

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 308 341

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*G01N 31/22* (2006.01)  
*G01N 33/24* (2006.01)  
*G01N 33/38* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-689**  
(22) Přihlášeno: **10.12.2018**  
(40) Zveřejněno: **03.06.2020**  
**(Věstník č. 23/2020)**  
(47) Uděleno: **23.04.2020**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **03.06.2020**  
**(Věstník č. 23/2020)**

(56) Relevantní dokumenty:  
DE 2747621 A1; JP S60233550 A; US 20130111976 A1.

(73) Majitel patentu:  
Univerzita Karlova, Praha 1, Staré Město, CZ

(72) Původce:  
Mgr. et Mgr. Tomáš Weiss, Praha 5, Radotín, CZ  
Bc. Jakub Mareš, Praha 5, Radotín, CZ  
doc. RNDr. Jiří Bruthans, Ph.D., Praha 4, Krč, CZ  
Mgr. Martin Slavík, Kolín, Kolín IV, CZ

(74) Zástupce:  
HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52,  
170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název vynálezu:  
**Způsob měření hloubky výparové fronty**

(57) Anotace:  
Způsob měření hloubky výparové fronty, kdy se do porézního materiálu vyvrtá otvor s průměrem do 30 mm, s výhodou do 10 mm, následně se vloží do otvoru jehlice opatřená na alespoň části vnějšího povrchu lepidlem a na něm aplikovaným barvivem v pevné fázi. Ta se ponechá v otvoru po časový úsek alespoň 3 minuty, následně se jehlice z otvoru vytáhne a změří se délka části jehlice, na níž došlo ke změně ve zbarvení barviva, nebo délka části jehlice vnořené do materiálu, na které nedošlo ke změně ve zbarvení barviva, a tím se určí poloha výparové fronty v porézním materiálu.

## Způsob měření hloubky výparové fronty

### Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu měření hloubky tzv. výparové fronty – hranice mezi vlhkým a suchým prostředím – v porézních materiálech, například pískovcích.

### 10 Dosavadní stav techniky

Znalost hloubky, kde dochází k výparu pórové vody v porézních materiálech (tzv. výparová fronta), je rozhodující pro předpověď rozpadu hornin a dalších porézních materiálů v přírodních výchozech i budovách např. solným zvětráváním a mrazem, a zároveň v nich do jisté míry působí na přítomnost organismů (řas, mechů, lišejníků, bakterií nebo hub). Hloubka výparové fronty také zásadně ovlivňuje množství vypařované vody z porézních materiálů (např. půd nebo hornin). Studium hloubky výparové fronty se také využívá při vysvětlování vzniku nejrůznějších geomorfologických tvarů jako např. voštin, tafoni a dalších typů kavernózního zvětrávání.

20 K přímé detekci výparové fronty mimo laboratorní podmínky je v současnosti známa metoda vizualizace barvivy (Weiss, T., Slavík, M., Bruthans, J. (2018): *Journal of Hydrology*, vol. 565, str. 331-340). V tomto případě se výparová fronta přímo zobrazuje ve vodě dobře rozpustnými barvivy. Konkrétně v případě barviva fluorescein bylo prokázáno, že při jeho použití ve formě červeného prášku, který je nanesen na povrch porézního prostředí, je schopen odlišit suchou a 25 vlhkou část prostředí. Ve vlhké části dochází k rozpouštění prášku fluoresceinu a ke změně jeho barvy, zatímco v suché části, kde nedochází k rozpouštění, si prášek ponechává svou červenou barvu. Výparová fronta tvoří hranici mezi suchou a vlhkou částí prostředí. Použitím prášku fluoresceinu je tedy možné přímo zobrazit výparovou frontu. Postup popsáný v uvedené publikaci navrhuje vyvrtání otvoru do porézního materiálu, přičemž otvor musí být dostatečně 30 široký pro vizuální kontrolu změn barvy barviva (tj. v řádu centimetrů). Barvivo je naneseno na povrch stěn otvoru, například štětečkem, a následně je vizuálně zjišťován vytvořený vzorec zbarvení na stěnách otvoru. Takový postup znamená velké narušení porézního materiálu, a tak není možné tuto metodu použít na budovách nebo na běžných skalních výchozech. Kvůli 35 destrukci povrchu je opakované měření značně problematické.

