

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

23245

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. CL:

G01N 15/08 (2006.01)
G01N 13/00 (2006.01)
G01N 33/24 (2006.01)
E02D 1/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2011 - 24269**
(22) Přihlášeno: **27.04.2011**
(47) Zapsáno: **12.01.2012**

(73) Majitel:

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha - Zbraslav, CZ

(72) Původce:

Kulhavý Zbyněk Ing. CSc., Pardubice, CZ
Čmelík Milan Ing., Skuteč, CZ

(74) Zástupce:

Ministerstvo zemědělství ČR, Mgr. Hana Jirkalová, Těšnov 17, Praha 1, 11705

(54) Název užitého vzoru:

Kontinuální infiltrometr

CZ 23245 U1

Kontinuální infiltrometr

Oblast techniky

Řešení se týká kontinuálního infiltrometru zejména pro varovné systémy, umožňující kvantifikovat riziko tvorby povrchového odtoku v povodí přímým měřením infiltračního potenciálu v terénu za podmínek velmi blízkých aktuální hydrologické situaci.

Dosavadní stav techniky

Infiltrace dešťových srážek do půdy souvisí s tvorbou povrchového odtoku, který je hlavním činitelem vývoje negativních jevů na povodích, jakými jsou povodně a eroze půd. Snižování infiltrační schopnosti pro vodu vede ke zvyšování povrchového odtoku. Přímé měření infiltrace v terénu se provádí zpravidla v rámci experimentálních prací, pro svoji pracovní náročnost a obtížnou interpretovatelnost výsledků. Základními parametry infiltrace jsou momentální rychlost infiltrace a kumulativní úhrn infiltrované vody. Mezi činitele, ovlivňující infiltraci, patří vstupní odpory povrchu půdy, průnikání vody, dále aktuální zaplnění půdních pórů vodou včetně jejich hydraulické vodivosti. Měření infiltrometru, dále tlaková výška vody, závisující na drsnosti a sklonu povrchu, hloubka terénních depresí atd.

Mezi řízené parametry při měření infiltrace patří termín zahájení zkoušky, intenzita simulované srážkové epizody (proměnlivá či konstantní) a výška počáteční povrchové akumulace vody (náhradní maximální výška vodního sloupce na povrchu půdy, která reprezentuje podmínky začátku tvorby povrchového odtoku). Měřené parametry patří kritická doba trvání srážky zvolené intenzity, doba počátku tvorby povrchového odtoku. Při pokračování zkoušky se snímají údaje o průběhu infiltrace, jakými jsou intenzita infiltrace a kumulativní infiltrace.

Pro komplexní měření se v experimentální praxi používá dešťový simulátor, který generuje povrchový odtok a poskytuje parametry procesu infiltrace, avšak jde o provozně složité zařízení, zpravidla větších půdorysných rozměrů (s infiltrační plochou od několika desítek dm^2 do desítek až stovek m^2), náročné na vydatnost vodního zdroje a vydatnost čerpadel. To prakticky neumožňuje souběžný automatizovaný provoz soustavy zařízení vedle sebe (vedlo by ke zvýšení plochy meteorostance) a neumožňuje tak souběžně testovat více dešťových intenzit. Zároveň je povrch půdy poškozen vodní erozí stékající vody. K dispozici jsou také přenosné simulátory deště typu Mc Queena (s plochou 283 cm^2) nebo dle Kamphorsta (625 cm^2). Jejich využití však nepředpokládá kontinuální opakované použití, není konstruováno pro automatizovaný provoz a tudíž jej není možné provozovat v rámci varovných protipovodňových systémů.

Mezi další obdobná zařízení lze zařadit infiltrometry, u nichž však intenzita přítoku není regulována, tudíž poskytuje pouze informaci o mezní rychlosti a množství infiltrované vody. Jejich konstrukční řešení (úplné zakrytí povrchu půdy) vyčleňuje testovanou plošku z okolního prostředí a podmínka promítnutí vlivu aktuálních meteorologických jevů do procesu infiltrace tak není splněna.

