

<b>1 Úvod</b> .....	<b>7</b>
1.1 Cíle.....	7
1.2 Požadované znalosti.....	7
1.3 Doba potřebná ke studiu.....	7
1.4 Klíčová slova.....	7
<b>HYDRAULIKA</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Fyzikální vlastnosti kapalin</b> .....	<b>13</b>
2.1 Hustota a měrná tíha kapaliny.....	13
2.2 Soudržnost kapalin.....	14
2.3 Viskozita kapalin.....	14
2.4 Stlačitelnost kapalin.....	15
2.5 Tepelná roztažnost.....	15
2.6 Povrchové napětí.....	16
2.7 Kapilarita.....	16
2.8 Tepelná vodivost.....	17
2.9 Napětí nasycených par.....	17
2.10 Ideální kapalina.....	17
<b>3 Hydrostatika</b> .....	<b>19</b>
3.1 Tlak v kapalině.....	19
3.2 Neproměnnost tlaku v různých směrech.....	19
3.3 Eulerova diferenciální rovnice rovnováhy v kapalině.....	21
3.4 Tlak v kapalině, na níž působí jen tíže.....	22
3.5 Rovňové a hladinové plochy, spojené nádoby a Pascalův teorém.....	23
3.6 Tlaková síla kapaliny na vodorovné plochy.....	24
3.7 Tlaková síla kapaliny na rovinné plochy.....	25
3.7.1 Analytické řešení.....	25
3.7.2 Horizontální a vertikální složka hydrostatické tlakové síly na rovinné plochy.....	27
3.7.3 Grafické znázornění hydrostatického tlaku na rovinné plochy s konstantní šířkou pomocí zatěžovacích obrázců.....	28
3.8 Tlakové síly na zakřivené plochy.....	30
3.9 Plování těles.....	31
<b>4 Hydrodynamika</b> .....	<b>38</b>
4.1 Rovnice kontinuity v 1D.....	40
4.2 Bernoulliho rovnice.....	42
4.2.1 Bernoulliho rovnice.....	42
4.2.2 Příklady použití Bernoulliho rovnice.....	45
4.3 Věta o hybnosti (impulsová věta).....	47
<b>5 Výtok kapaliny otvorem z nádob</b> .....	<b>49</b>
5.1 Ustálený výtok kapaliny otvorem z nádob.....	49
5.1.1 Volný výtok malým otvorem ve dně.....	49
5.1.2 Součinitel výtoku, zúžení, výtokové rychlosti a ztrát.....	51
5.1.3 Volný výtok otvorem ve svislé stěně.....	53
5.1.4 Volný výtok hydraulicky malým otvorem ve svislé stěně.....	55
5.1.5 Výtok ponořeným otvorem ve svislé stěně.....	55

5.1.6	Výtok částečně ponořeným obdélníkovým otvorem.....	56
5.1.7	Volný výtok obdélníkovým otvorem v šikmé stěně.....	57
5.2	Plnění a prázdnění.....	57
5.2.1	Plnění a prázdnění prizmatické nádoby otvorem při $Q_p = \text{konst}$ .....	59
5.2.2	Prázdnění válcové cisterny otvorem při $Q_p = 0$ .....	60
<b>6</b>	<b>Přepady.....</b>	<b>63</b>
6.1	Ostrohranné přelivy.....	65
6.1.1	Výpočet přepadu přes ostrou hranu, Bazinův přeliv.....	65
6.1.2	Nedokonalý přepad přes ostrou hranu.....	67
6.1.3	Ostrohranné přelivy s bočním zúžením.....	68
6.2	Jezové přelivy.....	69
6.2.1	Výpočet přepadu přes jezová tělesa.....	70
6.2.2	Nedokonalý přepad.....	70
6.2.3	Vliv půdorysného uspořádání jezů.....	71
6.2.4	Boční kontrakce.....	71
6.2.5	Jezy obdélníkového příčného průřezu.....	72
6.2.6	Jezy lichoběžníkového příčného průřezu.....	72
6.2.7	Proudnicová přelivná plocha.....	73
6.2.8	Některé typy pohyblivých jezů.....	77
6.3	Přepad přes širokou korunu bez bočního zúžení.....	77
<b>7</b>	<b>Ustálené tlakové proudění vody v potrubí.....</b>	<b>83</b>
7.1	Hydraulické odpory.....	83
7.2	Základní rovnice pro rovnoměrný pohyb kapalin.....	84
7.3	Laminární a turbulentní proudění.....	86
7.4	Ztráty třením.....	88
7.4.1	Součinitel tření.....	89
7.4.2	Rychlostní součinitel $C$ .....	91
7.4.3	Empirické výrazy pro výpočet součinitele tření $\lambda$ .....	92
7.5	Místní ztráty mechanické energie.....	93
7.5.1	Náhlé rozšíření průřezu potrubí - Bordova ztráta.....	94
7.5.2	Kónické rozšíření průřezu.....	95
7.5.3	Náhlé zúžení průřezu.....	96
7.5.4	Kónické zúžení průřezu.....	96
7.5.5	Ztráta na vtoku do potrubí a výtoku z potrubí.....	97
7.5.6	Ztráta v obloucích a v kolenech.....	97
7.6	Hydraulicky krátká potrubí.....	99
7.6.1	Shybka.....	99
7.6.2	Hydraulicky krátká složená potrubí.....	100
7.6.3	Hydraulický okruh s čerpadlem.....	101
7.7	Hydraulicky dlouhé potrubí a potrubí s odběrem po délce.....	102
<b>8</b>	<b>Ustálené proudění vody v otevřených korytech.....</b>	<b>106</b>
8.1	Rovnoměrné proudění vody v otevřených korytech.....	107
8.1.1	Výpočet průřezové rychlosti.....	107
8.1.2	Rychlostní vztah Pavlovského.....	108
8.1.3	Rychlostní vztah Manningův.....	108
8.1.4	Rychlostní vztah Stricklerův.....	109