35

Další v současnosti používané metody nedetekují výparovou frontu přímo, ale pracují s vlhkostí materiálu. Hranice mezi zónou s téměř nulovou vlhkostí (tzv. reziduální, kde voda proudí jen ve formě vodní páry) a zónou o vlhkosti, při které voda v prostředí proudí díky kapilárním silám, pak odráží pozici výparové fronty. Vlhkost materiálů se dá měřit řadou metod založených na 40 různých fyzikálních principech. Pro přehled je zde dělíme na metody laboratorní a metody použitelné i v exteriéru.

40

Laboratorní metody (vhodné pro malé vzorky a interiér):

- 45 - Nukleární magnetická rezonance (angl. *nuclear magnetic resonance imaging*): V silném, statickém a homogenním magnetickém poli je materiál vystaven vysokofrekvenčním impulzům. Měří se emise rezonujících vodíkových protonů, tedy i molekul vody.
- 50 - Rentgenová tomografie (angl. *X-ray tomography*): Ionizující rentgenové záření prochází vzorkem vyzařováním rentgenových paprsků z rotujícího zdroje. Rentgenové detektory kolem vzorku zaznamenávají hodnotu stupně útlumu rentgenového paprsku, který odráží hustotu (a tedy vlhkost) materiálu.
- 55 - Akustická emise (angl. *acoustic emission*): Praskání menisků kapaliny při vysoušení materiálu vytváří zvuk, který je detekován pomocí pasivních akustických záznamových zařízení.

- 5 - Konfokální mikroskopie (angl. *confocal microscopy*): Optická zobrazovací technika používající laserový paprsek v úzce specifikované hloubce materiálu, čímž se zvýší optické rozlišení, které umožní detekci vody.
- Termometrie (angl. *thermometry*): Změna skupenství vody z kapalného na plynné vyžaduje dodání energie, která se projeví snížením teploty. Za předpokladu, že dochází k výparu, tak čím blíže povrchu se nachází výparová fronta, tím chladnější se jeví povrch materiálu.
- 10 - Metoda vizualizace barvivy (angl. *dye visualization*): Do porézního materiálu se injektuje roztok s barvivem. V místě, kde dochází k výparu (tj. výparová fronta), se barvivo koncentruje, čímž změní svou sytost, příp. barvu.

#### Metody použitelné v exteriéru:

- 15 - Metoda tepelných pulsů (angl. *heat-pulse*): Tepelná sonda s jehlicemi (dvojice termistoru a ohřívače) měří změny teploty materiálu v reakci na malý řízený příkon tepla. Získané údaje se použijí k výpočtu vlhkosti materiálu (vlhkost materiálu má výrazný vliv na tepelné vlastnosti).
- 20 - Terénní vlhkoměry: Sonda TDR (angl. *time domain reflectometry*) se používá ke stanovení objemové dielektrické konstanty materiálu měřením doby šíření elektromagnetického impulzu generovaného TDR sondou. Vlhkost materiálu je pak odvozena od získané dielektrické konstanty materiálu.
- 25 - Elektrická odporová tomografie (angl. *electrical resistivity tomography*): Mezi alespoň dvěma elektrodami prochází materiálem elektrický proud. Se zvyšujícím se rozstupem mezi elektrodami proudí elektrina hlouběji v materiálu, z čehož se následně vypočítá prostorové rozložení nejpravděpodobnějšího odporu. Vlhkost materiálu je odvozena od získaných hodnot elektrického odporu materiálu.
- 30 - Tenzometrie (angl. *tensiometry*): Tenzometrické sondy jsou vybavené porézní čepičkou a tlakovým čidlem. Přístroj měří sací tlak materiálu. Vlhkost materiálu je odvozena od hodnot sacího tlaku na základě znalosti tzv. retenční křivky materiálu.
- 35 - Denzitometrie za užití gama záření (angl. *gamma ray densitometry*): Hustota vzorku se měří rozptylem a absorpcí gama záření. Vlhkost materiálu se vypočítá z hustoty.
- Neutronové zobrazování (angl. *neutron imaging*): Vysokoenergetické neutrony jsou vyzařovány radioaktivním zdrojem do vzorku, kde interagují s atomovými jádry a zeslabení paprsku zejména v důsledku přítomnosti vody je zaznamenáno kamerou.
- 40 - Metoda vizualizace barvivy ve formě prášku, která byla již zmíněna výše.

