

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

303 206

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C02F 1/44 (2006.01)
C02F 103/06 (2006.01)
C02F 101/10 (2006.01)
C02F 1/20 (2006.01)
B01D 63/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2010-494**
 (22) Přihlášeno: **23.06.2010**
 (40) Zveřejněno: **23.05.2012**
(Věstník č. 21/2012)
 (47) Uděleno: **12.04.2012**
 (24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **23.05.2012**
(Věstník č. 21/2012)

(56) Relevantní dokumenty:

US 5100555 A; GB 2025256 A; EP 0271330 A.

(73) Majitel patentu:

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-TECHNICKÁ
 UNIVERZITA OSTRAVA, Ostrava - Poruba, CZ
 Vodní zdroje Chrudim spol. s r. o., Chrudim, CZ

(72) Původce:

Danihelka Pavel Prof. RNDr. CSc., Šenov, CZ
 Čáslavský Marek Ing. Ph.D., Chrudim, CZ
 Kříž Lubomír Ing. Ph.D., Chrudim, CZ

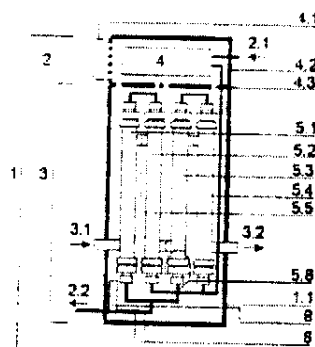
(54) Název vynálezu:

Způsob odstraňování radonu rozpuštěného ve vodě, zejména v podzemní vodě, a zařízení k provádění tohoto způsobu

(57) Anotace:

Způsob odstraňování radonu rozpuštěného ve vodě, ve kterém voda vstupuje do modulu (1) ústřední trubkou (3.1), za kterou je proud rozdělen do jednotlivých paralelních větví, voda vtéká do první patrony (5.1) ze spodní části, v horní části je přemostěna do druhé patrony (5.2) a ve směru shora dolů protéká druhou patronou, proces se opakuje dále - každou lichou patronou (5) teče voda vzhůru, každou sudou patronou (5) pak shora dolů - až do okamžiku, kdy voda zbavená radonu opouští modul (1) výstupním otvorem (3.2), průtočné množství čištěné vody lze regulovat pomocí ventilů na vstupu i výstupu z předmětového zařízení, kdy na výstupním otvoru (3.2) je umístěna zpětná klapa (3.5) bránící zpětnému toku vyčištěné vody do modulu (1) směrem k vrtu, vyčištěná voda je po opouštění jednotky s patronami (5) dále vedena do vyrovnávací tlakové nádrže (17) a odtud potrubím do rozvodné sítě (18) domu a současně vzduch je veden cíleně tak, aby protékal v každé z patron (5) proti směru proudění vody, přívod čistého vzduchu, nasávaného kompresorem (4) v horní části zařízení (2.1), je směrem od kompresoru (4) veden ve třech paralelních větvích, následně je rozdělen tak, že vstupuje zespodu do sudých patron (5.2, 5.4), nahore je přemostěn do patrony sousedící (z 5.2 do 5.1, z 5.4 do 5.3) a tudý prochází směrem dolů, čímž je dosaženo protisměrného proudění vzhlédem k vodě, po takovém průchodu vždy dvěma z patron (5) je vzduch v dolní části sběrným potrubím (4.6) odváděn z jednotlivých větví do společného sběrače, na který je napojen sifon (6), ve kterém se shromažďují úkapy vody z vody, která se dostává přes membránu nebo na ní z vnitřní strany kondenzuje a odkud může být jednoduše pomocí

ventilu vypuštěna; a zařízení pro provádění tohoto způsobu.



CZ 303206 B6

Způsob odstraňování radonu rozpuštěného ve vodě, zejména v podzemní vodě, a zařízení k provádění tohoto způsobu

5 Oblast techniky

Vynález se týká oblasti čištění podzemních vod od radonu, zejména využití hydrofobních membrán vybavených nanopóry a využití uspořádání membránových patron v modulu, způsobu zapojení jednotlivých komponent, včetně volitelné sorpční kolony k odstranění radonu ze vzduchu.

10

Dosavadní stav techniky

Radon (Rn-222, s poločasem rozpadu 3,8 dne) je prvek bez barvy, chuti a zápachu. Radon vzniká v přírodě trvale radioaktivním rozpadem radia, které je jako stopový prvek obsaženo prakticky ve všech horninách. Koncentrace uranu, rádia, thoria a draslíku se v jednotlivých typech magmatických, sedimentárních a metamorfovaných hornin značně liší. Nejvyšší koncentrace radia, tedy zdroje radonu, vykazují kyselé vyvřelé horniny (durbachity, žuly, syenity, pegmatity, granodiority aj.). Při radioaktivní přeměně se část produktů přeměny dále rozpadá, část se může rozpustit ve vodě, je-li v pórech hornin přítomna, a část uniká do půdního vzduchu, resp. do atmosféry.

