BILANČNÍ ROVNICE V INTEGRÁLNÍM A DIFERENCIÁLNÍM TVARU</i>	13
2.6. <i>MATEMATICKÝ MODEL PROUDĚNÍ NESTLAČITELNÉ TEKUTINY</i>	14
2.6.1. <i>Zákon zachování hmotnosti</i>	14
2.6.2. <i>Zákon zachování hybnosti.....</i>	15
2.6.3. <i>Konzervativní a nekonzervativní tvar rovnic nestlačitelného proudění</i>	16
3. METODA KONEČNÝCH OBJEMŮ NELINEÁRNÍCH KONZERVATIVNÍCH ÚLOH.....	18
3.1. <i>NUMERICKÉ METODY ŘEŠENÍ ROVNICE KONTINUITY A POHYBOVÉ ROVNICE</i>	18
3.2. <i>METODA KONEČNÝCH OBJEMŮ</i>	20
3.3. <i>VLASTNOST KONZERVATIVNOSTI V METODĚ KONEČNÝCH OBJEMŮ.....</i>	22
3.4. <i>PROGRAMY VYUŽÍVAJÍCÍ METODU KONEČNÝCH OBJEMŮ.....</i>	25
4. TURBULENTNÍ PROUDĚNÍ SKUTEČNÝCH TEKUTIN.....	27
4.1. <i>TURBULENCE.....</i>	27
4.2. <i>METODY MATEMATICKÉHO MODELOVÁNÍ TURBULENTNÍHO PROUDĚNÍ</i>	29

4.3.	ČASOVÉ STŘEDOVÁNÍ A BOUSINESQUOVA HYPOTÉZA.....	30
4.4.	K - ϵ DVOUROVNICOVÝ MODEL TURBULENCE	31
4.5.	OKRAJOVÉ PODMÍNKY	33
4.5.1.	Hmotnostní průtok	33
4.5.2.	Turbulentní veličiny	33
4.5.3.	Tlak na vstupu	34
4.5.4.	Tlak na výstupu	36
4.5.5.	Outflow.....	36
4.5.6.	Okrajová podmínka na stěně a ostatní podmínky	36
5.	ELEKTROHYDRAULICKÁ ANALOGIE	38
5.1.	METODY ŘEŠENÍ HYDRAULICKÝCH OBVODŮ	38
5.2.	MODEL SLOUPCE KAPALINY	38
5.3.	MATEMATICKÉ MODEL Y HYDRAULICKÝCH PRVKŮ	42
5.4.	PROGRAMY PRO ŘEŠENÍ HYDRAULICKÉHO OBVODU	42
5.4.1.	Flowmaster	43
5.4.2.	Matlab	45
5.4.3.	SimHydraulics	47
6.	STLAČITELNOST KAPALIN A KAVITACE	51
6.1.	STLAČITELNOST KAPALIN	51
6.1.1.	Určení modulu pružnosti kapaliny	51
6.1.2.	Rozpuštěný vzduch v kapalině	52
6.1.3.	Nerozpuštěný vzduch v kapalině	53
6.2.	KAVITACE	59
7.	PROUDĚNÍ OLEJE V HYDRAULICKÝCH PRVCÍCH	61
7.1.	HYDRAULICKÝ RÁZ	61
7.1.1.	Teorie hydraulického rázu	61
7.1.2.	Experimentální zkoumání hydraulického rázu	63
7.2.	HYDRAULICKÝ RÁZ - METODA ELEKTROHYDRAULICKÉ ANALOGIE	67
7.2.1.	Schéma obvodu	67

7.2.2.	<i>Okrajové podmínky a fyzikální vlastnosti kapaliny</i>	68
7.2.3.	<i>Výsledky</i>	70
7.3.	<i>HYDRAULICKÝ RÁZ – METODA KONEČNÝCH OBJEMŮ</i>	72
7.3.1.	<i>Vícefázové proudění</i>	72
7.3.2.	<i>Euler – Eulerův přístup</i>	74
7.3.3.	<i>Geometrie oblasti a fyzikální vlastnosti</i>	78
7.3.4.	<i>Okrajové podmínky</i>	80
7.3.5.	<i>Výsledky</i>	82
7.3.6.	<i>Zhodnocení řešení při použití jednorozměrného a vícerozměrného modelu</i>	86
8.	PROUDĚNÍ VODY V HYDRAULICKÝCH PRVCÍCH	87
8.1.	<i>STLAČITELNOST VODY A KAVITACE</i>	87
8.1.1.	<i>Matematický model kavitace a jeho omezení</i>	91
8.1.2.	<i>Hmotnostní zlomek páry a transport páry</i>	93
8.1.3.	<i>Turbulence indukovaná tlakovými fluktuacemi</i>	94
8.1.4.	<i>Efekt nekondenzujícího plynu</i>	94
8.1.5.	<i>Podíl fázové změny</i>	94
8.2.	<i>HYDRAULICKÝ RÁZ – VODA</i>	95
8.2.1.	<i>Experimentální zkoumání hydraulického rázu ve vodě</i>	95
8.3.	<i>MODELOVÁNÍ HYDRAULICKÉHO RÁZU</i>	98
8.3.1.	<i>Matematický model turbulentního proudění stlačitelné tekutiny</i>	98
8.3.2.	<i>Řešení metodou elektrohydraulické analogie</i>	99
8.3.3.	<i>Numerické řešení rázu metodou konečných objemů</i>	102
9.	PROUDĚNÍ LAVALOVOU DÝZOU	103
9.1.	<i>EXPERIMENT PRO DEMONSTRACI KAVITACE</i>	103
9.2.	<i>NUMERICKÉ ŘEŠENÍ METODOU KONEČNÝCH OBJEMŮ</i>	105
9.2.1.	<i>Geometrie oblasti a okrajové podmínky</i>	107
9.2.2.	<i>Výsledky</i>	110

10. ZÁVĚR.....	119
11. SEZNAM OZNAČENÍ	120
12. LITERATURA	125