Obecně se tradiční využití polních dešťových simulátorů a infiltrometrů zásadně liší od využití ve varovných systémech a jejich přestavba či doplnění jsou náročné (nehledě k vysokým prvotním pořizovacím nákladům).

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky odstraňuje kontinuální infiltrometr podle technického řešení, jehož podstata spočívá v tom, že se skládá alespoň z jedné infiltrační jednotky, obsahující vymezovací válec zaražený do povrchu půdy, dále z hladinového hrotu propojeného elektrickým vedením s řídicí jednotkou, která je spojena s dávkovací jednotkou a rozvodem vody ze zdroje vody k infil-

raci vody do půdy zadešťovací trysek, přitom údaje o provozu zařízení jsou archivovány v dataloggeru.

Kontinuální infiltrometr podle technického řešení je charakterizován tím, že během měření infiltrace výtopou je umístěn v rostlém terénu na reprezentativním místě povodí. Teoretickým východiskem principu zařízení je pak geneze povrchového odtoku z elementární odtokové plochy.

Kontinuální infiltrometr podle technického řešení je také charakterizován tím, že termín zahájení zkoušky a intenzita přítoku vody k infiltraci jsou řízeny řídicí jednotkou.

Kontinuální infiltrometr podle technického řešení je dále charakterizován tím, že je vhodný pro automatizované terénní měření infiltračního potenciálu povrchu půdy za aktuálního stavu, pokryvu a vlhkosti a je přizpůsoben k měření doby dosažení nastavitelné nejvyšší úrovně hladiny vody po zadešťování povrchu půdy zvolenou intenzitou přítoku vody.

Kontinuální infiltrometr podle technického řešení spojuje výhody obou dosavadních zařízení (dešťového simulátoru a infiltrometru), přitom je přizpůsoben k trvalému automatizovanému provozu v rámci meteorologické stanice varovného protipovodňového systému.

Kontinuální infiltrometr podle technického řešení nalezne uplatnění jako autonomní čidlo stabilních či mobilních meteorologických stanic s doplněnou funkcí generování varovných hlášení o riziku lokálních povodní nebo jako kalibrační hodnota modelových řešení srážko-odtokových vztahů. Generování výstrahy je tak založeno buď na přímé interpretaci okamžitých výsledků měření nebo zprostředkovaně pomocí souběžně provozovaných numerických modelů. Soubor řízených a měřených parametrů infiltrace integruje vlivy, které působí v reálných podmínkách v povodí při tvorbě povrchového odtoku, zejména jako důsledek nasycenosti půdy vodou.

Přednosti kontinuálního infiltrometru podle technického řešení lze shrnout takto:

- univerzálnost zařízení jednak pro stanovení kritických parametrů deště (1. fáze měření), vyvolávajícího na měřené lokalitě povrchový odtok, jednak poskytující údaj o aktuálních podmínkách infiltrace vody do půdy (2. fáze);
- možný souběh měření s různými parametry zadešťování, povrchů půdy atd.;
- kompaktnost konstrukčního řešení a skladnost systému včetně jednoduchosti napojení na stávající či nově budované varovné povodňové systémy (řešení jako autonomní čidlo automatické monitorovací stanice);
- konstrukční jednoduchost, automatizace měření a možnost přizpůsobení místním podmínkám (volba plochy vymezení válce, počtu infiltračních jednotek), úspora finančních prostředků;
- respektování aktuálních meteorologických a hydrologických podmínek v době měření (vlhkosti povrchu, vlhkost půdy atd.).

Přehled obrázků na výkresech

Na přiložených výkresech je na Obr. 1 schematicky znázorněno základní funkční zapojení jedné infiltrační jednotky 8 s vazbami na další konstrukční díly kontinuálního infiltrometru podle technického řešení. Na Obr. 2 je schéma vícečetného zapojení infiltračních jednotek 8 pro postupné nebo souběžné měření infiltrace s uspořádáním, umožňujícím datové přenosy na společný centrální datalogger 7 pro několik infiltračních jednotek 8 ($i = a$ až z). Příklad provedení vymezení válce 1 (vlevo) s přípravky na jeho zaražení do půdy (vpravo). Do půdy je vymezovací válec 1 zaražen až do úrovně horního mezikruží hladinového hrotu 2, přičemž může být zvoleno i jiné konstrukční řešení.

