

## IX. Obsah

<b>I. Hydrostatika tekutin</b>	2
1.0 Skutečná a ideální tekutina – jejich vlastnosti	2
1.1 Viskozita tekutin	2
1.1.1 Neneutonské tekutiny s časově nezávislými reologickými vlastnostmi	3
1.1.2 Neneutonské tekutiny s časově závislými reologickými vlastnostmi	3
1.2 Objemová stlačitelnost	4
1.3 Objemová roztažnost	4
1.4 Povrchová napětí	4
1.5 Absorbce plynů	4
1.6 Skutečná a ideální tekutina (ideální tekutina x ideální plyn)	5
2.0 Základní zákony hydrostatiky	5
2.1 Tlak v tekutinách	6
2.2 Eulerova rovnice hydrostatiky	6
2.3 Přírůstek tlaku a hladinové plochy	8
2.4 Tlak v kapalině za působení gravitačního zrychlení	9
2.5 Hydrostatická síla kapaliny na rovinnou plochu	10
2.6 Síla kapaliny na křivou plochu	11
2.7 Vztlak kapalin – Archimédův zákon	13
3.0 Relativní rovnováha kapaliny	14
3.1 Kapalina v nádobě posouvající se přímočaře, rovnoměrně zrychleně	14
3.2 Kapalina v nádobě rotující kolem svislé osy	16
<b>II. Hydrodynamika tekutin</b>	19
1.0 Zákonitosti proudění tekutin a suspenzí	19
1.1 Základní pojmy a rozdělení proudění	19
2.0 Rovnice kontinuity	22
2.1 Rovnice kontinuity – pro jednorozměrné proudění	22
2.2 Rovnice kontinuity – pro prostorové proudění	24
3.0 Eulerova rovnice hydrodynamiky	26
3.1 Integrace Eulerovy rovnice hydrodynamiky po proudnici	28
3.2 Navierova – Stokesova rovnice	30

3.2.1	Užití Navierovy – Stokesovy rovnice	34
3.2.1.1	Laminární proudění mezi rovnoběžnými stěnami	34
3.2.1.2	Laminární stékání po svislé stěně	36
3.3	Užití Bernoulliho rovnice a rovnice kontinuity	38
4.0	Proudění skutečných tekutin	40
4.1	Druhy proudění vazké tekutiny	40
4.1.1	Laminární proudění vazké tekutiny	41
4.1.2	Turbulentní proudění vazké tekutiny	42
4.2	Odpory proudění vazké tekutiny	45
4.2.1	Odpory proudění třením tekutiny	45
4.2.2	Místní odpory proudění tekutiny	47
4.2.3	Energetické poměry při průtoku vazké tekutiny kanálem	48
5.0	Výtok tekutin z nádob	49
5.1	Výtok otvorem ve dně	49
5.2	Výtok malým otvorem ve svislé stěně	51
5.3	Výtok otvorem ponořeným pod hladinou	51
5.4	Výtok velkými otvory	52
5.5	Vyprazdňování nádob	53
5.6	Vyrovnávání hladin ve spojených nádobách	56
5.7	Vliv nátrubků na výtok tekutin z nádrže	56
6.0	Ráz v tekutinách	57
7.0	Dynamické účinky proudu tekutiny na plochu	58
7.1	Určení velikosti síly proudu tekutiny	58
7.2	Síla proudu tekutiny na pevnou stěnu	59
7.3	Síla proudu tekutiny na pohyblivou stěnu	60
8.0	Proudění tekutin v korytech, kanálech, stokách	63
8.1	Rovnoměrný průtok tekutin koryty, kanály	63
8.2	Nerovnoměrný průtok tekutin koryty, kanály	66
9.0	Obtékání těles a odpor těles v proudu tekutiny	67
9.1	Rovnice pro mezní vrstvu	69
9.1.1	Třecí odpor při laminárním obtékání rovinné desky	70

