

Obsah

1. Úvod do modelování v pedologii	9
1.1 Rozdělení modelů podle měřítka	9
1.1.1 Rozdělení modelů podle prostorového měřítka	9
1.1.2. Rozdělení modelů podle časového měřítka	11
1.2. Rozdělení modelů podle teoretického základu	11
1.3. Kombinace modelů na různých úrovních a různých přístupů	12
1.4. Postup při tvorbě a verifikaci nového koncepčního modelu	13
1.5. Kritéria výběru a aplikace stávajících modelů	13
2. Pedogenetické modely	14
2.1. Definice půdních procesů	14
2.2. Obecné modely pedogeneze	14
2.2.1. Obecná rovnice pedogeneze – faktorový přístup	14
2.2.2. Obecná rovnice popisující tok procesu – systémový přístup	15
2.3. Klasifikace obecných půdních mikropřesů z pohledu následného modelování	16
2.3.1. Procesy přeměn látek	16
2.3.2. Procesy přeměn prostorového uspořádání	17
2.3.3. Procesy přenosů	17
2.4. Model vývoje půdního profilu	17
3. Modely pórézní soustavy (mikroskopické měřítko)	19
3.1. Kvalita pórovitosti	19
3.1.1. Rozdělení pórů	19
3.1.2. Konfigurace pórových systémů	20
3.2. Kvantifikace pórového systému	21
3.3. Metody pro studium a popis struktury pórézní soustavy	22
3.3.1. Přímé metody	22
3.3.2. Nepřímé metody	22
3.3.2.1. Kapilární síly	23
3.3.2.2. Vztah rozdělení velikosti pórů a retenční čáry půdní vlhkosti	23
3.4. Fyzikální modely pro popis pohybu a distribuce kapaliny v pórézní soustavě	25
3.5. Koncepční modely pro popis pohybu a distribuce kapaliny v pórézní soustavě	27
4. Hydraulické vlastnosti a teorie kapilárních modelů pro předpověď hydraulických vodivostí z průběhu retenčních čar půdní vlhkosti	31
4.1. Metody pro stanovení hydraulických vlastností nasycených a nenasyčených půd	31
4.1.1. Metody pro stanovení retenční čáry půdní vlhkosti	31
4.1.2. Metody pro stanovení nasycených hydraulických vodivostí	34
4.1.3. Metody pro stanovení nenasyčených hydraulických vodivostí	36
4.2. Analytické funkce pro vyjádření retenčních čar půdní vlhkosti	39
4.3. Teorie kapilárního modelu	40
4.4. Předpověď hydraulické vodivosti	42
4.5. Hystereze hydraulických vlastností	42

5. Předpověď hydraulických vlastností půd pomocí pedotransferových funkcí	47
5.1. Definice pedotransferových funkcí	47
5.2. Předpověď retenční čáry půdní vlhkosti	47
5.2.1. Půdní vlhkosti pro dané tlakové výšky	47
5.2.2. Parametry funkce popisující retenční čáru	47
5.2.3. Modely morfologické	48
5.2.4. Modely fyzikálně empirické	49
5.3. Nepřímé stanovení nasycené hydraulické vodivosti	49
6. Modely popisující transport vody v půdě	52
6.1. Rovnice pro transport vody	52
6.2. Zdroje a propady	53
6.3. Aplikace pro simulaci proudění vody v půdním profilu	54
6.3.1. Metody řešení a prostorové rozdělení	55
6.3.2. Výpočet časového kroku	55
6.3.3. Definice počátečních podmínek	55
6.3.4. Definice okrajových podmínek	55
7. Modely popisující transport plynu v půdě	57
7.1. Rovnice pro transport plynu difuzí	57
7.2. Stanovení difuzního koeficientu	57
7.3. Propustnost plynu	60
7.4. Stanovení propustnosti plynu	60
8. Modely popisující transport tepla v půdě	62
8.1. Tepelná kapacita	62
8.2. Rovnice pro transport tepla	62
8.3. Stanovení tepelné kapacity a tepelné vodivosti	63
8.4. Aplikace pro simulaci transportu tepla v půdním profilu	64
9. Modely popisující transport ve vodě rozpuštěných látek	66
9.1. Typy transportu a modelové přístupy	66
9.2. Konzervativní mísitelné proudění	66
9.2.1. Advekce	67
9.2.2. Hydrodynamická disperze	67
9.2.3. Rovnice pro konzervativní transport rozpuštěných látek	68
9.3. Nekonzervativní mísitelné proudění	69
9.3.1. Geochemické modely	69
9.3.2. Kombinované modely pro popis transportu reagujících látek	69
9.3.3. Komplexní rovnice pro popis nekonzervativního transportu rozpuštěných látek v půdě	70
9.3.3.1. Rychlostní konstanty a řád reakce	71
9.3.3.2. Adsorpce látek na půdní částice	72
9.3.3.3. Látky těkavé	74
9.3.4. Varianty transportu látek a jejich popis pomocí zjednodušených rovnic	74
9.4. Aplikace pro simulaci transportu rozpuštěných látek v půdním profilu	75

