

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

308 075

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G01W 1/14 (2006.01)

G01N 1/18 (2006.01)

G01F 22/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2009-679**
(22) Přihlášeno: **16.10.2009**
(40) Zveřejněno: **27.04.2011**
(Věstník č. 17/2011)
(47) Uděleno: **06.11.2019**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **18.12.2019**
(Věstník č. 51/2019)

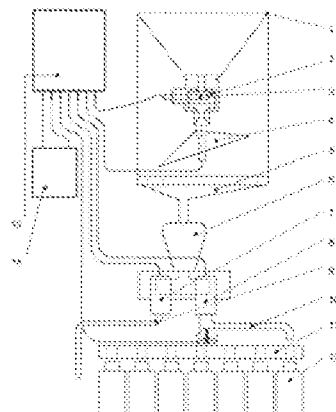
(56) Relevantní dokumenty:
US 5016196 A; EP 0520415 A1; CN 2174697Y Y; US 4665743 A; US 4732037 A.

(73) Majitel patentu:
Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.,
Praha 5 - Zbraslav, CZ

(72) Původce:
doc. Ing. Tomáš Kvítek, CSc., Praha 10, CZ
Mgr. Markéta Kaplická, Praha 8 - Kobylisy, CZ

(54) Název vynálezu:
Mobilní vzorkovač srážek

(57) Anotace:
Mobilní vzorkovač srážek se skládá zejména z apertury, teplotního čidla, elektromagnetických ventilů, vzorkovnic, datového záznamníku a zdroje. V apertuře (1) je v průtočné komůrce (2) upevněno teplotní čidlo (3) propojené kabelem na datový záznamník (13), napájený ze zdroje (14), přičemž je datový záznamník (13) propojen kabelem i s měřicím člunkem (4) srážek. Sběrnice (5) srážkové vody je spojena s dávkovací nádobkou (6), ta je spojena s elektromagnetickými ventily (7) a (8), které jsou též propojeny s datovým záznamníkem (13). Z elektromagnetického ventilu (7) je vedena silikonová hadička (9) mimo mobilní vzorkovač srážek a nebo je voda od elektromagnetického ventilu (8) vedena přes otočné distribuční rameno (10) a přes rozdělovač (11) vedení srážkové vody do vzorkovnic (12).



Mobilní vzorkovač srážek

Oblast techniky

5

Vynález se týká mobilního vzorkovače srážek s kontinuálním měřením teploty kapalných srážek a s dálkovým ovládáním nastavení intervalu vzorkování srážek.

10

Dosavadní stav techniky

V současnosti existuje několik typů vzorkovačů srážek velmi kvalitně vybavených, nejsou však snadno přemístitelné a umístitelné v členitém terénu, neumožňují změnu intervalu vzorkování přes modem, neměří kontinuálně a prioritně teplotu srážkové vody.

15

Vzorkování srážek a technika odběru vzorků pro chemické analýzy je předmětem mnoha studií. Nejstarší vzorkovače srážek měly podobu otevřených nádob podobných srážkoměrům/ombrometrům, jejichž nevýhodou bylo znehodnocování vzorků suchou depozicí v období bez deště mezi jednotlivými srážkovými událostmi a časový interval odběru jednotlivých vzorků, vzorky se z těchto srážkoměrů vybíraly týdně nebo měsíčně, případně po jednotlivých srážkových událostech (Raynor a McNeil, 1979).

20

Chemické složení srážek se však mění nejen při porovnávání srážkových událostí, ale také v průběhu jednotlivých událostí (např. Gatz et al., 1971; Chapman et al., 1987; Laquer, 1990a). Za tímto účelem byla popsána a vyvinuta řada sekvenčních vzorkovačů srážek. Informace o automatických kontinuálních vzorkovačích srážek, které zaznamenávají délku a parametry deště a sbírají vzorky vody do jednotlivých oddělených sběrných lahví pro následné chemické analýzy, jsou publikovány od 70. let 20. století (např. Gatz et al., 1971; Gray et al., 1974).