Následující příklady provedení kontinuálního infiltrometru podle technického řešení pouze dokládají, aniž by ho jakkoliv omezovaly.

Příklady provedení

Příklad 1

Kontinuální infiltrometr podle technického řešení byl vyroben v roce 2010 ve Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy v.v.i., Praha, CZ, a byl připojen na meteorologickou stanici fy. Fiedler-Mágr České Budějovice, CZ.

Kontinuální infiltrometr podle technického řešení se skládá z volitelného počtu infiltračních jednotek 8, rozmístěných v místě měření infiltrace (např. v areálu meteorologické stanice). Infiltrační jednotky 8 mají společný zdroj 5 vody (například kanystr, vodoteč nebo vodní nádrž) a společný datalogger 7 pro registraci provozních údajů (čas provozu, intenzita infiltrace, kumulativní infiltrace) každé z instalovaných infiltračních jednotek 8.

Infiltrační jednotka 8 sestává z vymezovacího válce 1, zaraženého do povrchu půdy 9 tak, aby omezila infiltrační oblast a vertikálně usměrnila proces infiltrace. Shora je instalován výškově nastavitelný hladinový hrot 2, který umožňuje na elektrickém principu kontrolovat dosažení nastavené výšky maximálního zatopení vymezovacího válce 1. Instalace každé infiltrační jednotky 8 je provedena tak, aby neovlivňovala ani proces sycení půdního profilu přirozenými dešťovými srážkami shora ani proces kapilárního sycení půdních vrstev zdola, resp. ze svahového mělkého podpovrchového odtoku. Ve vnitřní části vymezovacího válce 1 je instalována zadešťovací tryska 3 takovým způsobem, aby nedocházelo při umělém zadešťování ke ztrátám vody mimo vymezený prostor infiltrace. Každá infiltrační jednotka 8 je dále vybavena dávkovací jednotkou 4 vody, která zajišťuje dodávku vody k infiltraci v požadovaném termínu a s požadovanou intenzitou. Provozní režim dávkovací jednotky 4 vody je monitorován dataloggerem 7 a provoz je řízen řídicí jednotkou 6. Přívod vody k infiltraci je blokován, pokud signalizuje hladinový hrot 2 dosažení nastavené nejvyšší úrovně hladiny 10 vody ve vymezovacím válci 1. Přívod vody ze zdroje 5 vody k dávkovací jednotce 4 vody a dále k zadešťovací trysce 3 je zabezpečen potrubím rozvodu 11 vody. Řídicí jednotka 6 je propojena elektrickým vodičem 12 s hladinovým hrotem 2. Elektrický vodič 12 přenáší z řídicí jednotky 6 signály pro činnost dávkovací jednotky 4 a pro archivaci dat v dataloggeru 7 (čas začátku, konce umělého zadešťování, intenzitu přítoku vody včetně přestávek, způsobených zatopením hladinového hrotu 2).

Princip činnosti kontinuálního infiltrometru podle technického řešení je založen na:

- volbě času začátku testování infiltračního potenciálu stanoviště (zpravidla na základě identifikace zvýšeného rizika výskytu srážek či tvorby povrchového odtoku);
- výběru i-té infiltrační jednotky 8, případně volbě provozu několika infiltračních jednotek 8 současně (se stejnými nebo různými parametry zadešťování);
- volbě intenzity zadešťování (dáno stanovištními podmínkami a nastavením periodicity kritického deště): určuje nastavení dávkovací jednotky 4;
- volbě výšky počáteční povrchové akumulace vody, stanovené nastavením hladinového hrotu 2 (zohledňuje podmínky svažitosti, typ povrchu včetně prováděné agrotechniky a vlivy další);
- volbě počtu a rozmístění infiltračních jednotek 8 v místě měření infiltrace (je dáno předpokládaným souběhem a periodicitou testování, dále hydrofyzikálními vlastnostmi půd tak, aby byl zajištěn dostatečný časový odstup mezi testy při variantě použití na stejné i-té infiltrační jednotce 8);
- údaje o provozu jsou registrovány v dataloggeru 7 a v souvislosti s provozem varovných systémů je určující zejména: intenzita zadešťování a doba potřebná k dosažení nastavené nejvyšší úrovně hladiny 10 vody nad infiltrovaným povrchem půdy 9 ve vymezovacím válci 1.