20

Problematika radonu ve vztahu jeho působení na lidské zdraví bezprostředně souvisí s výskytem radonu v obytných prostorech, kam se radon dostává z přírodních zdrojů jako je geologické podloží nebo voda. Při používání vody v bytě se radon uvolňuje do ovzduší (při sprchování a mytí asi 50 %, při vaření a praní téměř 100 %) a vytváří zde krátkodobé produkty své jaderné přeměny. Ty jsou na rozdíl od plynného radonu kovové povahy. Zachycují se ve vzduchu na drobných prachových částicích a vytvářejí radioaktivní aerosoly, jejichž vdechování přispívá k ozáření osob. Významný podíl na výsledné radiační zátěži má tedy inhalace radonu a jeho dceřiných produktů. Pítí vody je z hlediska rizika z ozáření považováno za méně významné.

25

Problematika radonu jako kontaminantu vod má specifické parametry související s radonem jakožto inertním radioaktivním plynem i parametry obdobné jiným kontaminantům. Možnosti separace radonu z vod jsou svázány s jeho chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Chemické vlastnosti radonu jsou pro separační techniky nevýhodné, neboť radon má kompletně zaplněnou valenční sféru a tudíž patří mezi prvky s velmi malou reaktivitou. Radon, i když se ve vodě rozpouští, nemá k ní velkou afinitu a je v ní vázán jen slabě. To dává dobré předpoklady pro jeho odstranění převedením do jiné fáze, ke které má afinitu větší nebo která bude přítomna v dostatečném nadbytku. Z fyzikálních postupů jsou neúčinnější ty, kdy dochází k přechodu radonu z vody do jiné fáze v dynamických podmínkách.

30

V praxi se při odstraňování radonu z podzemní vody nejčastěji využívá aeračních technik. Principem procesu je vytěsňování radonu z vody jejím provzdušňováním. Takových zařízení je v současné době v provozu na úpravnách vody pro veřejné vodovody v ČR již několik stovek. K odstranění radonu z vod na velkých a středních zdrojích se dnes používají v podstatě pouze aerační procesy. Jejich účinnost je poměrně vysoká, zpravidla více než 95 %, a tak umožňují snížit objemovou aktivitu radonu ve vodě více než desetkrát. Náklady na pořízení a provoz takového zařízení činí obvykle statisíce korun, proto se tato zařízení nepoužívají u velmi malých zdrojů vody, respektive u individuálních studní.

40

45

V aeračních zařízeních je voda buďto probublávána vzduchem, nebo je rozstříkována v malých kapkách. Při přímém kontaktu kapalné a plynné fáze dochází k přechodu radonu do plynné fáze a touto je radon odnášen. Podstatou účinnosti je mnohonásobné zvětšení plochy fázového rozhraní. Vzhledem k uspořádání aeračních zařízení (většinou vertikální způsob) jsou zde kladeny poměrně velké prostorové nároky na umístění zařízení. Nevýhodou tohoto způsobu je přímý kon-

50

5 takt obou fází, při kterém může dojít ke kontaminaci vody. Další nevýhodou aeračních postupů je tvorba usazenin minerálního původu jako jsou hydroxidy, uhličitany železa, hořčíku či vápníku, koroze, či chemické znečištění technologie. V neposlední řadě je důležité zmínit ztrátu tlaku vody, kterou je nutné po ukončení procesu odstranění radonu znovu natlakovat. S tímto je spoje-

10 na vyšší ekonomická náročnost celého procesu. Nedořešenou stránkou této metody je odvod vzduchu obohaceného radonem. Vzduch bývá vypouštěn do volné atmosféry, což může v případě nesprávné instalace technologie u rodinných domů představovat zdravotní riziko pro obyvatele domu.

15 Druhým nejčastějším způsobem odstranění radonu z vody je metoda zachytu radonu na aktivním uhlí, často spojována s metodou Granulated Activated Carbon (GAC) Adsorption, kdy dochází k odstraňování radonu z vody navázáním na povrch tzv. aktivního uhlí. Principem metody je využití velkého povrchu aktivního uhlí. Voda protéká přes lože z aktivního uhlí, kde dojde k odstranění radonu. Nevýhodou tohoto způsobu je, že v průběhu času dochází ke snižování efektivity metody zanášením povrchu aktivního uhlí zachytáváním nejen ve vodě rozpuštěných plynů, ale i rozpuštěných látek, veškerých kalů nebo dochází ke srážení sloučenin železa a manganu. Dalším negativem je riziko bakteriální kontaminace vody a riziko změny organoleptických vlast-

20 ností čištěné vody. Metoda nesplňuje požadavky kladené na BAT (Best Available Technology), přesouvá totiž problematiku znečištěné vody na vznik radioaktivního odpadu, který nově vznikne zachycením radonu na aktivním uhlí. S tím souvisí požadavky při umístění technologického zařízení na izolované místo v budově, neboť použité (saturované) aktivní uhlí může být zdrojem ionizujícího záření.