25

Mezi hlavní úkoly, které řeší autoři při sestavování vzorkovačů srážek, patří:

30

1. Určení časového kroku, ve kterém jsou vzorky srážek dávkovány do jednotlivých lahví - je závislý na účelu, pro který jsou vzorky sbírány a analyzovány. Weaver a Talma (2005) např. popisují vzorkovač kumulativních srážek (cumulative rainfall collector – CRC), jednoduchý, nízko nákladový a jednoduše obsluhovaný vzorkovač srážek, který může sbírat srážky až do období 1 roku a je tím pádem vhodný zejména pro odborníky zkoumající podzemní vody a doplňování jejich zásob. Hlavní předností tohoto vzorkovače je uskladnění dostatečného množství srážek, eliminace evaporace (silikonovým olejem, který překrývá vzorek vody) a redukce rušivých vlivů způsobených ptáky.

35

40

2. Vyřešit otázku, zda vzorkovat mokrou nebo suchou depozici a jak ošetřit vzorky mokré depozice před kontaminací depozicí suchou. Většina sítí monitorujících a vzorkujících srážky vzorkuje pouze mokrou depozici (Krupa, 2002), ve které je soustředěno 70 až 80 % znečištění celkové atmosférické depozice (Radke et al., 1980 In Poissant a Béron, 1992). Konstrukci srážkoměru pro mokré depozice a případně výsledky jejich aplikace popisují např. Gatz et al. (1971), Aubertin et al. (1976), Raynor a McNeil (1979), Coscio et al. (1982), Ames et al. (1987), Vermette a Drake (1987 a 1988), Laquer (1990b), Poissant a Béron (1992). Franz et al. (1991) porovnávali mezi sebou 4 typy vzorkovačů a jejich výsledky vzorkování mokré depozice. Vzorkovače bývají v období bez deště překryty víkem (např. Chan et al., 1984), které je odklopeno po detekci deště elektrickým nebo optickým senzorem (Krupa, 2002; Poissant a Béron, 1992; <http://www.qdpr.com>; <http://www.ecotech.com.au>), případně jednoduchým mechanickým principem (Vermette a Drake, 1987 a 1988), nebo jsou sběrné povrchové části vzorkovače srážek omyty bezprostředně před začátkem deště (Laquer, 1990a; Laquer, 1990b). Fowler a Cape (1984) však zmiňují, že suchá depozice pokračuje i v období deště, proto vzorkovače srážek, které se otevírají pouze v období deště, také nadhodnocují mokrou depozici,

50

55

ale ne v tak velké míře. Chapman et al. (1987) dále dokumentovali, že chemické složení vzorků srážek z počátku deště je ovlivněno předudálostní suchou depozicí. Např. Graham et al. (1988) porovnávali 2 typy vzorkovačů srážek suché/mokrý depozice po dobu 1 roku.

- 5 3. Vyřešit skladování vzorků před analýzami, aby nedošlo k poškození vzorků (Ames et al., 1987) a) adsorpcí a absorpcí příslušných chemických látek na povrchu srážkoměru, b) změnami chemické rovnováhy mezi nerozpustnou a rozpustnou frakcí, c) ztrátou vody ze vzorku evaporací, d) ztrátou rozpuštěných prvků volatilizací, e) oxidací iontů původně vzorkovaných v redukované formě a f) mikrobiální fixací nebo spotřebou základních prvků pro růst (Krupa, 10 2002).

Otázka skladování vzorků bývá řešena chladicím zařízením, případně opatřením zabraňujícím přístup vzduchu k vzorkům. Např. Durana et al. (1992) zamrazovali vzorky, pokud nemohly být analyzovány v ten samý den, kdy byly odebrány. Ames et al. (1987) navrhli za tímto účelem 15 vzorkovač srážek, který vzorky nejenom sbírá, ale také provádí kontinuálně analýzy přímo v místě sběru vzorků.

Dále původci předchozích řešení zkoumali následující otázky:

- 20 4. Vyhřívání vzorkovače srážek za účelem odběru vzorků jak dešťových, tak sněhových. Vzorkovač, který odebíral jak vzorky srážek dešťových, tak i sněhových /zmrzlých, navrhli a používali např. Raynor a McNeil (1979), Colin et al. (1987), <http://www.qdpr.com>.