V období před testováním infiltračního potenciálu i-té infiltrační jednotky 8 je povrch půdy 9 včetně vegetace i přirozený půdní profil vystaven běžným meteorologickým a hydrologickým podmínkám místa instalace. Při dosažení kritéria pro zahájení umělé infiltrace (zadešťování) je voda ze zdroje 5 vody přiváděna rozvodem 11 vody pomocí dávkovací jednotky 4 zvoleným průtokem k zadešťovací trysce 3 a rozváděna po povrchu půdy 9, který je plošně omezen zaraže-

ným vymešovacím válcem 1. Intenzita přítoku vody k infiltraci by měla odpovídat pravděpodobné intenzitě srážek zvolené kritické doby trvání deště.

Po zahájení umělého zadržování dochází v první fázi měření k nepřerušované infiltraci s kontrolovanou intenzitou přívodu vody k infiltraci do půdy tak dlouho, dokud nedojde k prvnímu dosažení nejvyšší úrovně hladiny 10 vody ve vymešovacím válci 1. Naměřený čas trvání zadržování dané intenzity a úhrnu (vyjádřeného v jednotkách sloupce vody) vyjadřuje parametry kritického deště, který by způsobil povrchový odtok (je překročena infiltrační schopnost půdního profilu v konkrétních přírodních podmínkách). S těmito daty následně pracuje protipovodňový varovný systém podle různých metodik. Pokud je tento srážkový úhrn v blízkosti instalovaným srážkoměrem naměřen, je buď provedeno vyhlášení rizika autonomní varovnou hláskou stanicí, nebo je měření použito jako kontrolní hodnota paralelně běžícího numerického modelu varovného povodňového systému malého povodí.

Kontinuální měření následně přechází do druhé fáze infiltrace vody do půdy. Po dosažení hladinového hrotu 2 stoupající hladinou 10 vody nad povrchem půdy 9 je přívod vody zastaven na takovou dobu, než hladina 10 klesne pod úroveň hrotu 2 (nerozpojí se pomyslný kontakt hrotu 2 a hladiny 10). Poté je proces přívodu vody dávkovací jednotkou 4 obnoven a přerušované zadržování pokračuje tak dlouho, jak je nastaveno řídicí jednotkou 6. Data o měřené i-té infiltrační jednotce 8 a o intenzitě přítoku vody v čase jsou registrována dataloggerem 7 a dále jsou využita při vyhodnocení průběhu infiltrace.

Vymešovací válec 1 je tvořen nerezovým prstencem vnitřní světlosti 100 mm, výšky 50 mm ($F = 78,5 \text{ cm}^2$) a do půdy je zaráženy pomocí soustruženého nástavce a kladiva - viz Obr. 3. Mezikružík je k válci 1 připevněn nastavitelný hladinový hrot 2, vyrobený z nerezového šroubu M4.

Funkci dávkovací jednotky 4 vody plní elektromagnetické dávkovací čerpadlo IWAKI model HRP-54H-1P2 (vestavné horizontální s pulzním ovládním, s napájecím napětím 12 V, s digitálně řízeným rozsahem zdvihů až do 720 zdvihů.min⁻¹, což reprezentuje maximální průtok 38 ml.min⁻¹, který v návaznosti na infiltrační plochu 78,5 cm² odpovídá minutovému úhrnu 4,8 mm). Rozvod vody 11 je řešen průhlednou PE hadičkou průměru 6 mm, případné mechanické nečistoty ze zdroje 5 vody jsou zachyceny PE filtrem sacího koše. Elektronická část řídicí jednotky 6 je založena na napěťově řízeném frekvenčním generátoru o výkonu až do 12 Hz a detektoru hladiny 10 (obojí dle zapojení obvodu NE555) a na soustavě logických elektronických obvodů - hradel. Příkaz k začátku měření generuje relé univerzální záznamové a řídicí jednotky 6 M4016-G telemetrické stanice fy. Fiedler-Mágr po vyhodnocení příchozí SMS zprávy nebo na základě vyhodnocené informace o začátku deště. Táž jednotka 6 plní úlohu dataloggeru 7 navíc s funkcí dálkového přenosu naměřených dat na internetový server. Celá měřicí souprava je napájena společným bezúdržbovým gelovým akumulátorem 12 V/9 Ah.