10. Modely popisující transport nemísitelných fází	77
10.1. Kapilární tlak a kapilární tlaková výška	77
10.2. Retenční křivka	78
10.3. Předpověď retenčních čar	80
10.4. Hydraulická vodivost a její předpověď	81
10.5. Matematický popis transportu	83
11. Kalibrace modelů a inverzní modelování	84
11.1. Kalibrace modelů	84
11.2. Inverzní modelování	84
11.2.1. Definování inverzní úlohy pro multi-step outflow/inflow experiment	84
11.2.2. Verifikace experimentu a numerického modelu	86
11.2.3. Užívané experimentální metody pro optimalizaci parametrů hydraulických funkcí	87
11.2.4. Užívané experimentální metody pro optimalizaci parametrů charakterizujících transport rozpuštěných látek	89
12. Variabilita půdních vlastností	90
12.1. Definice prostorové a časové variability	90
12.2. Scaling hydraulických vlastností půdního prostředí	92
12.2.1. Definice podobnosti prostředí	92
12.2.2. Definice podobných procesů	93
12.2.3. Určení referenčních charakteristik a scaling faktorů	94
13. Modely pro transport vody a rozpuštěných látek zohledňující více-módní rozdělení pórového systému	96
13.1. Rovnovážný transport vody a rozpuštěných látek	96
13.2. Nerovnovážný transport vody a rozpuštěných látek	97
13.2.1. Modely duální pórovitosti	97
13.2.2. Modely duální propustnosti	98
14. Aplikace programu RETC, využití kapilárního modelu	102
14.1. Program RETC	102
14.2. Proložení retenční čáry půdní vlhkosti	102
14.3. Stanovení distribuční funkce poloměrů pórů	103
14.4. Předpověď nenasyčených hydraulických vodivostí	104
15. Aplikace programu ROSETTA	109
15.1. Program ROSETTA	109
15.2. Předpověď retenční čáry půdní vlhkosti z křivky zrnitosti	109
16. Aplikace metody nejmenších čtverců	111
16.1. Metoda nejmenších čtverců	111
16.2. Proložení měřených bodů adsorpční izotermu Freundlichovou a Langmuirovou rovnicí	112

17. Aplikace programu HYDRUS-1D	114
17.1. Program HYDRUS-1D	114
17.2. Simulace proudění vody v půdním profilu	114
17.3. Simulace transportu látek v půdním profilu	122
17.4. Inverzní úloha pro multi-step outflow experiment	132
17.5. Inverzní úloha pro terénní měření půdních vlhkostí a tlakových výšek v půdním profilu	136
18. Aplikace programu BPS	142
18.1. Program BPS	142
18.2. Simulace transportu látek v půdním profilu	142
Literatura	144