Specifickou metodou používanou pro odstranění radonu z vody je použití membrán. Jedná se zde 25 také o převod radonu z kapalně do plynné fáze, ale v nepřímém kontaktu obou fází. Voda proudí z jedné strany membrány, zatímco vzduch odděleně na druhé straně membrány. Principem fungování separace je selektivní propustnost pro jednu ze složek nebo semipermeabilita (polopropustnost). Také v tomto procesu je snahou maximalizovat plochu fázového rozhraní. Membrány se vyrábějí ploché nebo vláknité. Membrány jsou v zařízení obecně uspořádány tak, aby plocha fázového rozhraní byla co největší, proto se často využívá svazků dutých vláken či vinutých 30 uspořádání.

Ve vynálezu US 5 194 158 je popsán způsob odstranění radonu z vody pomocí membrán. Dle 35 tohoto vynálezu se zařízení pro odstraňování radonu z vody skládá z komory protékané vodou, komory protékané vzduchem, membrány, recirkulačního potrubí a GAC systému sloužícímu k dočištění vody. GAC systém je využit pouze při zvýšené koncentraci radonu ve vodě. Voda obsahující radon vtéká do první komory, která je membránou oddělena od druhé komory, kterou prochází vzduch. Radon difunduje stěnou membrány z vody do vzduchu. Vzduch obsahující radon je odváděn do volné atmosféry.

Podstata vynálezu

45 Zařízení pro provedení způsobu a způsob odstraňování radonu rozpuštěného zejména v podzemní vodě za účelem běžného užívání vody využívané u malých vodních zdrojů jako jsou individuální zdroje pro rodinné domy, chatové rekreační objekty apod., jehož úkolem je snížit koncentraci radonu v ovzduší budov, resp. v dýchací zóně člověka, při využívání vody k běžným účelům (sprchování, vaření, praní aj.).

50 Základním principem činnosti výsledného zařízení k odstranění radonu je proces separace radonu pomocí hydrofobní membrány s nanopóry, tedy s póry, jejichž minimálně jeden rozměr je v rozsahu velikostí desítek až tisíců nanometrů. Proces probíhá způsobem, kdy na základě difúze radonu skrz nanopóry ve stěně membrány dochází k jeho průchodu z vody tekoucí na jedné straně membrány do plynné fáze proudící na druhé straně membrány. K separaci radonu je využito

hydrofobní membrány s nanopóry ve formě svazku vláken. Hydrofobní membrána zajišťuje spolu s povrchovým napětím vody oddělení vodní a plynné fáze, uspořádání ve vláknech pak velký aktivní povrch, na kterém dochází k separaci radonu z vody na druhou stranu membrány do plynné fáze.

5

Ústřední část zařízení určeného k odstraňování radonu rozpuštěného ve vodě tvoří jednotka se svazkem vláken nanopóry opatřené membrány na bázi polypropylénu nebo polyetylénu, tzv. patrona. Modul je složen z jednotlivých patron, kdy každá patrona obsahuje svazek dutých vláken. Ochranu vláken zajišťuje plášť patrony. Vlákná procházejí patronou v její podélné ose a je do nich přiváděna plynná fáze (vzduch). Plynná fáze je aktivně vyměňována za pomoci kompresoru, jež je součástí předmětného zařízení. Modul je koncipován tak, aby mohl být napojen přímo na vodovodní řád domu. Je umísťován mezi čerpadlo vodního zdroje a tlakovou nádobu. Systém odstranění radonu zahrnuje subsystém pro čerpání - čerpadlo a předčištění vody - filtry a subsystém pro skladování již čištěné vody - tlaková nádoba.