- 25 5. Princip dávkování vzorků do jednotlivých vzorkovnic. Sběrné láhve jsou posunovány na principu *událostního režimu*, nebo ve *fixních časových intervalech*, *fixních objemech srážkové vody*, případně *kombinací* výše uvedených principů (Raynor a McNeil, 1979; Coscio et al., 1982).

Robertson (1980, In Krupa, 2002) a Laquer (1990a) uvádějí základní přístupy k metodice odběru vzorků:

- 30 a/ bodový odběr (bez ohledu na čas odběru a objem vzorku),

- b/ bodový odběr vzorků o stejném objemu v pevných časových intervalech, po dosažení daného objemu vzorku je přebytečný objem deště vylit. Nevýhodou této metody sběru vzorků je 35 nedostatečné množství vzorku vody pro chemické analýzy v případě nízké intenzity deště, a stejně tak možnost absence vzorků z konce události (Poissant a Béron, 1992),

- c/ časově vážené sekvenční vzorky (vzorky o různých objemech jsou ukládány postupně v pevných časových intervalech), 40

- d/ sekvenční vzorky vážené intenzitou deště (předem stanovený objem vzorku v nepravidelných časových intervalech, vzorkování je nepřetržité během celé události),

- e/ kontinuální monitoring. 45

Robertson (1980, In Krupa, 2002) a Laquer (1990a) popisují 4 základní kategorie sekvenčních vzorkovačů srážek:

- 50 1. manuálně obsluhované - levné, ale vyžadující kompletní obsluhu, která zajistí odběr vzorku na základě zvoleného principu dávkování (dle času, intenzity nebo bez ohledu),

2. sériově uspořádané láhve plněné gravitačně, po naplnění 1 láhve se začne plnit další láhev, láhve jsou tedy plněny v závislosti na intenzitě deště; prevence/ zabránění mísení vody v láhvi a nové přitékající je řešeno úzkými trubkami vedoucími vodu do láhve (Cooper et al., 1976 In

Krupa, 2002), vzduchovými ventily (Kennedy et al., 1976 In Krupa, 2002) nebo vzduchovými ventily a plovoucím špuntem; vzorkovače srážek jsou schopny pracovat samostatně bez dozoru,

3. automaticky dělené, které vzorkují na základě času nebo objemu vzorku nebo dle parametrů deště; nejčastěji používaný je vzorkovač srážek s překlápěcím člunkem (např. Gatz et al., 1971),

4. kontinuální (např. Ames et al., 1987 – viz níže).

Pro úplnost je nutné ještě popsat vybrané vzorkovače srážek (rainfall samplerů):

Aubertin et al. (1976) sbírali vzorky srážek do čtvercového srážkoměru umístěného na střeše laboratoře. Sledovali kontinuálně hodnotu pH srážek; systém může být uzpůsoben na průběžné měření vodivosti, změny teploty vody v místnosti jsou kompenzovány automatickou sondou kontroly teploty.

Raynor a Mc Neil (1979) navrhli a zkonstruovali automatický, sekvenční vzorkovač srážek, který je určen k odběrům pouze mokré depozice, a to srážek jak dešťových, tak zmrzlých. Vzorkování probíhá v závislosti na čase (s variabilním časovým krokem 5 až 99 minut). Vzorkovač je složen z velkého otočného boxu se 30 vzorkovacími láhvemi. Srážky vstupují trychtýřem na vrchu boxu. V době mezi srážkovými událostmi je trychtýř uzavřen pohyblivým krytem, který je aktivován v okamžiku počátku deště. Okamžik otevírání, zavírání krytu a výměny lahvi je zaznamenáván. Při teplotě pod cca 2 °C se zapne vyhřívání, za účelem rozpuštění tuhých srážek, překlápěcí člunek srážkoměru není v provozu v době, kdy nejsou srážky ve skupenství tekutém, objemy srážek jsou v tomto období váženy vedlejším zařízením. Vzorkovnice a trychtýř srážkoměru jsou čištěny destilovanou vodou.

