UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:
38 892

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:
B01D 1/00 (2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2025-43148**
(22) Přihlášeno: **28.08.2025**
(47) Zapsáno: **21.10.2025**

(73) Majitel:
Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, v. v. i., Praha 6, Dejvice, CZ

(72) Původce:
Ing. Jan Haidl, Ph.D., Praha 4, Nusle, CZ
Ing. Ondřej Gebouský, Liberec, Liberec XXX-Vratislavice nad Nisou, CZ
Mgr. Jiří Kocum, Cheb, CZ
RNDr. Kristýna Falátková, Ph.D., Hradec Králové, Malšovice, CZ
RNDr. Václav Šípek, Ph.D., Roztoky, CZ
RNDr. Lukáš Vlček, Ph.D., Kamenný Újezd, CZ

(54) Název užitného vzoru:
Extraktor půdní vody

CZ 38892 U1

Úřad průmyslového vlastnictví v zápisném řízení nezjišťuje, zda předmět užitného vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.

Extraktor půdní vody

Oblast techniky

Zařízení pro extrakci půdní vody je využitelné v oblasti hydropedologického monitoringu. Zařízení slouží k získávání vody z půdních vzorků za účelem jejího následného laboratorního analyzování, zejména stanovení izotopového složení. Výsledky těchto analýz lze využít například při určování původu vody, stanovení doby jejího zdržení v půdním profilu či sledování dynamiky půdní vody, což může najít uplatnění v environmentálním výzkumu i v praktických předpovědních modelech hospodaření s vodními zdroji.

Dosavadní stav techniky

Technická řešení extrakce půdní vody se objevují již od druhé poloviny minulého století. Tato řešení využívají např. chemické sloučeniny nebo prvky jako jsou toluen [1], dichlormethan [2], zinek [3] nebo uran [4]; mikrovlnné záření [5]; mechanické stlačování [6]; nebo centrifugaci [7]. V současné době jsou nejčastěji voleny přístupy rovnovážné [8] a kryogenní extrakce [9]. Tato řešení jsou však často finančně, časově, technologicky a procedurálně náročná. Získané výsledky jsou navíc zvolenými procedurami ovlivněny a jsou mezi sebou neporovnatelné, a to i v rámci použití jednoho zvoleného přístupu [10].

Novost navrženého typu extraktoru spočívá v jednoduchosti konstrukce, nízké pořizovací ceně, snadné obsluze a údržbě, odstranění nutnosti využití chemikálií, vysokých teplot a podtlaků a zejména pak ve vysoké přesnosti extrakce se zanedbatelnou chybou, a to pro různé typy půd s různými vlhkostmi. Hlavní části tvoří tepelný zdroj, zahřívací komory, chladící ústrojí, ventilátory a řídící jednotka.

[1] Revesz, K., and Woods, P. H.: A method to extract soil water for stable isotope analysis, Journal of Hydrology, 115(1-4), 397–406, doi:10.1016/0022-1694(90)90217-L, 1990.

[2] Zhu, Q.-Z., Sun, Q., Su, Z.-G., Xie, M.-M., Song, J.-Y., Shan, Y.-B., Wang, N., and Chu, G.- Q.: A Soil Water Extraction Method with Accelerated Solvent Extraction Technique for Stable Isotope Analysis, Chinese Journal of Analytical Chemistry, 42(9), 1270–1275, doi:10.1016/S1872-2040(14)60766-0, 2014.

[3] Kendall, C., and Coplen, T. B.: Multi-sample conversion of water to hydrogen by zinc for stable isotope determination, Analytical Chemistry, 57(7), 1437–1440, doi:10.1021/ac00284a058, 1985.

[4] Brumsack, H., Zuleger, E., Gohn, E., and Murray, R.: Stable and radiogenic isotopes in pore waters from leg 127, Japan Sea, In Pisciotto, K., Ingle, J., von Breymann, M., Barron, J.: Proceedings of the Ocean Drilling Program, 127/128 Part 1 Scientific Results, 127/128, 635–650, doi:10.2973/odp.proc.sr.127128-1.165.1992, 1992.