45 Zmíněné laboratorní metody nejsou z různých důvodů použitelné mimo kontrolované prostředí laboratoře, a vyžadují drahé přístroje a činidla, takže jejich provádění je (až na metodu vizualizace barvivy) finančně náročné. Z terénních metod jsou metody tepelných pulsů, terénních vlhkoměrů, denzitometrie, neutronové zobrazování i metoda barvivy značně destruktivní – tj. k jejich aplikaci je zapotřebí poměrně velkého prostoru ve vlastním materiálu, což je obzvláště problematické u chráněných přírodních povrchů (např. pískovcová města) nebo na historických  
50 budovách či sochách. Lokalizace výparové fronty metodou tenzometrie je velmi nepřesná, neboť jsou sací tlaky materiálu často za hranicí měřitelnosti. Elektrická odporová metoda je silně ovlivněná množstvím rozpuštěných látek, a tak je stanovování hloubky výparové fronty nemožné v místech, kde se rozpuštěných látek vyskytuje více.

Úkolem tohoto vynálezu je navrhnout takový způsob měření hloubky výparové fronty, u kterého by byly odstraněny výše zmíněné nevýhody – tj. metodu, která bude ekonomicky efektivní, použitelná v terénu a která bude zároveň minimálně invazivní.

5

#### Podstata vynálezu

Tento úkol je vyřešen poskytnutím způsobu měření výparové fronty. Tento způsob využívá zařízení, které obsahuje jehlici, lepidlo a barvivo.

10

Způsob měření výparové fronty podle vynálezu spočívá v tom, že se do porézního materiálu nejprve vyvrtá otvor s průměrem do 30 mm. Následně se vloží do otvoru jehlice opatřená na alespoň části vnějšího povrchu lepidlem a na něm aplikovaným barvivem v pevné fázi tak, aby přiléhala k jedné ze stěn otvoru. Jehlice se ponechá v otvoru po časový úsek alespoň 3 minuty, s výhodou 8 až 20 minut, následně se jehlice z otvoru vytáhne a změří se délka části jehlice, na níž došlo ke změně ve zbarvení barviva, nebo délka části jehlice vnořené do materiálu, na které nedošlo ke změně ve zbarvení barviva, a tím se určí poloha výparové fronty v porézním materiálu.

15

20 Otvor vyvrtaný do porézního materiálu má s výhodou průměr do 10 mm, výhodněji do 4 mm, nebo do 2 mm. Například může mít vyvrtaný otvor průměr v rozmezí 2 až 9 mm. Větší průměry otvorů se použijí například v případech, kdy je potřeba měřit hloubku výparové fronty ve větších hloubkách, a je tedy třeba použít silnějšího vrtáku, který se nezlomí či jinak nepoškodí.

25 S výhodou se z vyvrtaného otvoru před vložením jehlice odstraní prach, například pomocí duté jehly připojené ke zdroji stlačeného vzduchu (pumpičce, kompresoru).