Coscio et al. (1982) popisují automatický, chlazený, sekvenční srážkoměr, určený mimo jiné pro odběr sněhových nebo zmrzlých srážek, vzorky jsou chráněny utěsněním proti výměně plynů a jsou na místě uchovávány při teplotě 4 ± 2 °C. Autoři uvádějí pro příklad výsledky chemických analýz (pH, SO_4^{2-} , NO_3^- , H^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Na^+).

Ames et al. (1987) vyvinuli automatický vzorkovač srážek (mokré depozice), který kontinuálně analyzuje ionty H^+ , NH_4^+ , Na^+ , Ca^{2+} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , a rozpuštěný H_2O_2 . Vzorkovač srážek tvoří soustava připevněná na střeše karavanu, ve kterém jsou přístroje k analýzám. K analýzám jsou použity následující metody: kolorimetrická metoda pro stanovení SO_4^{2-} , chemiluminiscence pro stanovení H_2O_2 a iontově selektivní elektrody pro ostatní stanovení. Z důvodu závislosti elektrod na teplotě je měřena teplota vody. Počátek deště je detekován buď jednoduchou vodivou deskou nebo upraveným plovákovým srážkoměrem. Dalším přídatným vybavením je možno určovat O_3 , NO , NO_2 , SO_2 a jednoduché meteorologické parametry (teplotu a vlhkost vzduchu, rychlost, směr větru a solární radiaci). Data jsou zaznamenávána na disku mikropočítače, který také zajišťuje automatickou kalibraci a další kontrolní funkce (např. program na vyplachování sběrných tácu deionizovanou vodou před začátkem události, aby bylo zabráněno kontaminaci vzorků). Výhodou tohoto vzorkovače je, že analyzuje kontinuálně (tj. neanalyzuje např. denní nebo týdenní „průměrné“ srážky) a nevyžaduje skladování vzorků a jejich převoz do laboratoře. Nevýhodou tohoto srážkoměru je, že není schopen vzorkovat zmrzlé srážky.

Laquer (1990b) sestrojil a provozoval automatický kontinuální vzorkovač srážek, který měřil hodnotu pH, konduktivity a teplotu pro korekci měřených veličin.

Poissant a Béron (1992) zkonstruovali vzorkovač srážek, který detekuje dešť, otevře /zavře záklopkou, sbírá vzorky a zaznamenává parametry deště. Analyzovali hodnoty pH, specifickou konduktivitu, TIC (total inorganic carbon), TOC (total organic carbon) a ionty (sulfáty, nitráty, chloridy, fluoridy, amonný iont, draslík a sodík iontovou chromatografií; vápník a hořčík atomovou absorpcí).

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky, tj. mobilita - snadná přemístitelnost a umístitelnost v členitém terénu, změna intenzity vzorkování dálkově přes modem, kontinuální měření teploty srážkové vody, odstraňuje mobilní vzorkovač srážek, skládající se zejména z apertury, teplotního čidla, elektromagnetických ventilů, vzorkovnic, datového záznamníku a zdroje, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že v apertuře je v průtočné komůrce upevněno teplotní čidlo propojené kabelem na datový záznamník napájený ze zdroje, přičemž je datový záznamník propojen kabelem i s měřicím člunkem srážek. Sběrnice srážkové vody je spojena s dávkovací nádobkou, ta je spojena s elektromagnetickými ventily, které jsou též propojeny s datovým záznamníkem. Z elektromagnetického ventilu je vedena silikonová hadička mimo vzorkovnice nebo přes otočné distribuční rameno je voda volně vedena od elektromagnetického ventilu přes rozdělovač do vzorkovnic.

Mobilní vzorkovač srážek podle vynálezu je charakterizován tím, že je snadno přemístitelný a umístitelný v členitém terénu.

Mobilní vzorkovač srážek podle vynálezu je dále charakterizován tím, že kontinuálně měří teplotu srážkové vody.

Mobilní vzorkovač srážek podle vynálezu je také charakterizován tím, že počet vzorkovnic je 40 a mají objem 35 ml.

