

<b>ÚVOD</b>	<b>8</b>
<b>POHLED DO HISTORIE</b>	<b>8</b>
<b>POTRAVINÁŘSKÉ INŽENÝRSTVÍ</b>	<b>9</b>
<b>JEDNOTKOVÉ OPERACE</b>	<b>9</b>
<b>PROCESNÍ INŽENÝRSTVÍ</b>	<b>9</b>
<b>1. FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI POTRAVIN</b>	<b>11</b>
<b>1.1 HUSTOTA</b>	<b>11</b>
<b>1.2 TEXTURA</b>	<b>12</b>
<b>1.2.1 GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY ČÁSTIC</b>	<b>13</b>
<b>METODY MĚŘENÍ VELIKOSTI ČÁSTIC</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2 MECHANICKÉ VLASTNOSTI – KONZISTENCE A REOLOGIE</b>	<b>16</b>
<b>NEWTONSKÉ TEKUTINY</b>	<b>17</b>
<b>NENEWTONSKÉ TEKUTINY</b>	<b>18</b>
<b>REOMETRIE</b>	<b>20</b>
<b>POTRAVINÁŘSKÁ REOLOGIE</b>	<b>21</b>
<b>1.3 VLHKOST, SUŠINA A AKTIVITA VODY</b>	<b>22</b>
<b>1.4 TEPELNÉ VLASTNOSTI</b>	<b>23</b>
<b>2. FYZIKÁLNÍ VELIČINY, JEDNOTKY A JEJICH PŘEPOČTY</b>	<b>25</b>
<b>ZÁKLADNÍ POJMY</b>	<b>26</b>
<b>SKALÁRY, VEKTORY, TENZORY</b>	<b>26</b>
<b>2.1 SOUSTAVY FYZIKÁLNÍCH VELIČIN A JEDNOTEK</b>	<b>27</b>
<b>3. BILANČNÍ VÝPOČTY</b>	<b>28</b>
<b>EXTENZIVNÍ A INTENZIVNÍ VELIČINY</b>	<b>29</b>
<b>BILANČNÍ SYSTÉM</b>	<b>29</b>
<b>BILANČNÍ ROVNICE</b>	<b>29</b>
<b>3.1 MATERIÁLOVÉ BILANCE</b>	<b>30</b>
<b>BILANCE HMOTNOSTI</b>	<b>30</b>
<b>BILANCE LÁTKOVÉHO MNOŽSTVÍ</b>	<b>30</b>
<b>BILANCE OBJEMU</b>	<b>31</b>
<b>POSTUP PŘI BILANČNÍM VÝPOČTU</b>	<b>31</b>
<b>TERMINOLOGIE</b>	<b>31</b>

<b>3.2</b>	<b>VYJADŘOVÁNÍ KONCENTRACÍ A JEJICH VZÁJEMNÉ PŘEPOČTY</b>	<b>33</b>
	HMOTNOSTNÍ ZLOMEK	33
	RELATIVNÍ HMOTNOSTNÍ ZLOMEK	34
	HMOTNOSTNÍ "OBJEMOVÁ" KONCENTRACE (PARCIÁLNÍ HUSTOTA)	34
	OBJEMOVÝ ZLOMEK (OBJEMOVÁ PROCENTA)	34
	MOLÁRNÍ ZLOMEK (MOLÁRNÍ PROCENTA)	35
	RELATIVNÍ MOLÁRNÍ ZLOMEK	35
	MOLÁRNÍ KONCENTRACE (MOLARITA)	35
	MOLÁRNÍ KONCENTRACE (MOLALITA)	35
	NORMÁLNÍ KONCENTRACE (NORMALITA)	35
	PPM (PARTS PER MILLION)	35
	PPB (PARTS PER BILLION)	36
<b>3.3</b>	<b>ENERGETICKÉ BILANCE</b>	<b>36</b>
	TEPELNÉ BILANCE	37
<b>4.</b>	<b>PŘÍKLADY KE KAPITOLÁM 1 AŽ 3</b>	<b>39</b>
	PROBLÉM 1: PŘEPOČET JEDNOTEK	39
	PROBLÉM 2: TABELOVANÉ ÚDAJE	39
	PROBLÉM 3: PŘEPOČET VELIČINY DO SI SOUSTAVY	40
	PROBLÉM 4: ZRÁDNÁ PROCENTA	40
	PROBLÉM 5: KONCENTRACE SOLI (CHLORIDU SODNÉHO) VE VODĚ	40
	PROBLÉM 6: OBCHOD, MARKETING, NÁKUP	41
	PROBLÉM 7: BILANCE SUROVIN	41
	PROBLÉM 8: SPOTŘEBA ENERGIE	42
	PROBLÉM 9: SPOTŘEBA ENERGIE JEŠTĚ JEDNOU	42
	PROBLÉM 10: KONEČNĚ NĚCO O JÍDLE	42
	PROBLÉM 11: ENERGETICKÁ BILANCE PŘI PITÍ STUDENÝCH NÁPOJŮ	43
	PROBLÉM 12: CO TAKHLE NĚCO NA ZUB?	44
<b>5.</b>	<b>MECHANIKA TEKUTIN</b>	<b>44</b>
<b>5.1</b>	<b>HYDROSTATIKA</b>	<b>45</b>
	TEKUTINA V POLI GRAVITAČNÍ SÍLY	45
	SPOJENÉ NÁDOBY, DIFERENČNÍ U-MANOMETR	46
	TEKUTINA V POLI ODSTŘEDIVÉ SÍLY	47
	MĚŘENÍ TLAKU, TLAKOMĚRY	48
<b>5.2</b>	<b>HYDRODYNAMIKA - TOK POTRUBÍM</b>	<b>49</b>
	MĚŘENÍ PRŮTOČNÉHO MNOŽSTVÍ	49
<b>5.2.1</b>	<b>POTRUBÍ</b>	<b>50</b>
	NORMALIZOVANÉ VELIČINY	50