Jehlice je opatřena lepidlem a na něm aplikovaným barvivem v pevné fázi, zejména práškovým barvivem, alespoň na části vnějšího povrchu. Lepidlem může být pokryta například část jehlice odpovídající alespoň desetině její délky, nebo alespoň osmině její délky, nebo alespoň čtvrtině její délky, nebo alespoň polovině její délky. Lepidlem a barvivem nepokrytá část jehlice slouží k jejímu uchopení uživatelem. Při měření je přitom vhodné, aby část povrchu jehlice pokrytá lepidlem a barvivem odpovídala alespoň hloubce vyvrtaného otvoru, nebo byla alespoň v oblasti předpokládané hloubky výparové fronty.

30

35 Jehlice se v otvoru ponechá po dobu s výhodou od 8 minut do 20 minut, výhodněji od 9 do 15 minut.

40 Změna ve zbarvení barviva může zahrnovat změnu z jedné barvy na druhou, změnu z matné barvy na barvu lesklou nebo ztmavnutí či zesvětlení barviva.

45 Poloha výparové fronty v porézním materiálu pod povrchem porézního materiálu se zjistí buď přímo změřením délky části jehlice vnořené do materiálu, na které nedošlo ke změně ve zbarvení barviva; nebo změřením délky části jehlice, na které došlo ke změně ve zbarvení barviva, a jejího odečtení od délky vyvrtaného otvoru.

V případě opakovaného měření v jednom otvoru je vhodné mezi měřeními vyvrtaný otvor na povrchu porézního materiálu uzavřít zátkou odolnou vůči vodě a vodní páře tak, aby se zabránilo ovlivňování hloubky výparové fronty.

50

Předkládaný způsob má oproti metodám známým ve stavu techniky tu výhodu, že je instrumentálně velmi jednoduchý, dovoluje tedy měřit polohu výparové fronty přímo v terénu. Oproti již známé metodě využívající barvivo, se dá použít opakovaně v jednom otvoru a dále snižuje invazivnost metody, protože není třeba vyvrtávat otvory o průměru několika centimetrů,

potřebné otvory vrtané do porézního materiálu jsou mnohem menší. Lze tak tedy pracovat i s menšími vzorky, na budovách nebo v chráněných oblastech.

5 Zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu obsahuje jehlici pokrytou na alespoň části svého povrchu lepidlem, na němž je nanášeno barvivo v pevné fázi.

Vrstva lepidla má s výhodou výšku do 0,5 mm.

10 Lepidlem může být lepidlo s chemickým vytvrzením, což zahrnuje lepidla na bázi epoxidů, fenolických pryskyřic, resorcinol-formaldehydových pryskyřic, polyesterů, polysulfidů, polyurethanů, silikonů.

15 Barvivo může být vodorozpustné barvivo. Například může být barvivo vybráno ze skupiny zahrnující sulforhodamin B, Brilliant Blue, manganistan draselný, fluorescein, kobaltové sole, což jsou obvyklá barviva používaná v oboru. V principu však lze použít jakoukoliv látku v prášku měnící ve styku s vlhkostí zbarvení. Nejvhodnějším barvivem je fluorescein měnící barvu z červenooranžové barvy suché pevné fáze na tmavě červenou – oranžovožlutou až zelenou barvu při kontaktu s vlhkostí.

20 Jehlice může mít průměr do 1 mm, a může být vyrobena z pevného, dostatečně odolného a neporézního materiálu, který může být v kontaktu s lepidlem. Takovým materiálem může být například kov, plast, sklo, nebo kompozity uvedených materiálů, s výhodou je jehlice z korozivzdorné oceli.

25 Jehlicí je zde míněn podlouhlý, tenký nosič, na nějž lze nanést lepidlo a barvivo, a který lze vložit do vyvrtaného otvoru. Může se zužovat směrem k jednomu nebo oběma koncům, nebo mít po celé délce v podstatě stejnou tloušťku.

