

## OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1 PODZEMNÍ VODA A HYDROLOGICKÝ CYKLUS .....	1
1.2 ROZDĚLENÍ VODY VE VERTIKÁLNÍM PROFILU .....	1
1.3 KLASIFIKACE ZVODNÍ .....	3
1.4 KONTINUÁLNÍ PŘÍSTUP .....	6
<b>2. ZÁKONITOSTI POHYBU PODZEMNÍ VODY</b> .....	<b>7</b>
2.1 POTENCIÁL VODY V PORÉZNÍM PROSTŘEDÍ .....	7
2.2 URČOVÁNÍ HYDRAULICKÉ VÝŠKY, PIEZOMETR, TENZOMETR .....	8
2.3 DARCYHO ZÁKON .....	10
2.4 RYCHLOST PROUDĚNÍ V PORÉZNÍM PROSTŘEDÍ - HUSTOTA TOKU, PÓROVÁ RYCHLOST .....	11
2.5 ZOBECNĚNÍ DARCYHO ZÁKONA .....	12
2.6 HOMOGENITA A NEHOMOGENITA .....	13
2.7 IZOTROPIE A ANIZOTROPIE .....	14
2.8 MEZE PLATNOSTI DARCYHO ZÁKONA .....	16
2.9 PRELINEÁRNÍ PROUDĚNÍ .....	17
2.10 POSTLINEÁRNÍ PROUDĚNÍ .....	17
2.11 HYDRAULICKÁ VODIVOST, PROPUSTNOST A TRANSMISIVITA .....	19
2.12 SPECIFICKÁ STORATIVITA .....	21
<b>3. MATEMATICKÝ POPIS TŘÍROZMĚRNÉHO PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY</b> .....	<b>23</b>
3.1 ROVNICE KONTINUITY .....	23
3.2 OBECNÁ POHYBOVÁ ROVNICE .....	26
3.3 ROVNICE TŘÍROZMĚRNÉHO PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY .....	27
3.4 OKRAJOVÉ A POČÁTEČNÍ PODMÍNKY .....	28
<b>4. CHARAKTERISTIKY PROUDOVÉHO POLE</b> .....	<b>30</b>
<b>5. POHYB PODZEMNÍ VODY JAKO POTENCIÁLNÍ PROUDĚNÍ</b> .....	<b>33</b>
5.1 PRODOVÁ SÍŤ PRO ZÁKLADNÍ TYPY PROUDĚNÍ .....	38
5.2 METODA KRESLENÉ SÍTĚ .....	42
<b>6. MATEMATICKÝ POPIS DVOUROZMĚRNÉHO PLOŠNÉHO PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY</b> .....	<b>44</b>
6.1 HYDRAULICKÝ PŘÍSTUP .....	44
6.2 DUPUITOVY POSTULÁTY .....	45
6.3 STORATIVITA KOLEKTORU S VOLNOU A NAPJATOU HLADINOU .....	48
6.4 ROVNICE DVOUROZMĚRNÉHO ROVINNÉHO PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY .....	50
6.4.1 Rovnice dvourozměrného proudění podzemní vody v kolektoru s napjatou hladinou .....	50
6.4.2 Rovnice dvourozměrného proudění v kolektoru s volnou hladinou .....	52
6.5 PŘÍKLADY APLIKACE DUPUITOVÝCH POSTULÁTŮ - STACIONÁRNÍ PROUDĚNÍ .....	54
6.5.1 Proudění v bloku zeminy s vodorovným nepropustným podložím .....	54
6.5.2 Průsak blokem zeminy s vodorovnými vrstvami .....	56
6.5.3 Průsak blokem zeminy s vertikálním rozhraním dvou materiálů .....	58
6.5.4 Průsak blokem zeminy se zahrnutím vlivu infiltrace (evaporace) .....	59
6.5.5 Proudění na skloněném nepropustném podloží .....	61
6.5.6 Průsak hrází .....	64
6.5.7 Korektnost stanovení specifického průtoku podle Dupuita .....	69

6.5.8	Proudění v kolektoru s napjatou hladinou .....	72
6.5.9	Proudění v kolektoru s napjatou hladinou a s přetékáním .....	75