MATERIÁL POTRUBÍ	51
SPOJOVÁNÍ ČÁSTÍ POTRUBÍ, UKLÁDÁNÍ POTRUBÍ	52
TYPICKÉ ARMATURY POTRUBNÍCH ROZVODŮ	52

## **5.2.2** MATEMATICKÝ POPIS TOKU POTRUBÍM **53**

CHARAKTER TOKU	53
ROVNICE KONTINUITY	54
BERNOULLIHO ROVNICE	55
ZTRÁTY PŘI PROUDĚNÍ POTRUBÍM: DARCY - WEISBACHOVA ROVNICE	57
ZTRÁTY PŘI PROUDĚNÍ MÍSTNÍMI ODPORY	58

## **5.3** ZAŘÍZENÍ PRO DOPRAVU KAPALIN **60**

VÝKON, PŘÍKON, ÚČINNOST ČERPADLA	61
GRAFICKÉ CHARAKTERISTIKY ČERPACEL	61
PRACOVNÍ BOD ČERPADLA	62
ŠTÍTKOVÉ HODNOTY ČERPADLA	62
MAXIMÁLNÍ SACÍ VÝŠKA ČERPADLA	63
SPOJOVÁNÍ ČERPACEL	63
ZÁKLADNÍ TYPY ČERPACEL	63
ODSTŘEDIVÁ ČERPADLA	64
OBJEMOVÁ ČERPADLA	65
ZVLÁŠTNÍ ČERPADLA	69

## **5.4** DOPRAVA A STLAČOVÁNÍ VZDUŠNIN **69**

VENTILÁTORY	69
DMYCHADLA	70
KOMPRESORY	70
VÝVĚVY	70

## **6.** MÍCHÁNÍ V KAPALINÁCH **72**

### **6.1** ZAŘÍZENÍ S ROTAČNÍMI MÍCHADLY **73**

POMALUBĚŽNÁ MÍCHADLA	74
RYCHLOBĚŽNÁ MÍCHADLA	75
PŘÍKON MÍCHADLA	76

### **6.2** HYDRAULICKÉ MÍCHÁNÍ **77**

### **6.3** STATICKE SMĚŠOVAČE **78**

## **7.** USAZOVÁNÍ **78**

### **7.1** POHYB OSAMOCENÉ ČÁSTICE V GRAVITAČNÍM POLI **80**

### **7.2** RUŠENÉ USAZOVÁNÍ **84**

<b>7.3</b>	<b>ZÓNOVÉ USAZOVÁNÍ. ZAHUŠŤOVACÍ KŘIVKA</b>	<b>84</b>
<b>7.4</b>	<b>USAZOVÁNÍ VE VZESTUPNÉM PROUDU TEKUTINY</b>	<b>85</b>
<b>7.5</b>	<b>USAZOVÁNÍ V ODSŤŘEDIVÉM POLI</b>	<b>85</b>
<b>7.6</b>	<b>ZAŘÍZENÍ PRO GRAVITAČNÍ USAZOVÁNÍ</b>	<b>86</b>
<b>7.7</b>	<b>SEDIMENTAČNÍ ODSŤŘEDIVKY</b>	<b>88</b>
<b>7.8</b>	<b>CYKLÓNY A HYDROCYKLÓNY</b>	<b>90</b>
<b>8.</b>	<b>FILTRACE</b>	<b>91</b>
<b>8.1.</b>	<b>KOLÁČOVÁ FILTRACE</b>	<b>92</b>
	KOLÁČOVÁ FILTRACE PŘI KONSTANTNÍ RYCHLOSTI	93
	KOLÁČOVÁ FILTRACE ZA KONSTANTNÍHO TLAKOVÉHO ROZDÍLU	93
	STANOVENÍ HODNOT FILTRAČNÍCH KONSTANT	94
	PŘEPOČTY FILTRAČNÍCH KONSTANT	95
<b>8.1.1.</b>	<b>ZAŘÍZENÍ PRO KOLÁČOVOU FILTRACI</b>	<b>96</b>
	FILTRAČNÍ NUČ	96
	KALOUS	97
	VAKUOVÝ ROTAČNÍ BUBNOVÝ FILTR	99
<b>8.2.</b>	<b>HLOUBKOVÁ FILTRACE</b>	<b>99</b>
<b>8.2.1.</b>	<b>ZAŘÍZENÍ PRO HLOUBKOVOU FILTRACI</b>	<b>100</b>
	PÍSKOVÝ FILTR	100
	KŘEMELINOVÝ NAPLAVOVACÍ FILTR	100
	STANDARDIZOVANÉ FILTRAČNÍ ELEMENTY (VLOŽKY, NÁPLNĚ, KARTRIDŽE)	101
<b>9.</b>	<b>MEMBRÁNOVÉ SEPARACE</b>	<b>102</b>
	PRINCIP PROCESU	102
	MEMBRÁNY A MEMBRÁNOVÉ MODULY	103
	HNACÍ SÍLA PROCESU	105
	USPOŘÁDÁNÍ TOKU	106
<b>9.1.</b>	<b>TLAKOVÉ MEMBRÁNOVÉ PROCESY</b>	<b>107</b>
	ZÁKLADNÍ PROCESNÍ CHARAKTERISTIKY	108
	RETENCE MEMBRÁNY	108
	INTENZITA TOKU PERMEÁTU	109
	USTÁLENÁ HODNOTA INTENZITY TOKU PERMEÁTU	109