30 Zařízení pro měření výparové fronty lze připravit přímo na místě měření dle potřeby. Na jehlici se nanese lepidlo (např. namočením jehlice do lepidla jedním koncem až alespoň do poloviny její délky), a následně se na lepidlo nanese barvivo v pevné fázi.

35 Způsob měření výparové fronty lze použít téměř za jakýchkoliv podmínek. Bylo však zjištěno, že relativní vlhkosti vzduchu nad 80 % mohou negativně ovlivňovat měření kvůli zvýšenému riziku kondenzace vzdušné vlhkosti na barvivo. Relativní vlhkost je potřeba měřit u povrchu porézního materiálu.

#### 40 Objasnění výkresů

Obr. 1 znázorňuje schematicky řez zařízením sestávajícím z jehly, lepidla a barviva. Obrázek není proveden v měřítku.

45 Obr. 2 znázorňuje vztah hodnot měřených metodou ERT užívanou v současné době a hodnot měřených metodou podle vynálezu (příklad 8)

#### Příklady uskutečnění vynálezu

50 Příklad 1

Jehlice o průměru 0,8 mm a délce 12 cm byla pokryta lepidlem na bázi polyurethanu (s komerčním názvem UHU All Purpose) a následně obalena v prášku barviva fluorescein (celkový průměr zařízení činil 1,5 mm). Poměr části s nanášeným lepidlem a barvivem vůči volné části jehlice byl 7:3. V pískovcovém skalním výchozu (vertikální stěna) v blízkosti obce Mladějov byl

vrtákem vytvořen otvor o průměru 5 mm a hloubce 97 mm, ze kterého byl za pomoci ruční pumpičky a duté jehly odstraněn prach vzniklý vrtáním. Zařízení bylo vloženo do tohoto otvoru tak, aby bylo v kontaktu se stěnou otvoru. Zařízení bylo v otvoru ponecháno 5 min. Hloubka výparové fronty byla stanovena na 4 mm, měřeno od povrchu pískovce. Relativní vlhkost vzduchu ve vzdálenosti 5 cm od pískovcového povrchu byla 80 %.

#### Příklad 2

Jehlice o průměru 0,8 mm a délce 12 cm byla pokryta lepidlem na bázi polyurethanu (s komerčním názvem UHU All Purpose) a následně obalena v prášku barviva fluorescein (celkový průměr zařízení činil 1,5 mm). Poměr části s naneseným lepidlem a barvivem vůči volné části jehlice byl 4:1. V pískovcovém skalním výchozu (vertikální stěna) v blízkosti obce Mladějov byl vrtákem vytvořen otvor o průměru 5 mm a hloubce 97 mm, ze kterého byl za pomoci ruční pumpičky a duté jehly odstraněn prach vzniklý vrtáním. Zařízení bylo vloženo do tohoto otvoru tak, aby bylo v kontaktu se stěnou otvoru. Zařízení bylo v otvoru ponecháno 13 min. Hloubka výparové fronty byla stanovena na 33 mm, měřeno od povrchu pískovce. Relativní vlhkost vzduchu ve vzdálenosti 5 cm od pískovcového povrchu byla 80 %.

#### Příklad 3

Jehlice o průměru 0,8 mm a délce 12 cm byla pokryta lepidlem na bázi polyurethanu (s komerčním názvem UHU All Purpose) a následně obalena v prášku barviva fluorescein (celkový průměr zařízení činil 1,5 mm). Poměr části s naneseným lepidlem a barvivem vůči volné části jehlice byl 19:1. V pískovcovém skalním výchozu (horizontální povrch) v blízkosti letiště Cal Black Memorial Airport (Utah, USA) byl vrtákem vytvořen otvor o průměru 4 mm a hloubce 50 mm, ze kterého byl za pomoci ruční pumpičky a duté jehly odstraněn prach vzniklý vrtáním. Zařízení bylo vloženo do tohoto otvoru tak, aby bylo v kontaktu se stěnou otvoru. Zařízení bylo v otvoru ponecháno 10 min. Hloubka výparové fronty byla stanovena na 13 mm, měřeno od povrchu pískovce. Relativní vlhkost vzduchu ve vzdálenosti 5 cm od pískovcového povrchu byla 50 %.