[5] Munksgaard, N. C., Cheesman, A. W., Wurster, C. M., Cernusak, L. A., and Bird, M. I.: Microwave extraction–isotope ratio infrared spectroscopy (ME-IRIS): a novel technique for rapid extraction and in-line analysis of $\delta^{18}O$ and $\delta^{2}H$ values of water in plants, soils and insects, Rapid Communication in Mass Spectrometry, 28(20), 2151–2161, doi:10.1002/rcm.7005, 2014.

[6] White, J. W. C., Cook, E. R., Lawrence, J. R., and Wallace S., B.: The D/H ratios of sap in trees: Implications for water sources and tree ring D/H ratios. Geochimica et Cosmochimica Acta, 49(1), 237–246, doi:10.1016/0016-7037(85)90207-8, 1985.

[7] Mubarak, A., and Olsen, R.: Immiscible displacement of soil solution by centrifugation, Soil Science Society of America Journal, 40(2), 329–331, ISSN/ISBN: 0361-5995, 1976.

[8] Wassenaar, L. I., Hendry, M. J., Chostner, V. L., and Lis, G. P.: High Resolution Pore Water δ^2H and $\delta^{18}O$ Measurements by $H_2O_{(liquid)}$-$H_2O_{(vapor)}$ Equilibration Laser Spectroscopy, Environmental Science & Technology, 42(24), 9262–9267, doi:10.1021/es802065s, 2008.
[9] Dalton, F. N.: Plant root water extraction studies using stable isotopes, Plant Soil, 111(2), 217–221, doi:10.1007/BF02139942, 1988.
[10] Orlowski, N., Breuer, L., Angeli, N., Boeckx, P., Brumbt, C., Cook, C. S., Dubbert, M., Dyckmans, J., Gallagher, B., Gralher, B., Herbstritt, B., Hervé-Fernández, P., Hissler, C., Koeniger, P., Legout, A., Macdonald, C. J., Oyarzún, C., Redelstein, R., Seidler, C., Siegwolf, R., Stumpp, C., Thomsen, S., Weiler, M., Werner, C., and McDonnell, J. J.: Inter-laboratory comparison of cryogenic water extraction systems for stable isotope analysis of soil water, Hydrology and Earth System Sciences, 22(7), 3619–3637, doi:10.5194/hess-22-3619-2018, 2018.

Podstata technického řešení

Podstatou technického řešení je odpaření vody z půdního vzorku cirkulujícím vzduchem v uzavřeném okruhu a její následná kondenzace v chladícím ústrojí. Vzorek půdy je zahříván v zahřívací komoře na teplotu 105 °C, vznikající vodní pára je transportována cirkulujícím vzduchem do dvoustupňového chladícího ústrojí chlazeného vodou o teplotě 8 °C. Zde dochází ke kondenzaci vodní páry a z chladícího ústrojí se vysušený chladný vzduch vrací přes ventilátory zpět do zahřívací komory. Proces pokračuje, dokud nedojde k úplnému vysušení půdního vzorku a kondenzaci veškeré vzniklé páry v chladícím ústrojí.

Objasnění výkresů

Na připojených výkresech jsou znázorněny na

obr. 1 schéma aparatury;
obr. 2 detail částí chladícího ústrojí; a
obr. 3. je detail zahřívací komory – řez zahřívací komorou a pohled shora.

