

OBSAH

1. ÚVOD	1
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
2. ZÁKONITOSTI POHYBU PODZEMNÍ VODY	7
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
3. MATEMATICKÝ POPIS TŘÍROZMĚRNÉHO PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY	23
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
4. CHARAKTERISTIKY PROUDOVÉHO POLE	30
5. POHYB PODZEMNÍ VODY JAKO POTENCIÁLNÍ PROUDĚNÍ	33
5.1 PROUDOVÁ SÍŤ PRO ZÁKLADNÍ TYPY PROUDĚNÍ	38
5.2 METODA KRESLENÉ SÍTĚ	42
6. MATEMATICKÝ POPIS DVOUROZMĚRNÉHO PLOŠNÉHO PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY	44
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
7. NESTACIONÁRNÍ PROUDĚNÍ	113
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
8. ŘEŠENÍ INVERZNÍ ÚLOHY - STANOVENÍ PARAMETRŮ PROSTŘEDÍ	130
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
9. MODELOVÁNÍ PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY	142
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