Pokud je použita obecná empirická rovnice Duba a Němce (Dub O., Němec J. a kol.1969: Hydrologie. SNTL Praha) pro vztah mezi trváním, intenzitou a periodicitou deště

$$HS = [a \cdot \log(t) + b] \cdot N^n$$

a jsou do ní dosazeny parametry např. pro stanici Hamry (okr. Chrudim):
a = 8,86; b = 1,8; n = 0,22; a postupně časy t [min] = 2, 5, 10, 15, 30, potom popsané konstrukční řešení kontinuálního infiltrometru je podle uvedeného vztahu schopno simulovat následující kritické deště:

- $H_S = 9 \text{ mm}$ pro $t = 2 \text{ min}$ a tomu odpovídající dobu opakování $N = 20 \text{ let}$
- $H_S = 22 \text{ mm}$ pro $t = 5 \text{ min}$ a opakování $N = 100 \text{ let}$
- $H_S = 42 \text{ mm}$ pro $t = 10 \text{ min}$ a opakování $N = 500 \text{ let}$
- $H_S = 65 \text{ mm}$ pro $t = 15 \text{ min}$ a opakování $N = 2000 \text{ let}$
- $H_S = 113 \text{ mm}$ pro $t = 30 \text{ min}$ a opakování $N = 10\,000 \text{ let}$.

Realizovaná varianta kontinuálního infiltrometru podle technického řešení tedy umožňuje simulovat pro danou srážkoměrnou stanici prakticky jakékoli kritické úhrny s libovolnou reálnou srovnatelnou periodicitou opakování (viz maximální intenzita zadešťování $4,8 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$).

Průmyslová využitelnost

- 5 Řešení se týká kontinuálního infiltrometru pro měření infiltračního potenciálu půdy v terénu, v podmínkách aktuální meteorologické a hydropedologické situace. Z výsledků měření lze odvodit kritické parametry deště, který s danou pravděpodobností vyvolá na konkrétním stanovišti povrchový odtok, který je rizikový jednak z hlediska rozvoje erozních procesů, jednak z hlediska tvorby povodně na malém povodí. Zařízení lze průmyslově vyrábět buď jako autonomní čidlo
10 automatických monitorovacích stanic nebo jako samostatné zařízení. Kontinuální infiltrometr sestává z jedné nebo několika infiltračních výtopových jednotek podle účelu použití.