Mobilní vzorkovač srážek podle vynálezu je též charakterizován tím, že v jeho datovém záznamníku je zabudován GSM modem.

Podstata mobilního vzorkovače srážek podle vynálezu spočívá v tom, že interval vzorkování srážek je možno měnit dálkovým přístupem přes GSM modem.

Oproti současným zařízením jsou v mobilním vzorkovači srážek podle vynálezu precizovány konstrukční detaily přenosu dat pro snadnější manipulaci v terénu a dosažení přesnějších výsledků měření.

Mobilní vzorkovač srážek podle vynálezu slouží zejména ke kontinuálnímu měření teploty srážkové vody. Provádí se to tak, že do apertury 1 padá srážková voda, která je kontinuálně měřena teplotním čidlem 3 umístěným v průtočné komůrce. Zjišťuje se okamžitá hodnota teploty vody. Množství vody proteklé průtoční komůrkou je změřeno měřicím člunkem srážek a přes sběrnici srážkové vody jde do dávkovací nádoby. Elektromagnetické ventily rozdělují srážkovou vodu přes rozdělovač vedení srážkové vody a otočné distribuční rameno do jednotlivých vzorkovnic nebo nevhodný vzorek srážky odvedou mimo vzorkovač silikonovou hadičkou. Mobilní vzorkovač srážek podle vynálezu umožňuje připojení datového záznamníku s GSM modemem k počítači s možností automatického přenosu naměřených dat a možností řídit interval odebírané srážkové vody.

U mobilního vzorkovače srážek podle vynálezu je v apertuře upevněno v průtočné komůrce teplotní čidlo propojené kabelem na datový záznamník, který je napájen ze zdroje 14. Srážková voda je dále změřena měřicím člunkem srážek, který je též propojený kabelem na datový záznamník. Apertura je přes sběrnici srážkové vody spojena s dávkovací nádobkou 6, do které proudí srážková voda z měřicího člunku srážek, dále proudí srážková voda do elektromagnetických ventilů, které jsou spojeny také s datovým záznamníkem a tyto ventily lze ovládat pomocí GSM modemu zabudovaného v datovém záznamníku. Srážková voda z elektromagnetických ventilů je vedena silikonovou hadičkou mimo vzorkovač nebo přes otočné distribuční rameno je srážková voda dále vedena přes rozdělovač vedení srážkové vody do jednotlivých vzorkovnic.

Změna teploty srážkové vody a množství srážek je v reálném čase registrována v datovém záznamníku.

- 5 Výhodou mobilního vzorkovače srážek podle vynálezu je, že provádí kontinuální měření teploty srážkové vody v terénu mimo dosah stabilního přívodu elektrické energie a parametry dávkování srážek do vzorkovnic je možno ovládat přes GSM signál.

Přednosti mobilního vzorkovače srážek podle vynálezu lze takto shrnout:

- 10
- přemístitelnost a umístitelnost v členitém terénu, bez nutnosti přívodu elektrického proudu, není vázán na jedno stanoviště,
 - kontinuální měření teploty srážkové vody,
 - dobrá manipulovatelnost (doprava, instalace),
 - 15 - nenáročná obsluha, automatizace měření a možnost ovládat přístroj pomocí GSM modemu pro změnu intervalu vzorkování srážek,
 - možnost vypuštění nevyhovujícího vzorku srážek.

20 Objasnění výkresů

Na přiloženém výkresu je na Obr. 1 schematicky znázorněn mobilní vzorkovač srážek podle vynálezu.

- 25 Následující příklady provedení mobilního vzorkovače srážek podle vynálezu pouze dokládají, ale nijak neomezuji.