15

Samotné zařízení se skládá z několika dílčích patron, spojených do tří paralelních větví, kdy jednu větev tvoří několik sériově zapojených patron. Patron lze napojit libovolné množství, omezené jen výkonem kompresoru. Počet patron závisí na množství radonu ve vodním zdroji, na průměrné denní spotřebě vody aj., a lze jej dle potřeby upravit. Každou patronou prochází voda i vzduch, média jsou vždy striktně oddělené membránou. Ta pak nejen slouží k separaci radonu, ale také jako bariéra zabráňující kontaminaci, protože nanopóry jsou menší než bakterie. Patrony jsou mezi sebou propojeny tak, aby jimi mohla vždy vně vláken protékat voda. Kompresor má vlastní filtr sání. Vzduch tak může být nasáván přímo z místnosti, kde je modul umístěn, případně sání může být vyvedeno mimo místnost. Vlastní kompresor produkuje odpadní teplo, čímž vzduch v zimním období předehřívá a nehrozí tak zamrzání vody v patronách okolo vláken. Výstup vzduchu z modulu je veden přes sifon, který má za úkol shromažďovat kondenzovanou vodu z vláken. Tato voda může být jednoduše vypuštěna pomocí ventilu. Průtočné množství čištěné vody lze regulovat pomocí ventilů na vstupu i výstupu z předmětného zařízení. Důležitou částí předmětného zařízení je zpětná klapa bránící zpětnému toku vyčištěné vody do modulu, resp. do vrtu.

30

Specifikem předmětného zařízení je také volitelná sorpční jednotka sloužící k odstranění radonu ze vzduchu, kontaminovaného při procesu čištění vody. Zde dojde procesem adsorpce radonu na povrchu aktivního uhlí k jeho odstranění ze vzduchu. Proces dekontaminace vody od radonu tedy primárně není ukončen způsobem, kdy je vzduch i s radonem z technologie odstraněn jeho prostým vypuštěním. Účelem sorpční jednotky je zbavit vzduch radonu a zamezit tak kontaminaci prostředí a s ní souvisejících zdravotním rizikům v okolí místa vypouštění vzduchu z předmětného zařízení.

40

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže osvětlen na přiložených výkresech, kde na obr. 1 je zobrazeno umístění Zařízení pro odstraňování radonu z vody. Obr. 2 ukazuje sestavení Zařízení pro odstraňování radonu z vody. Obr. 3 znázorňuje půdorys čisticí části pro vodu, na obr. 4 je potom uspořádání čisticí části pro vzduch

45

Příklad provedení vynálezu

50

Zařízení pro odstraňování radonu z vody je sestavené jako modul 1 k odstraňování radonu. Součástí modulu je část 2 pro čerpání vzduchu, která se skládá z přívodu 2.1 vzduchu, a odvodu 2.2 vzduchu ve kterém je zapojena sorpční jednotka 8. Do části 2 pro čerpání vzduchu je vzduch čerpán přes otvory 4.1 pro přívod chladicího vzduchu ke kompresoru 4 a odtud přívodem 4.2

vzduchu k patronám 5. Další součástí modulu je čisticí část 3, kde dochází k odstraňování radonu z vody v patronách 5.1, 5.2, 5.3 a 5.4. Jednotlivé patrony 5.1, 5.2, 5.3 a 5.4 jsou sériově zapojeny do jedné řady spojovací části mezi patronami 5.5. Každá z patron 5.1, 5.2, 5.3 a 5.4 má plášť 5.7 a je ke spojovací části 5.5 připojena v koncovce 5.6, která je umístěna ve spodní části každé z patron 5.1, 5.2, 5.3 a 5.4. Voda obsahující radon je do čisticí části 2 přiváděna přívodem 3.1 vody a pryč je odváděna odvodem 3.2 vody. Část 2 pro čerpání vzduchu a čisticí část 3 jsou odděleny deskou s otvory 4.3 pro prostup kompresorem 4 ohřátého vzduchu k patronám 5.1, 5.2, 5.3 a 5.4.

10 Proces čištění vody kontaminované radonem začíná čerpáním vody z vodního zdroje. Po nasátí vody čerpadlem 15 je voda předčištěna filtrem 16 pro odstranění sedimentů a rozpuštěného železa a manganu. Následuje vstup vody do modulu 1. Voda v modulu 1, resp. v dílčích patronách 5, obtéká vlákna z vnější strany membrány s nanopóry, z vnitřní strany membrány s nanopóry je proháněn vzduch.

15 Voda vstupuje do modulu 1 ústřední trubkou 3.1, za kterou je proud rozdělen do jednotlivých paralelních větví. Voda vtéká do první patrony 5.1 ze spodní části, v horní části je přemostěna do druhé patrony 5.2 a ve směru shora dolů protéká druhou patronou 5.2. Proces se opakuje dále - každou lichou patronou 5 teče voda vzhůru, každou sudou patronou 5 pak shora dolů až do okamžiku, kdy voda zbavená radonu opouští modul 1 výstupním otvorem 3.2. Průtočné množství čištěné vody lze regulovat pomocí ventilů na vstupu i výstupu ze zařízení. Na přívod 3.2 vody je napojena zpětná klapa 3.5, bránící zpětnému toku vyčištěné vody do modulu 1 směrem k vrtu. Vyčištěná voda je po opouštění jednotky s patronami 5 dále vedena do vyrovnávací tlakové nádrže 17 a odtud potrubím do rozvodné sítě 18 uživatele.