9.1.2	Třecí odpor při turbulentním obtékání rovinné desky	73
9.1.3	Tlakový odpor proudící tekutiny	75
<b>III.</b>	<b>Pohyb tuhých částic v tekutinách – suspenzi</b>	<b>78</b>
1.0	Pohyb tuhých částic v klidné tekutině – usazování	78
1.1	Usazovací rychlost nekulových částic	78
1.2	Rušené usazování	79
2.0	Počátek pohybu tuhých částic účinkem proudění tekutiny	80
3.0	Rovnice pohybu suspenze	82
3.1	Difúzní teorie pohybu suspenze	86
<b>IV.</b>	<b>Proudění tekutin porézním prostředím</b>	<b>89</b>
1.0	Vlastnosti porézního prostředí	89
2.0	Darcyho zákon	91
3.0	Pohybové rovnice prostorového proudění tekutin v homogenním porézním prostředí	94
4.0	Ustálené proudění tekutiny v homogenním porézním prostředí	96
5.0	Dupuitův teorém	100
6.0	Jednorozměrné ustálené nerovnoměrné proudění tekutiny v homogenním porézním prostředí	102
7.0	Rovinné ustálené proudění tekutiny v homogenním porézním prostředí	104
<b>V.</b>	<b>Hydraulické stroje</b>	<b>107</b>
1.0	Eulerova věta pro čerpadla a turbíny	107
1.1	Eulerova věta pro odstředivá čerpadla	107
1.2	Eulerova věta pro radiální turbíny	111
1.3	Eulerova věta pro axiální turbíny a čerpadla	112
1.4	Čerpadla stlačitelných tekutin – ventilátory	113
1.4.1	Odstředivé ventilátory	113
1.4.2	Axiální ventilátory	115
2.0	Podobnostní vztahy pro čerpadla a ventilátory	116
3.0	Bezrozměrná čísla čerpadel a ventilátorů	117
3.1	Tlakové číslo ( $\psi$ )	117
3.2	Objemové, průtokové číslo ( $\varphi$ )	118
3.3	Výkonové číslo ( $\lambda$ )	118
3.4	Číslo velikosti ( $\delta$ )	118

3.5	Číslo otáček ( $\sigma$ )	118
4.0	Provozní vlastnosti čerpadel a ventilátorů	119
4.1	Provozní charakteristiky	119
4.2	Paralelní a sériové řazení ventilátorů a čerpadel	119
4.3	Spolupráce čerpadla (ventilátoru) s potrubní sítí	119
4.4	Regulace ventilátorů a čerpadel	120
5.0	Výpočty základních rozměrů čerpadel a ventilátorů	122
<b>VI.</b>	<b>Hydraulické mechanismy</b>	<b>124</b>
1.0	Hydrostatické mechanismy	124
1.1	Klasifikace a skladba hydrostatických mechanismů	124
1.1.1	Hydrogenerátory	125
1.1.2	Hydrostatické motory	125
1.1.2.1	Hydrostatické motory s rotačním pohybem	125
1.1.2.2	Hydrostatické motory s přímočarým pohybem	127
1.1.3	Prvky řídicí a omezovací	128
1.1.4	Pomocné prvky	128
1.2	Druhy hydrostatických mechanismů a jejich řízení	128
1.21	Charakteristiky hydrostatického mechanismu řízeného změnou pracovního objemu hydrogenerátoru	130
1.22	Charakteristiky hydrostatického mechanismu řízeného změnou pracovního objemu hydromotoru	131
1.23	Charakteristika hydrostatického mechanismu řízeného škrcením	133
1.3	Dynamické vlastnosti hydrostatického mechanismu	134
1.4	Řazení hydromotorů k jednomu hydrogenerátoru	135
1.5	Hydrostatické servomechanismy	135
2.0	Hydrodynamické mechanismy	137
2.1	Analytické řešení hydrodynamických mechanismů	137
2.2	Hydraulická spojka	138
2.3	Hydrodynamický měnič momentů	140
2.4	Hydraulická spojka + měnič momentů	141

3.0	Hybridní hydraulické mechanismy	142
3.1	Hydromechanické trakční mechanismy	142
3.2	Diferenciální hydrostatické trakční mechanismy (DHsP)	143
3.3	Diferenciální hydraulické trakční mechanismy (DHP)	143
<b>VII.</b>	<b>Matematický doplněk</b>	<b>145</b>
<b>VIII.</b>	<b>Seznam literatury</b>	<b>148</b>
<b>IX.</b>	<b>Obsah</b>	<b>150</b>