Příklad uskutečnění vynálezu

30 Příklad 1

Mobilní vzorkovač srážek podle vynálezu s kontinuálním měřením teploty srážkové vody byl vyroben z nerezového plechu v kombinaci se silikonovými díly vedení srážkové vody, polyetylenovými (PE) vzorkovnicemi 12 a s připojením teplotního čidla 3, měřicího člunku 4 srážek, elektromagnetických ventilů 7 a 8 a zdroje 14 pro datový záznamník 13. Mobilní vzorkovač srážek podle vynálezu byl sestaven z apertury 1, teplotního čidla 3 na měření kontinuální teploty srážkové vody, měřicího člunku 4 srážek, sběrnice 5 srážkové vody, dávkovací nádoby 6, elektromagnetických ventilů 7 a 8, otočného distribučního ramene 10, rozdělovače 11 vedení srážkové vody do jednotlivých vzorkovnic 12, kterých bylo 40 ks o objemu 35 ml, z datového záznamníku 13 s vestavěným GSM modemem. Zdroj 14 tvořil provozní akumulátor 12 V s kapacitou pro provoz až 100 hodin nepřetržitého deště a rok pro čekání na déšť.

- 45 Apertura 1 z nerezů byla spojena se sběrníci 5 srážkové vody, také z nerezů, a dávkovací nádobkou 6 (PE) a elektromagnetickými ventily 7 a 8 přes otočné distribuční rameno 10 (PE) a rozdělovač 11 vedení srážkové vody (kov) do vzorkovnic 12 (PE) nebo silikonovou hadičkou 9 mimo prostor vzorkovače.

- 50 Měření pomocí mobilního vzorkovače srážek podle vynálezu bylo úspěšně provedeno na experimentálním povodí Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Kopaninský tok v České republice. Naměřená data slouží k popisu cest infiltrace vody do půdy, k rozlišení lokalit rychlého vsaku vody do půdy.

55

Průmyslová využitelnost

- 5 Řešení se týká mobilního vzorkovače srážek v polních podmínkách, který je využitelný při měření teploty srážek v meteorologii, ve výzkumu (cesty pohybu vody v hydropedologii), zařízení lze průmyslově vyrábět a je po něm poptávka z důvodu mobility a dostupné ceny.

PATENTOVÉ NÁROKY

10

1. Mobilní vzorkovač srážek, skládající se zejména z apertury, teplotního čidla, elektromagnetických ventilů, vzorkovnic, datového záznamníku a zdroje, **vyznačující se tím**, že v apertuře (1) je v průtočné komůrce (2) upevněno teplotní čidlo (3) pro kontinuální měření teploty srážkové vody, propojené kabelem na datový záznamník (13) napájený ze zdroje (14), přičemž je datový záznamník (13) propojen kabelem i s měřicím člunkem (4) srážek, dále sběrnice (5) srážkové vody je spojena s dávkovací nádobkou (6), ta je spojena s elektromagnetickými ventily (7) a (8), které jsou též propojeny s datovým záznamníkem (13), přičemž z elektromagnetického ventilu (7) vede silikonová hadička (9) pro srážkovou vodu mimo mobilní vzorkovač srážek a z elektromagnetického ventilu (8) vede také otočné distribuční rameno (10) do rozdělovače (11) vedení srážkové vody do vzorkovnic (12).

2. Mobilní vzorkovač srážek podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že počet vzorkovnic (12) je 40 a mají objem 35 ml.