25 Vzduch je veden tak, aby protékal v každé patroně 5 proti směru proudění vody. Přívod 4.2 čistého vzduchu, nasávaného kompresorem 4 v horní části 2.1 zařízení, je směrem od kompresoru 4 veden ve třech paralelních větvích. Následně je rozdělen tak, že vstupuje zespodu do sudých patron 5.2 a 5.4, nahoře je přemostěn do patrony sousedící - z patrony 5.2 do patrony 5.1, z patrony 5.4 do patrony 5.3 a tudy prochází směrem dolů, čímž je dosaženo protisměrného proudění vzhledem k vodě. Po takovém průchodu vždy dvěma patronami 5 je vzduch s obsahem radonu v dolní části sběrným potrubím 4.6 odváděn z jednotlivých větví do společného sběrače, na který je napojen sifon 6. Zde se shromažďují úkapy vody z vody, která se dostává přes membránu s nanopóry nebo na ní z vnitřní strany kondenzuje a odkud může být jednoduše pomocí ventilu vypuštěna.

40 Radon, který z vody již difundoval skrz nanopóry ve stěně membrány s nanopóry, je potrubím, v němž proudí plynná fáze, odváděn směrem k sorpční jednotce 8 s aktivním uhlím. Sorpční jednotka 8 je tvořena podélnou nádobou naplněnou sorbentem - aktivním uhlím. Aktivní uhlí je hydrofobní a olejoofilní materiál, na jehož povrchu dojde průchodem vzduchu k navázání plynného radonu. Vzduch vstupuje do sorpční jednotky 8 pod tlakem generovaným v kompresoru 4, sníženým o ztráty v sestavě patron 5. Vzduch do sorpční jednotky 8 vstupuje odspodu, prochází směrem vzhůru sorbentem a v horní části nádoby odchází ze sorpční jednotky 8 ven. Vyčištěný vzduch je částečně veden zpět do nasávacího prostoru kompresoru 4. Dochází tak k uzavřenému cyklu proudění vzduchu. Případný přebytek vyčištěného vzduchu je odváděn vně zařízení bez rizika kontaminace ovzduší radonem v blízkosti zařízení. V případě nízkých koncentrací radonu ve vodě je možno provést modifikaci zařízení tím způsobem, že lze demontovat sorpční jednotku 8 a odpadní vzduch znečištěný radonem vést od sifonu 6 přímo výstupem 2.2, tedy bez průchodu sorpční jednotkou 8, mimo zařízení a posléze mimo obytné prostory do volné atmosféry.

50

Průmyslová využitelnost

5 Zařízení lze využít pro odstranění radonu z vody v průmyslu i ve službách v malých provozov-
nách nebo při malé spotřebě vody stejným způsobem jako u obytných prostor.

10

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob odstraňování radonu rozpuštěného ve vodě, **vyznačující se tím**, že voda vstupuje do modulu (1) ústřední trubkou (3.1), za kterou je proud rozdělen do jednotlivých paralelních větví, voda vtéká do první patrony (5.1) ze spodní části, v horní části je přemostěna do druhé patrony (5.2) a ve směru shora dolů protéká druhou patronou, proces se opakuje dále - každou lichou patronou (5) teče voda vzhůru, každou sudou patronou (5) pak shora dolů - až do okamžiku, kdy voda zbavená radonu opouští modul (1) výstupním otvorem (3.2), průtočné množství čištěné vody lze regulovat pomocí ventilů na vstupu i výstupu z předmětného zařízení, kdy na výstupním otvoru (3.2) je umístěna zpětná klapa (3.5) bránící zpětnému toku vyčištěné vody do modulu (1) směrem k vrtu, vyčištěná voda je po opouštění jednotky s patronami (5) dále vedena do vyrovnávací tlakové nádrže (17) a odtud potrubím do rozvodné sítě (18) domu a současně vzduch je veden cíleně tak, aby protékal v každé z patron (5) proti směru proudění vody, přívod čistého vzduchu, nasávaného kompresorem (4) v horní části zařízení (2.1), je směrem od kompresoru (4) veden ve třech paralelních větvích, následně je rozdělen tak, že vstupuje zespodu do sudých patron (5.2, 5.4), nahoře je přemostěn do patrony sousedící (z 5.2 do 5.1, z 5.4 do 5.3) a tudý prochází směrem dolů, čímž je dosaženo protisměrného proudění vzhledem k vodě, po takovém průchodu vždy dvěma z patron (5) je vzduch v dolní části sběrným potrubím (4.6) odváděn z jednotlivých větví do společného sběrače, na který je napojen sifon (6), ve kterém se shromažďují úkapy vody z vody, která se dostává přes membránu nebo na ní z vnitřní strany kondenzuje a odkud může být jednoduše pomocí ventilu vypuštěna.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že radon, který z vody již difundoval přes nanopóry ve stěně membrány, je potrubím, v němž proudí plynná fáze, odváděn směrem k sorpční jednotce (8) s aktivním uhlím, která je tvořena podélnou nádobou naplněnou sorbentem - aktivním uhlím, na jehož povrchu dojde průchodem vzduchu k navázání plynného radonu, vzduch vstupuje do sorpční jednotky (8) pod tlakem generovaným v kompresoru (4), sníženým o ztráty v sestavě patron (5), vzduch do sorpční jednotky (8) vstupuje odspodu, prochází směrem vzhůru sorbentem a v horní části nádoby odchází z jednotky ven, vyčištěný vzduch je částečně veden zpět do nasávacího prostoru kompresoru (4) a dochází tak k uzavřenému cyklu proudění vzduchu, případný přebytek vyčištěného vzduchu je odváděn vně modulu (1) bez rizika kontaminace ovzduší radonem v blízkosti předmětného zařízení.