8.1.5	Hydraulický výpočet rovnoměrného proudění v otevřených korytech.....	109
8.1.6	Profily o různých drsnostech jednotlivých částí.....	109
8.1.7	Složené profily.....	110
8.1.8	Uzavřené profily s volnou hladinou.....	110
8.1.9	Měrná energie průřezu.....	111
8.1.10	Proudění kritické, říční a bystřinné.....	112
8.1.11	Určení kritické hloubky ve vybraných profilech.....	114
8.1.12	Froudovo kritérium.....	114
8.2	Nerovnoměrné ustálené proudění vody v otevřených korytech.....	115
8.2.1	Křivky vzduť a snížení.....	115
8.2.2	Řešení nerovnoměrného pohybu metodou po úsecích.....	116
8.2.3	Řešení nerovnoměrného pohybu metodou po úsecích v prizmatických korytech.....	118
8.2.4	Řešení nerovnoměrného pohybu metodou po úsecích v přirozených korytech.....	119
8.2.5	Výpočet průtoku ze známého průběhu hladiny.....	121
8.2.6	Výpočet průtoků v ramenech koryta.....	121
<b>9</b>	<b>Vodní skok.....</b>	<b>125</b>
9.1	Druhy vodního skoku.....	126
9.2	Prostý vodní skok.....	127
9.2.1	Funkce vodního skoku.....	127
9.2.2	Výpočet vzájemných hloubek.....	128
9.2.3	Délka vodního skoku.....	129
9.2.4	Ztráta energie ve vodním skoku.....	129
9.3	Spojení hladin vodních zdří - návrh vývaru.....	129
9.3.1	Základní rovnice.....	130
9.3.2	Dimenzování podjezí - vývaru.....	131
9.3.3	Délka vodního skoku v divergentním vývaru.....	132
9.3.4	Schéma hydraulického řešení vývaru.....	133
<b>10</b>	<b>Mosty.....</b>	<b>136</b>
10.1	Mosty na tocích s říčním prouděním.....	136
10.1.1	Vtok zatopený dolní vodou.....	136
10.1.2	Vtok neovlivněný dolní vodou.....	137
10.2	Mosty na tocích s bystřinným prouděním.....	138
<b>11</b>	<b>Propustky.....</b>	<b>139</b>
11.1	Propustky s volnou hladinou po celé délce.....	140
11.1.1	Propustky neovlivněné dolní vodou.....	140
11.1.2	Propustky ovlivněné dolní vodou.....	142
11.2	Propustky s volnou hladinou a zatopeným vtokem.....	142
11.2.1	Propustky neovlivněné dolní vodou.....	142
11.2.2	Propustky ovlivněné dolní vodou.....	143
11.3	Tlakové propustky kruhového průřezu.....	143
11.3.1	Výtok z propustku není zatopen dolní vodou.....	144
11.3.2	Výtok z propustku je zatopen dolní vodou.....	144
<b>12</b>	<b>Proudění podzemní vody.....</b>	<b>145</b>
12.1	Darcyho vztah.....	147

12.2	Dupuitovy předpoklady .....	148
12.3	Jímání podzemní vody .....	149
12.3.1	Filtrační stabilita na plášti studny .....	150
12.3.2	Úplná studna s volnou hladinou .....	150
12.3.3	Neúplná studna s volnou hladinou .....	151
12.3.4	Studny tlakové .....	152
12.3.5	Studny vsakovací .....	153
12.4	Sběrná štolá .....	153
12.5	Soustava studní .....	154
<b>13</b>	<b>Neustálený pohyb vody v potrubí .....</b>	<b>157</b>
13.1	Odvození základních vztahů pro ráz v potrubí .....	157
13.2	Časový průběh rázu v potrubí .....	159
<b>14</b>	<b>Rozdělení tekutin .....</b>	<b>160</b>
14.1	Rozdělení tekutin podle vztahu mezi tečným napětím a rychlostním gradientem .....	161
14.2	Jednotlivé typy neneutonských tekutin .....	162
14.2.1	Časově nezávislé neneutonské tekutiny .....	162
14.2.2	Časově závislé neneutonské tekutiny .....	164
14.2.3	Viskoelastické tekutiny .....	164
<b>15</b>	<b>Základní rovnice proudění skutečné kapaliny .....</b>	<b>165</b>
15.1	Tlak v pohybující se viskozni kapalině .....	165
15.2	Navier – Stokesovy rovnice .....	168
<b>16</b>	<b>Mechanická podobnost v hydraulice .....</b>	<b>170</b>
16.1	Zákony modelové podobnosti .....	170
16.2	Geometrická podobnost .....	170
16.3	Kinematická podobnost .....	170
16.4	Dynamická podobnost .....	171
<b>17</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>175</b>
17.1	Shrnutí .....	175
<b>18</b>	<b>Studijní prameny .....</b>	<b>175</b>
18.1	Seznam použité literatury .....	175
18.2	Seznam doplňkové studijní literatury .....	175
<b>19</b>	<b>Autotest .....</b>	<b>176</b>
<b>20</b>	<b>Klíč .....</b>	<b>178</b>