#### Příklad 4

Jehlice o průměru 0,8 mm a délce 12 cm byla pokryta lepidlem na bázi silikonů (s komerčním názvem Porcelain Chip Fix) a následně obalena v prášku barviva fluorescein (celkový průměr zařízení činil 1,5 mm). Poměr části s naneseným lepidlem a barvivem vůči volné části jehlice byl 1:1. V ryolitovém skalním výchozu (vertikální povrch) na úpatí Topaz Mountain (Utah, USA) byl vrtákem vytvořen otvor o průměru 4 mm a hloubce 47 mm, ze kterého byl za pomoci ruční pumpičky a duté jehly odstraněn prach vzniklý vrtáním. Zařízení bylo vloženo do tohoto otvoru tak, aby bylo v kontaktu se stěnou otvoru. Zařízení bylo v otvoru ponecháno 10 min. Hloubka výparové fronty byla stanovena na 13 mm, měřeno od povrchu pískovce. Relativní vlhkost vzduchu ve vzdálenosti 5 cm od pískovcového povrchu byla 55 %.

#### Příklad 5

Jehlice o průměru 0,8 mm a délce 12 cm byla pokryta lepidlem na bázi polyurethanu (s komerčním názvem UHU All Purpose) a následně obalena v prášku barviva Brilliant Blue (celkový průměr zařízení činil 1,5 mm). Poměr části s naneseným lepidlem a barvivem vůči volné části jehlice byl 7:1. V arkózovém skalním výchozu (vertikální povrch) v blízkosti obce Kralupy nad Vltavou byl vrtákem vytvořen otvor o průměru 4 mm a hloubce 82 mm, ze kterého byl za pomoci ruční pumpičky a duté jehly odstraněn prach vzniklý vrtáním. Zařízení bylo vloženo do tohoto otvoru tak, aby bylo v kontaktu se stěnou otvoru. Zařízení bylo v otvoru ponecháno 15 min. Hloubka výparové fronty byla stanovena na 9 mm, měřeno od povrchu arkózy. Relativní vlhkost vzduchu ve vzdálenosti 5 cm od pískovcového povrchu byla 70 %.

## Příklad 6

Jehlice o průměru 0,7 mm a délce 12 cm byla pokryta lepidlem na bázi polyurethanu (s komerčním názvem UHU All Purpose) a následně obalena v prášku barviva fluorescein (celkový průměr zařízení činil 1,5 mm). Poměr části s naneseným lepidlem a barvivem vůči volné části jehlice byl 1:6. Krychle zlehčeného pórobetonu (s komerčním názvem Ytong) o délce strany 40 mm byl ze 4 stran utěsněn plastovou fólií, která zabraňovala výparu. Krychle byla spodní podstavou vložena do vody po dobu 10 s. Po 1 hod. byl do svrchní podstavky krychle vrtákem vytvořen otvor o průměru 2 mm a hloubce 35 mm. Zařízení bylo vloženo do tohoto otvoru tak, aby bylo v kontaktu se stěnou otvoru. Zařízení bylo v otvoru ponecháno 5 min. Hloubka výparové fronty byla stanovena na 9 mm, měřeno od povrchu pórobetonu. Relativní vlhkost vzduchu ve vzdálenosti 5 cm od krychle byla 40 %.