3. Způsob podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že v případě nízkých koncentrací radonu ve vodě je odpadní vzduch znečištěný radonem veden od sifonu (6) výstupem (2.2).

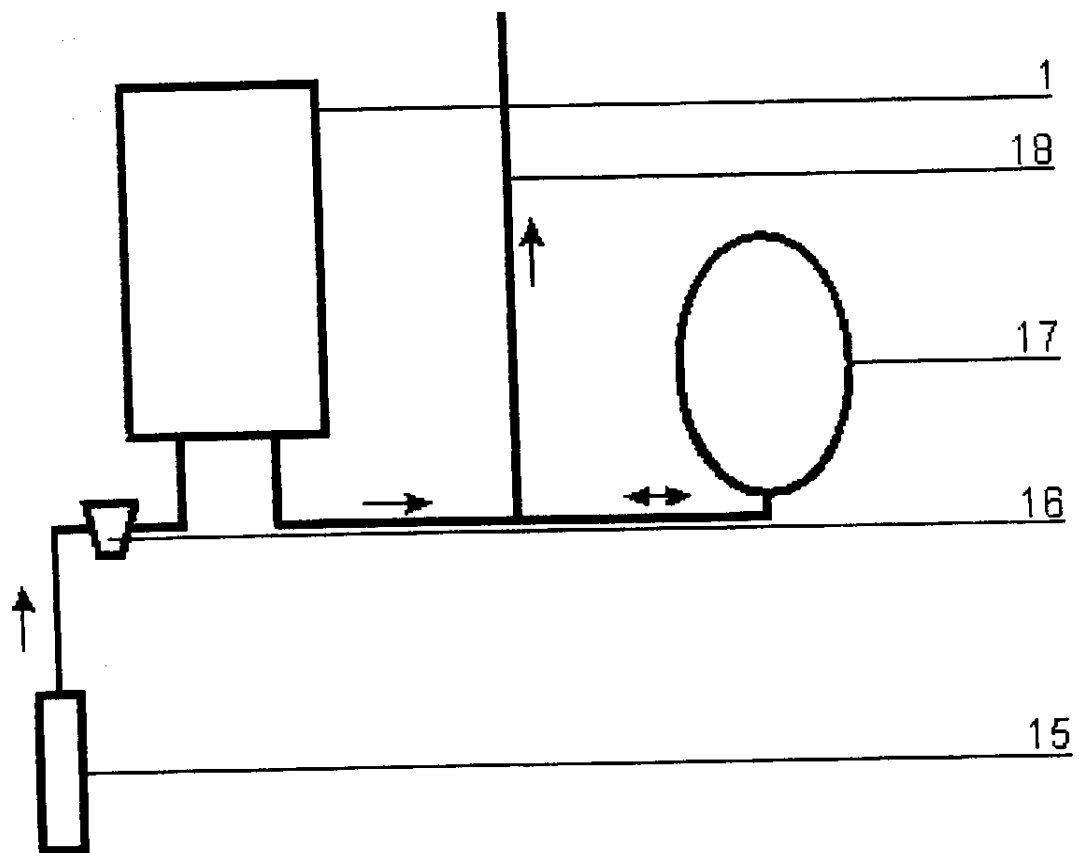
4. Zařízení pro provedení způsobu podle nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že je sestavené jako modul (1) složený z části (2) pro čerpání vzduchu a čisticí části (3) s přívodem (3.1) vody a odvodem (3.2) vody, část (2) pro čerpání vzduchu, se skládá z přívodu (2.1) vzduchu a odvodu (2.2) vzduchu, ve kterém je zapojena sorpční jednotka (8), v části (2) pro čerpání vzduchu jsou umístěny otvory (4.1) pro přívod chladicího vzduchu ke kompresoru (4) a dále přívod (4.2) vzduchu k patronám (5), jednotlivé patrony (5.1, 5.2, 5.3 a 5.4) jsou umístěny v čisticí části modulu (1) a jednotlivé patrony (5.1, 5.2, 5.3 a 5.4) jsou sériově zapojeny do jedné

řady, každá z patron (5) je ke spojovací části (5.5) připojena v koncovce (5.6), která je umístěna ve spodní části každé patrony (5), část (2) pro čerpání vzduchu a čisticí část (3) jsou odděleny deskou s otvory (4.3).