6.5.10	Proudění v kolektoru s volnou hladinou s přetékáním .....	77
6.5.11	Sdružená metoda .....	81
6.6	GIRINSKÉHO POTENCIÁL .....	84
6.6.1	Girinského potenciál při proudění v kolektoru s napjatou hladinou .....	86
6.6.2	Girinského potenciál pro vrstevnaté prostředí .....	87
6.6.3	Stanovení průsaku při aplikaci Girinského potenciálu .....	89
6.7	ROVNICE POPISUJÍCÍ ROTAČNĚ SYMETRICKÉ PROUDĚNÍ .....	89
6.8	STACIONÁRNÍ ROTAČNĚ SYMETRICKÉ PROUDĚNÍ - ŘEŠENÍ STUDNÍ .....	92
6.8.1	Proudění v okolí obyčejné úplné studny .....	93
6.8.2	Proudění v okolí úplné studny v kolektoru s napjatou hladinou .....	96
6.8.3	Proudění v okolí studny v kolektoru s napjatou hladinou a s přetékáním .....	97
6.8.4	Proudění v okolí neúplných studní .....	102
6.8.5	Soustavy studní .....	104
6.8.6	Studny v blízkosti hranice - řešení metodou fiktivních studní .....	106
6.8.7	Postupová doba při průsaku z řeky do studny .....	110
<b>7.</b>	<b>NESTACIONÁRNÍ PROUDĚNÍ .....</b>	<b>113</b>
7.1	BOUSSINESQOVA ROVNICE .....	113
7.2	LINEARIZACE BOUSSINESQOVY ROVNICE .....	115
7.3	NESTACIONÁRNÍ ROVINNÉ PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY .....	118
7.3.1	Náhlý skok hladiny na okraji velmi širokého zemního masívu .....	118
7.3.2	Náhlý skok hladiny na okraji zemního masívu konečné šířky .....	121
7.4	NESTACIONÁRNÍ ROTAČNĚ SYMETRICKÉ PROUDĚNÍ .....	124
7.4.1	Proudění do studny při konstantním odběru .....	125
7.4.2	Proudění při konstantním poklesu hladiny ve studni .....	129
<b>8.</b>	<b>ŘEŠENÍ INVERZNÍ ÚLOHY - STANOVENÍ PARAMETRŮ PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>130</b>
8.1	STANOVENÍ HYDRAULICKÉ VODIVOSTI VÝPOČTEM ZE VZORCŮ .....	130
8.2	LABORATORNÍ STANOVENÍ NASYCENÉ HYDRAULICKÉ VODIVOSTI .....	133
8.3	TERÉNNÍ METODY .....	135
8.3.1	Měření při existenci ustáleného proudění podzemní vody .....	135
8.3.2	Čerpací zkoušky .....	136
<b>9.</b>	<b>MODELOVÁNÍ PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY .....</b>	<b>142</b>
9.1	METODA KONEČNÝCH DIFERENCÍ .....	143
9.1.1	Vyjádření stabilní okrajové podmínky .....	144
9.1.2	Vyjádření nestabilní okrajové podmínky .....	145
9.1.3	Řešení transientního proudění .....	146
9.2	METODA KONEČNÝCH PRVKŮ .....	148
9.2.1	Řešení nestacionární úlohy metodou konečných prvků .....	151
9.3	POUŽITÍ NUMERICKÝCH SIMULAČNÍCH MODELŮ .....	153
9.4	MODEL MODFLOW .....	156
9.4.1	Matematický model .....	157
9.4.2	Diskretizace modelované oblasti .....	157
9.4.3	Numerické řešení řídicí rovnice .....	159
9.4.4	Struktura modelu MODFLOW .....	164
9.4.5	Vstupní data .....	165
9.4.6	Vazba programu MODFLOW na další software .....	171