## Příklad 7

Jehlice o průměru 1,5 mm a délce 34 cm byla pokryta lepidlem na bázi polyurethanu (s komerčním názvem UHU All Purpose) a následně obalena v prášku barviva fluorescein (celkový průměr zařízení činil 3 mm). Poměr části s naneseným lepidlem a barvivem vůči volné části jehlice byl 9:1. V pískovcovém skalním výchozu (vertikální povrch) v údolí Moqui Canyon (Utah, USA) byl vrtákem vytvořen otvor o průměru 9 mm a hloubce 279 mm, ze kterého byl za pomoci ruční pumpičky a duté jehly odstraněn prach vzniklý vrtáním. Zařízení bylo vloženo do tohoto otvoru tak, aby bylo v kontaktu se stěnou otvoru. Zařízení bylo v otvoru ponecháno 20 min. Hloubka výparové fronty byla stanovena větší než 279 mm, měřeno od povrchu pískovce (tj. vlhkost nebyla zastížena na celé délce jehlice). Relativní vlhkost vzduchu ve vzdálenosti 5 cm od pískovcového povrchu byla 20 %.

Všechna měření popsaná v příkladech 1 až 7 využívají jehlic z korozivzdorné oceli (je však možno využít jakýkoliv jiný materiál, který je dostatečně pevný, pružný a inertní), lepidlo s chemickým vytvrzením, barvivo v pevné fázi.

## Příklad 8: Porovnání odporového měření s metodou podle vynálezu

Metoda byla porovnána s používanou metodou měření elektrického odporu, který nepřímo odpovídá vlhkosti materiálu. Vlhkoměr (s komerčním názvem Greisinger electronic GMR 110) se elektrodami důkladně přiložil k povrchu materiálu a podle instrukcí výrobce byla odečtena vlhkost materiálu. Metoda elektrického odporu tedy nepřímo měří vlhkost materiálu do určité hloubky, zatímco předkládaná metoda měří hloubku výparové fronty. 24 jehlic o průměru 0,8 mm a délce 12 cm bylo pokryto lepidlem na bázi polyurethanu (s komerčním názvem UHU All Purpose) a následně obaleno v prášku barviva fluorescein (celkový průměr zařízení činil 1,5 mm). Poměr části s naneseným lepidlem a barvivem vůči volné části jehlice byl 1:6 až 19:1. V pískovcovém skalním výchozu v blízkosti letiště Cal Black Memorial Airport (Utah, USA) bylo vrtákem vytvořeno 9 otvorů o průměru 4 mm a hloubkách 41 až 99 mm, ze kterých byl za pomoci ruční pumpičky a duté jehly odstraněn prach vzniklý vrtáním. Zařízení byla vložena do tohoto otvoru tak, aby byla v kontaktu se stěnou otvoru. Zařízení byla v otvorech ponechána 10 min. V případě opakovaného měření byly otvory ucpány mezi měřeními plastovou fólií, která zabránila výparu z otvorů, a tak změnám v hloubce výparové fronty způsobeným samotnou měřicí metodou. Další měření tedy odrážela pouze změny hloubky výparové fronty způsobené přirozenými vlivy. Mezi jednotlivými měřeními došlo ke změně vlhkostních vlastností v důsledku dešťových srážek a jejich vsaku do pískovce a v důsledku výparu z pískovcového povrchu. Hloubky výparové fronty byly stanoveny mezi 0 a 24 mm, měřeno od povrchu pískovce. Relativní vlhkost vzduchu ve vzdálenosti 5 cm od pískovcového povrchu byla 50 až 80 %.

Hodnoty získané oběma měřeními jsou vyneseny do tabulky a do grafu na Obr. 2.

Hloubka výparové fronty (metoda podle vynálezu) [mm]	Objemová vlhkost (odporová metoda) [%]	Číslo otvoru	Měření číslo
3	9	1	1
8	6	2	1
13	6	3	1
17	4	4	1
13	3	5	1
24	3	6	1
15	6	7	1
14	6	8	1
1	16	1	2
0	23	2	2
2	19	3	2
2	16	4	2
4	12	5	2
8	13	6	2
3	16	7	2
2	13	8	2
0	23	3	3
1	12	6	3
0	13	7	3
0	14	8	3
11	13	9	3