KONCENTRAČNÍ POLARIZACE, ZANÁŠENÍ MEMBRÁNY	110
OSMOTICKÝ TLAK	110
HYDRODYNAMICKÝ ODPOR MEMBRÁNY	112
VLIV TLAKOVÉHO ROZDÍLU NA PRŮBĚH PROCESU	112
KONVERZNÍ POMĚR	113

## **9.2. DALŠÍ MEMBRÁNOVÉ PROCESY VYUŽÍVANÉ V POTRAVINÁŘSTVÍ** 113

---

PERVAPORACE	113
MEMBRÁNOVÉ DĚLENÍ PLYNNÝCH SMĚSÍ	114
ELEKTRODIALÝZA	114

## **10. PŘÍKLADY KE KAPITOLÁM 5. AŽ 9.** 115

---

PROBLÉM 1: MĚŘENÍ TLAKU U MANOMETREM	115
PROBLÉM 2: DALŠÍ ZÁKONITOSTI HYDROSTATIKY	115
PROBLÉM 3: TOK TRUBKOU PROMĚNLIVÉHO PRŮŘEZU	116
PROBLÉM 4: JEŠTĚ JEDNOU ROVNICE KONTINUITY A NAVÍC CHARAKTER TOKU	116
PROBLÉM 5: DETAILNĚJŠÍ POHLED NA PRŮTOK ZÚŽENÝM POTRUBÍM	116
PROBLÉM 6: TLAKOVÁ ZTRÁTA PŘI TOKU POTRUBÍM	117
PROBLÉM 7: ZTRÁTY PŘI TOKU ARMATURAMI (MÍSTNÍMI ODPORY)	118
PROBLÉM 9: ZTRÁTOVÁ VÝŠKA, VÝKON A PŘÍKON ČERPADLA	119
PROBLÉM 10: KAM UMÍSTIT ČERPADLO (MAXIMÁLNÍ SACÍ VÝŠKA ČERPADLA)	119
PROBLÉM 11: PŘÍKON ELEKTROMOTORU MÍCHADLA	121
PROBLÉM 12: SEDIMENTAČNÍ RYCHLOST OSAMOCENÝCH KULOVITÝCH ČÁSTIC	121
PROBLÉM 13: SEDIMENTAČNÍ RYCHLOST OSAMOCENÝCH NEKULOVÝCH ČÁSTIC	122
PROBLÉM 14: STANOVENÍ PRŮMĚRU ČÁSTIC, KTERÉ SEDIMENTUJÍ URČITOU RYCHLOSTÍ	122
PROBLÉM 15: OBČAS MUSÍME VYPRAT PRÁDLO	123
PROBLÉM 16: STANOVENÍ FILTRAČNÍCH KONSTANT ZE DVOU EXPERIMENTÁLNÍCH MĚŘENÍ	123
PROBLÉM 17: DOBA FILTRACE NA PROVOZNÍM FILTRU	124
PROBLÉM 18: FILTRACE NA KALOLISU (BILANCE)	124
PROBLÉM 19: REVERZNÍ OSMÓZA (REJEKCE MEMBRÁNY, OSMOTICKÝ TLAK)	125
PROBLÉM 20: REVERZNÍ OSMÓZA (PLOCHA A USPOŘÁDÁNÍ ZAŘÍZENÍ, BILANCE)	126

## **ZÁVĚREM – DOPORUČENÁ LITERATURA** 127

---

STANDARDNÍ UČEBNICE A PŘÍRUČKY	128
ENCYKLOPEDIE	129
SPECIALIZOVANÁ LITERATURA	129

## **SEZNAM SYMBOLŮ** 130

---