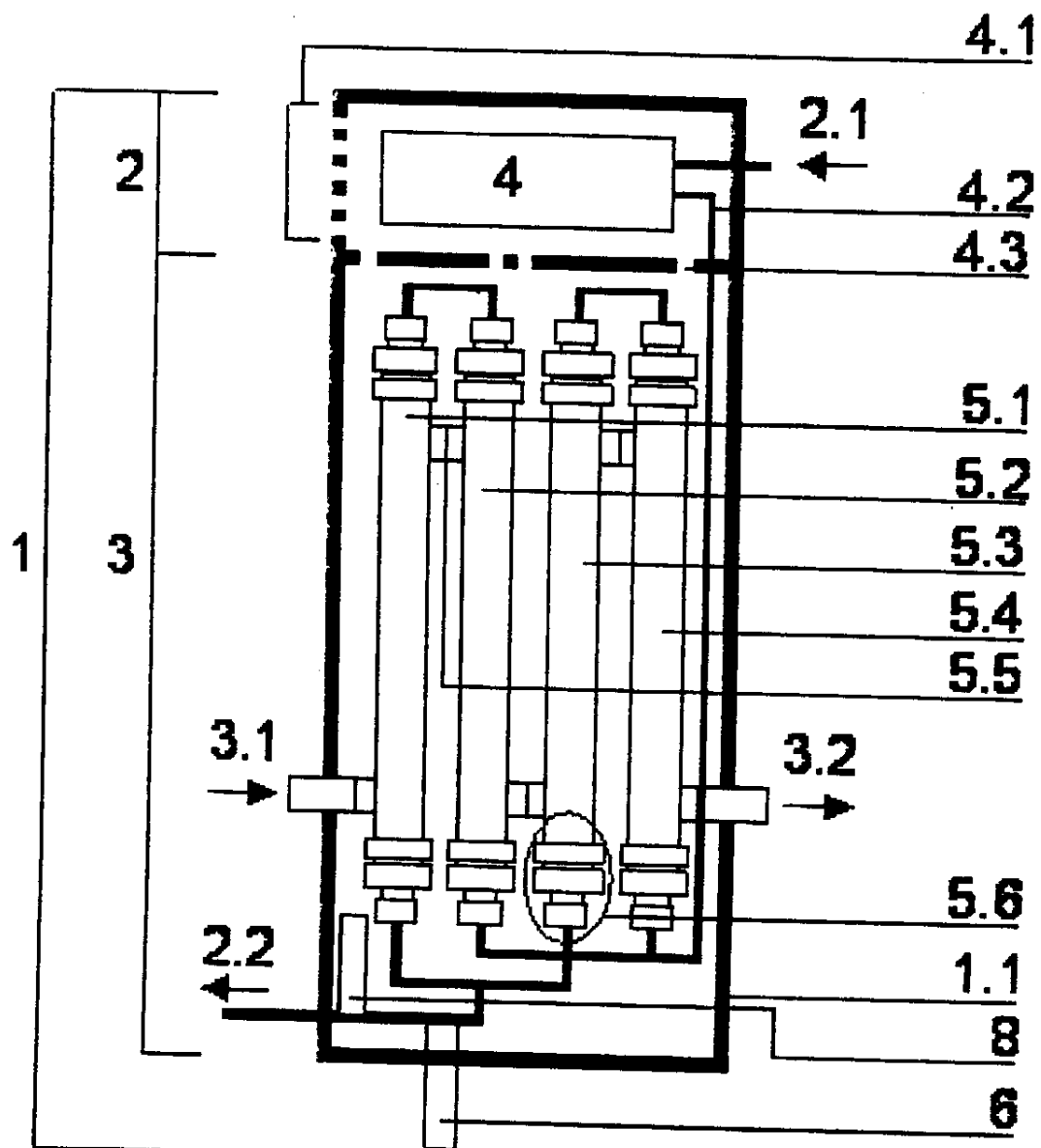
- 5 5. Zařízení podle nároku 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každá patrona (5) obsahuje svazek hydrofobních membrán s nanopóry, jejichž alespoň jeden rozměr je v rozmezí desítek až tisíců nanometrů, které procházejí patronou (5) v její podélné ose a ochranu vláken zajišťuje plášť (5.7) patrony (5).
- 10 6. Zařízení podle nároků 4 a 5, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každý modul (1) je napojen přímo na vodovodní řád domu a je umístěn mezi čerpadlo (15) vodního zdroje a tlakovou nádobu (17).
- 15 7. Zařízení podle nároků 4 a 5, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že patrony (5) jsou napojitelné jedna za druhou v libovolném množství, přičemž počet patron je omezen výkonem kompresoru (4) a je závislý na množství radonu ve vodním zdroji a na průměrné denní spotřebě vody.