N Á R O K Y N A O C H R A N U

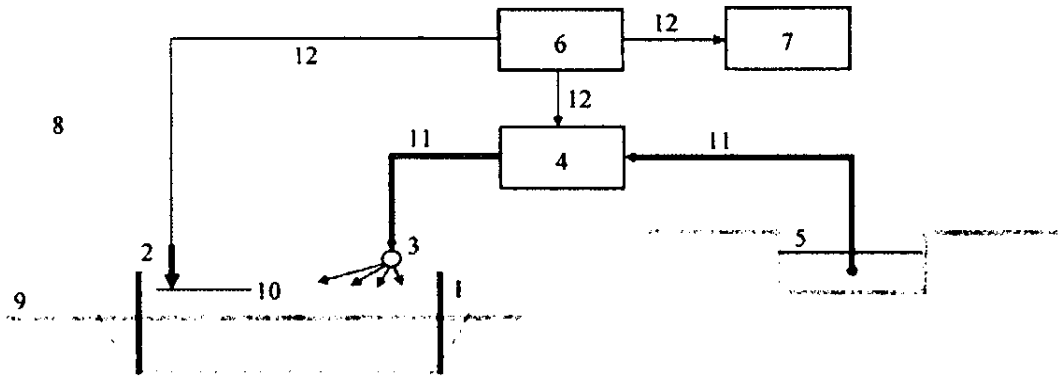
1. Kontinuální infiltrometr, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se skládá alespoň z jedné infiltrační jednotky (8), obsahující vymezovací válec (1) zaražený do povrchu půdy (9), dále z
15 hladinového hrotu (2) propojeného elektrickým vedením (12) s řídicí jednotkou (6), která je spojena s dávkovací jednotkou (4) a rozvodem (11) vody ze zdroje (5) vody k infiltraci vody do půdy (9) zadešťovací tryskou (3), přitom údaje o provozu kontinuálního infiltrometru jsou archivovány v dataloggeru (7).
2. Kontinuální infiltrometr podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že během měření
20 infiltrace výtopou je umístěn v rostlém terénu na reprezentativním místě povodí.
3. Kontinuální infiltrometr podle nároků 1 a 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že termín zahájení zkoušky a intenzita přítoku vody k infiltraci jsou řízeny řídicí jednotkou (6).

2 výkresy

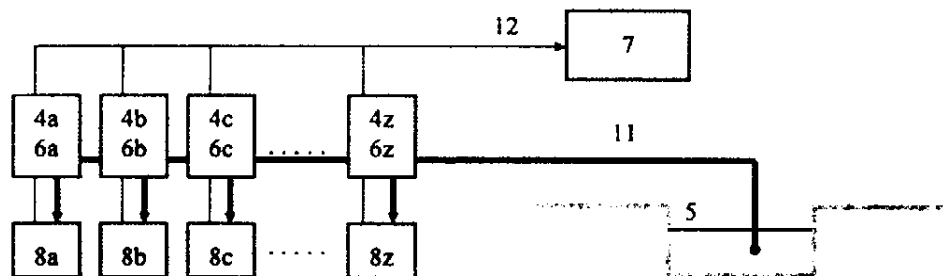
25

Seznam vztahových značek:

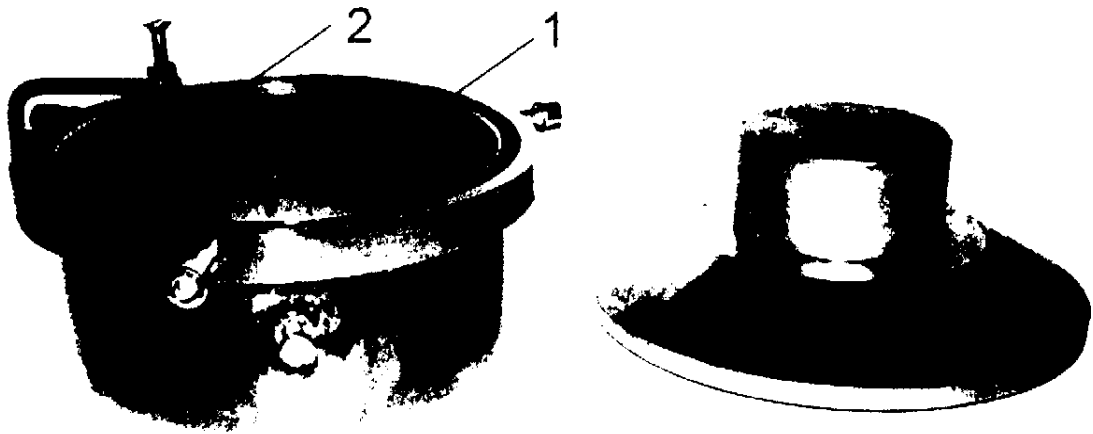
- 1 - vymezovací válec
2 - hladinový hrot
3 - zadešťovací tryska
30 4 - dávkovací jednotka vody
5 - zdroj vody
6 - řídicí jednotka
7 - datalogger
8 - infiltrační jednotka
35 9 - povrch půdy
10 - hladina vody
11 - rozvod vody
12 - elektrické vedení.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Konec dokumentu