Příklad uskutečnění technického řešení

Podstatou technického řešení je modulární konstrukce čtyř samostatných extrakčních okruhů, sestávajících z pěti hlavních částí – tepelného zdroje 1, zahřívacích komor 2, chladicího ústrojí 3, ventilátorů 4 a řídicí jednotky 5. V rámu z hliníkových profilů (profil 40 x 40, ALUTEC KK s. r. o., Česká republika) je upevněna vestavěná kuchyňská trouba (model VT 332 CX; MORA MORAVIA s. r. o., Česká republika) sloužící jako tepelný zdroj. Do něj jsou vloženy samostatné zahřívací komory z nerezové oceli (Go Eco s. r. o., Česká republika), jejichž víka jsou opatřena silikonovým těsněním 6. Každá zahřívací komora je vybavena přívodním otvorem 7 pro suchý chladný vzduch a vývodním otvorem 8 pro vzduch nasycený vodní parou. Uvnitř komory se nachází drátěné lože 9 (2/0,56/1000 mm, Euro Sitex s. r. o., Česká republika) pro umístění vzorku, vystlané jemnou hliníkovou tkaninou 10 (0,05/0,035/1000 mm, Euro Sitex s. r. o. Česká republika), která brání propadávání částic. Uvnitř každé zahřívací komory je umístěné teplotní čidlo (model TP-01 K, HOTAIR, Česká republika) poblíž vývodního otvoru pro neustálou kontrolu teploty v zahřívací komoře. Suchý chladný vzduch je do zahřívacích komor uvnitř tepelného zdroje veden silikonovými trubicemi (12/22 mm, P-LAB a. s., Česká republika) o délce 2 m, a jsou částečně namotány a přichyceny pod zahřívacími komorami. Tento návin slouží k předehřátí vzduchu před vstupem do zahřívací komory, a tudíž k efektivnějšímu odvodu vodní páry. Vlhký teplý vzduch je odváděn silikonovými trubicemi (12/22 mm, P-LAB a. s., Česká republika) s co nejkratší délkou, jež stále umožňuje vysunutí zahřívacích komor z tepelného zdroje pro potřeby manipulace se vzorkem. Trubice vedou od zahřívacích komor k otvorům ve stěně tepelného zdroje,

odkud jsou vyvedeny mimo tepelný zdroj skrze napojení na ocelové fitinky. Z vnější strany tepelného zdroje je odvod 11 vlhkého vzduchu zajištěn silikonovými trubicemi obalenými pěnovou izolací 12 o tloušťce 1 cm zajišťující minimální předčasnou kondenzaci vodní páry v silikonových trubicích před dosažením chladícího ústrojí. Chladící ústrojí je složeno ze čtyř skleněných komponent: skleněné koleno s NZ jádrem 14/23 (VERKON, s. r. o., Česká republika), spirálový chladič dle Dimrotha s 11 závity a NZ jádrem 14/23 (VERKON, s. r. o., Česká republika) a dvou na míru vyrobených skleněných částí – spojka 13 a chlazená sběrná nádoba 14. Chladící ústrojí tak obsahuje dva chladící okruhy – první chladící okruh 15 skrze vzájemně propojené Dimrothovy chladiče, druhý chladící okruh 16 skrze propojené chlazené sběrné nádoby. Chladícím médiem je voda z vodovodního řadu. Přívod 17 suchého vzduch z chladícího ústrojí je zpět do tepelného zdroje veden silikonovými trubicemi (12/22 mm) skrze dvojici ventilátorů pro každý okruh (model PF40281B1-000U-A99 DC, SUNON, Čína) uzavřených ve 3D vytištěném vzduchotěsném pouzdře (PLA filament). Tím je extrakční okruh uzavřen. Ventilátory udržují uvnitř celého okruhu proudění vzduchu přibližně 10 l/min. Rychlost otáček ventilátoru lze upravovat řídící jednotkou postavenou na platformě Arduino. Řídící jednotka také umožňuje monitorovat hodnoty z teplotních čidel uvnitř zahřívacích komor. Aparatura je doplněna membránovým dmychadlem (model JDK-S-100, ČERPADLA VRCHLABÍ s.r.o., Česká republika), které lze skrze silikonovou trubici (12/22 mm) připojit ke kterémukoli okruhu a provést počáteční propláchnutí okruhu vzduchem, za účelem vyčištění okruhu od zbytků případné vlhkosti z předešlé extrakce.

Průmyslová využitelnost

Extraktor půdní vody je určen nejen pro výzkumnou činnost v rámci experimentů, ale i pro výrobu a distribuci v rámci institucí pedologického nebo hydrologického směru, ale i soukromého sektoru zabývajícího se ekologickou problematikou.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Extraktor půdní vody, **vyznačující se tím**, že je tvořen uzavřeným okruhem ze vzájemně propojených komponent, a to v tomto pořadí: v tepelném zdroji (1) umístěné zahřívací komory (2) jsou skrze vývodní otvor (8) a odvod vlhkého vzduchu (11) tvořeného silikonovými trubicemi s pěnovou izolací (12) napojeny na chladící ústrojí (3), ze kterého je přívod suchého vzduchu (17) veden silikonovými trubicemi do ventilátorů (4) a odtud dále do tepelného zdroje (1) k přívodnímu otvoru (7) zahřívacích komor (2).