20

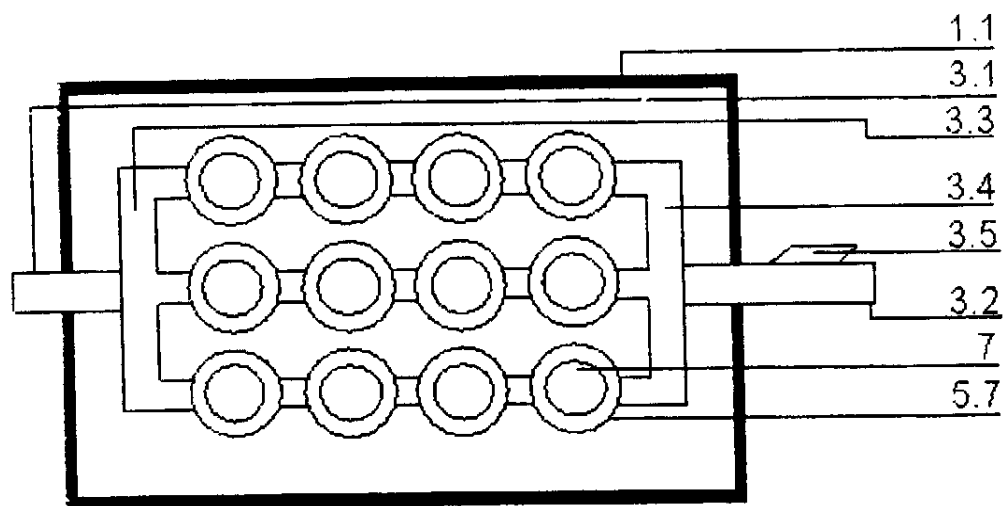
4 výkresy



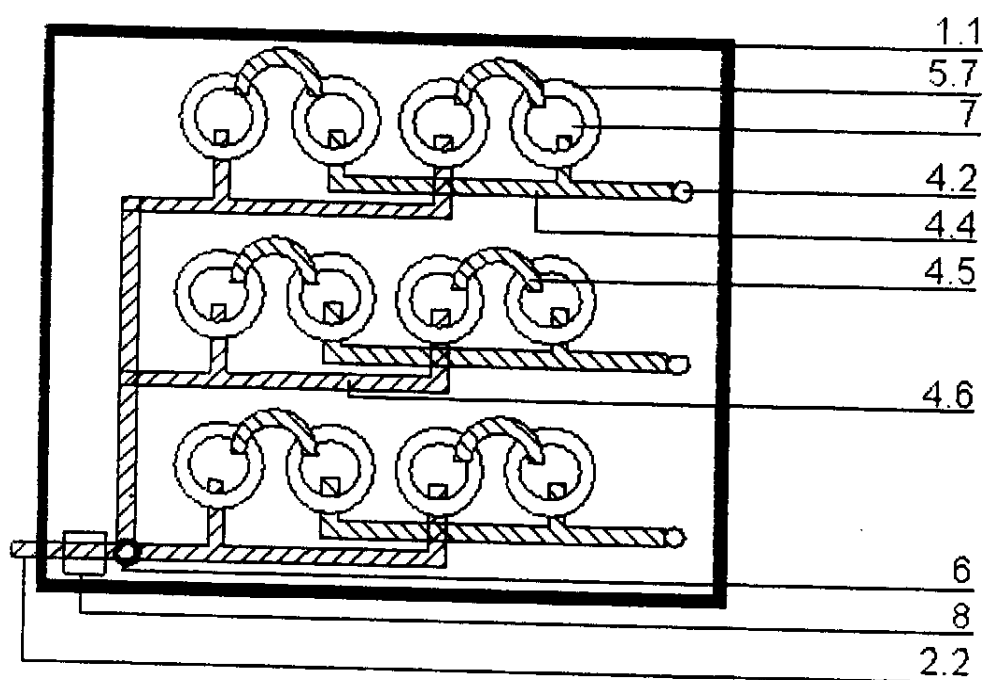
obr. 1



obr. 2



obr. 3



obr. 4

Konec dokumentu