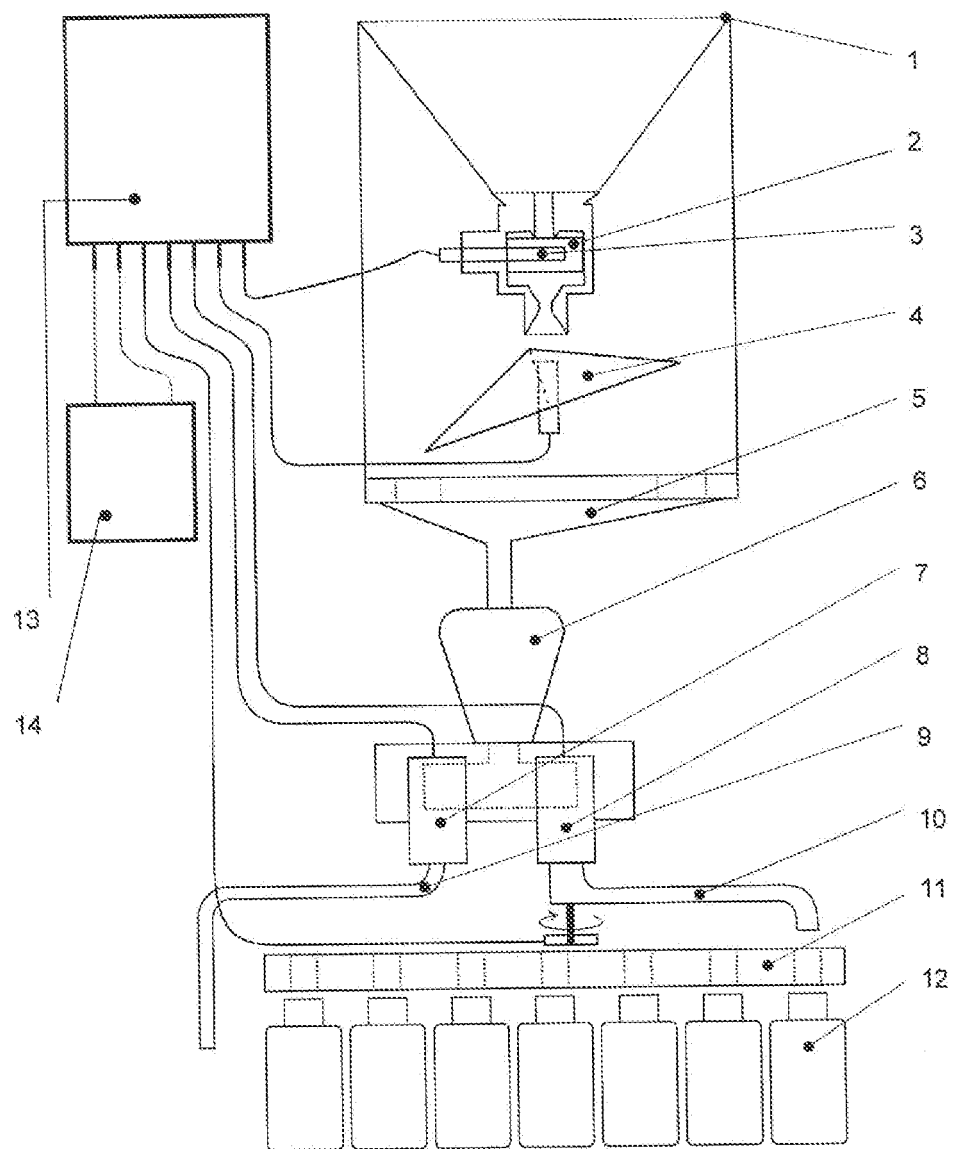
25

3. Mobilní vzorkovač srážek podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že v jeho datovém záznamníku (13) je zabudován GSM modem pro přenos dat a pro vzdálené měnění intervalu vzorkování srážek.

1 výkres

Seznam vztahových značek

- 1 - Apertura s plochou 500 cm², je z tepelně izolačního materiálu
- 2 - Plně průtočná komůrka pro měření okamžité teploty srážkové vody
- 3 - Teplotní čidlo Pt100, s rychlou reakcí
- 4 - Měřicí člunek srážek, rozlišení 0,1 mm
- 5 - Sběrnice srážkové vody
- 6 - Dávkovací nádobka, objem 500 ml, PE
- 7 - Elektromagnetický ventil pro vypouštění nevyhovujícího vzorku srážek
- 8 - Elektromagnetický ventil pro vypouštění vyhovujícího vzorku srážek přes otočné distribuční rameno do vzorkovnic
- 9 - Silikonová hadička pro odvod vypouštěné vody mimo prostor vzorkovače
- 10 - Otočné distribuční rameno s elektropohonem pro vypouštění vody do vzorkovnic
- 11 - Rozdělovač vedení srážkové vody do jednotlivých vzorkovnic
- 12 - Vzorkovnice o objemu 35 ml, PE, 40 kusů
- 13 - Datový záznamník s GSM modemem a s výkonnou logikou pro řízení činnosti vzorkovače a záznam naměřených dat
- 14 - Zdroj, tj. provozní akumulátor 12 V



Obr. 1