2. Extraktor půdní vody podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že jako tepelný zdroj (1) je využita kuchyňská trouba.

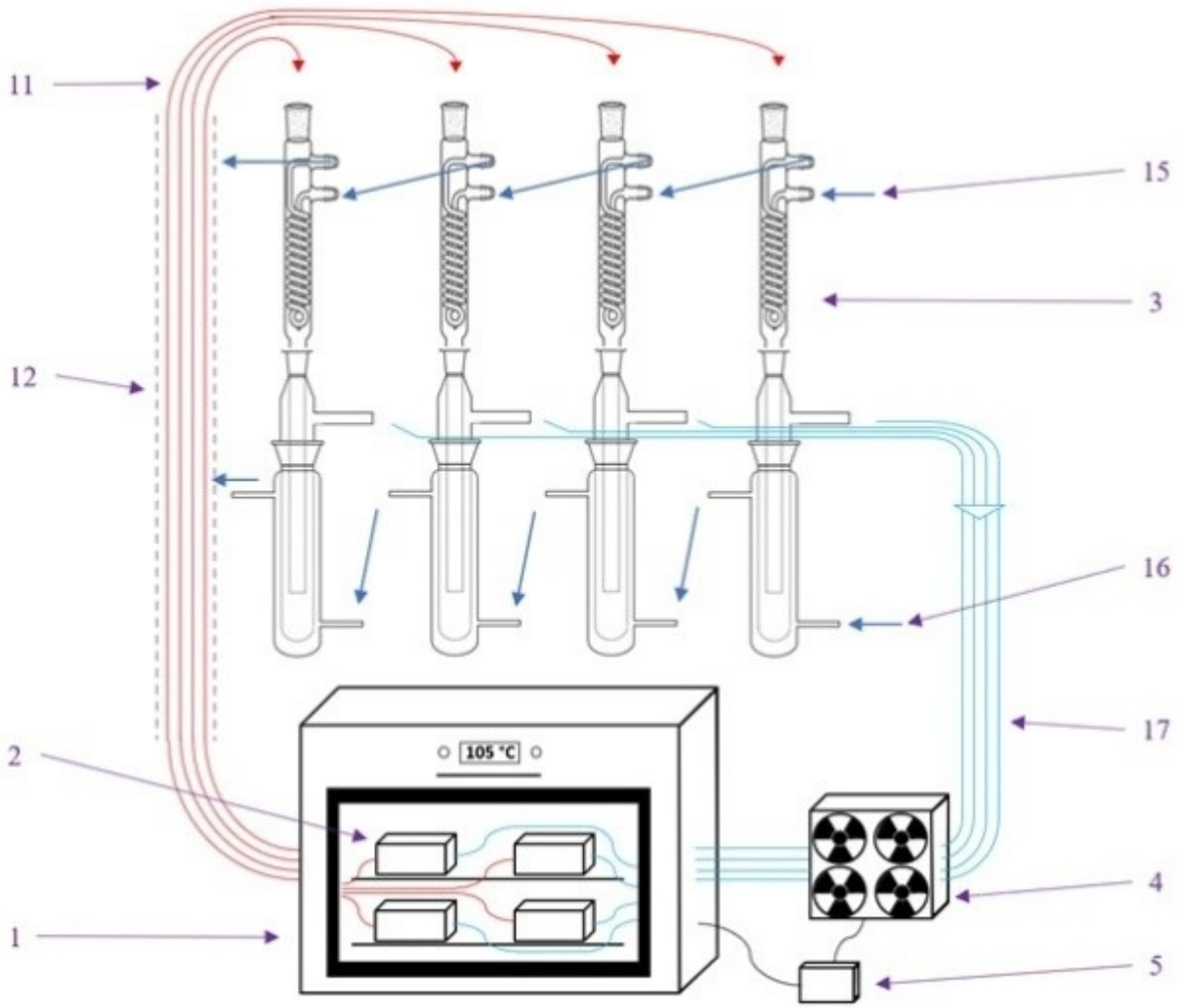
3. Extraktor půdní vody podle nároku 1 a 2, **vyznačující se tím**, že chladící ústrojí (3) je ze skla, je dvoustupňové, tvořené Dimrothovým chladičem, spojkou (13) a chlazenou sběrnou nádobou (14), a je uzpůsobeno k připojení na vodovodní řad.