5

## PATENTOVÉ NÁROKY

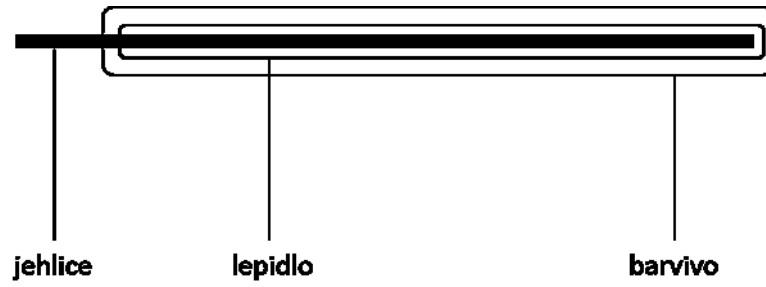
1. Způsob měření hloubky výparové fronty, **vyznačený tím**, že se do porézního materiálu vyvrtá otvor s průměrem do 30 mm, s výhodou do 10 mm, následně se vloží do otvoru jehlice opatřená na alespoň části vnějšího povrchu lepidlem a na něm aplikovaným barvivem v pevné fázi, ponechá se v otvoru po časový úsek alespoň 3 minuty, následně se jehlice z otvoru vytáhne a změří se délka části jehlice, na níž došlo ke změně ve zbarvení barviva, nebo délka části jehlice vnořené do materiálu, na které nedošlo ke změně ve zbarvení barviva, a tím se určí poloha výparové fronty v porézním materiálu.
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačený tím**, že se z vyvrtaného otvoru před vložením jehlice odstraní prach, s výhodou pomocí duté jehly připojené ke zdroji stlačeného vzduchu.
3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačený tím**, že jehlice je opatřena lepidlem a na něm aplikovaným barvivem v pevné fázi, zejména práškovým barvivem, alespoň na části vnějšího povrchu tak, že je pokryta alespoň desetina povrchu jehlice.



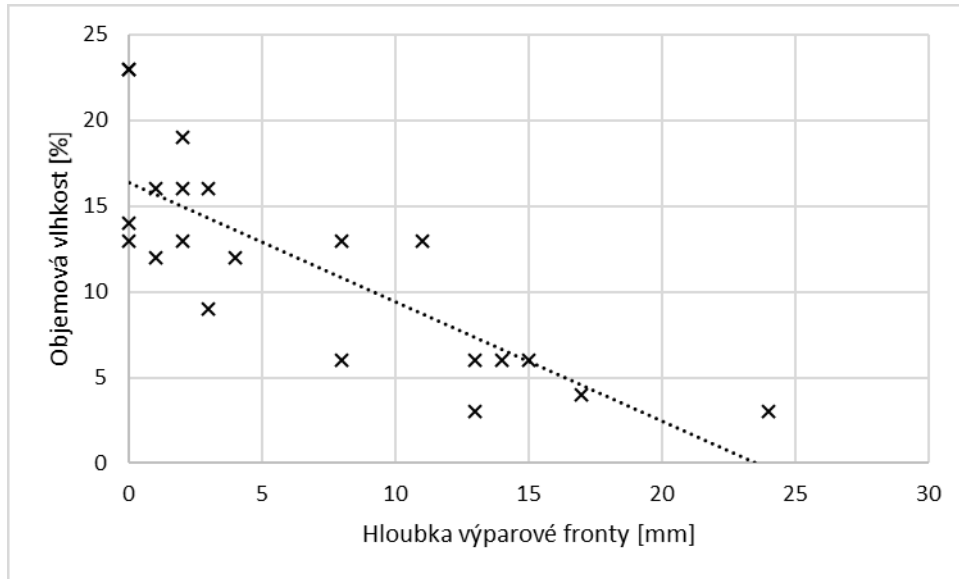
4. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačený tím**, že jehlice se v otvoru ponechá po dobu od 8 minut do 20 minut, výhodněji od 9 do 15 minut.

5

1 výkres



Obr. 1



Obr. 2