4. Extraktor půdní vody podle nároku 1 až 3, **vyznačující se tím**, že zahřívací komory (2) obsahují drátěné lože (9) vystlané hliníkovou tkaninou (10).

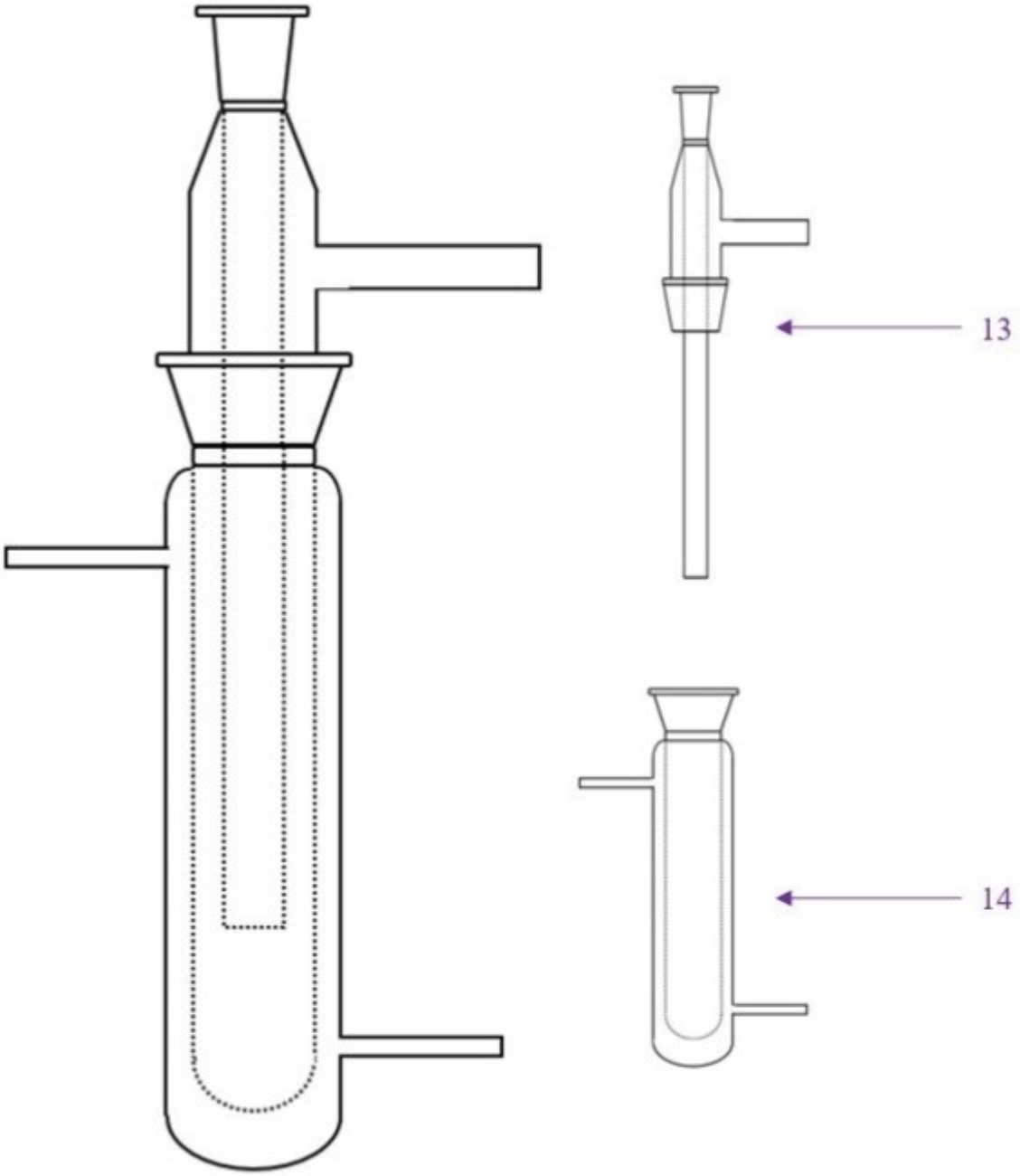
3 výkresy

Seznam vztahových značek:

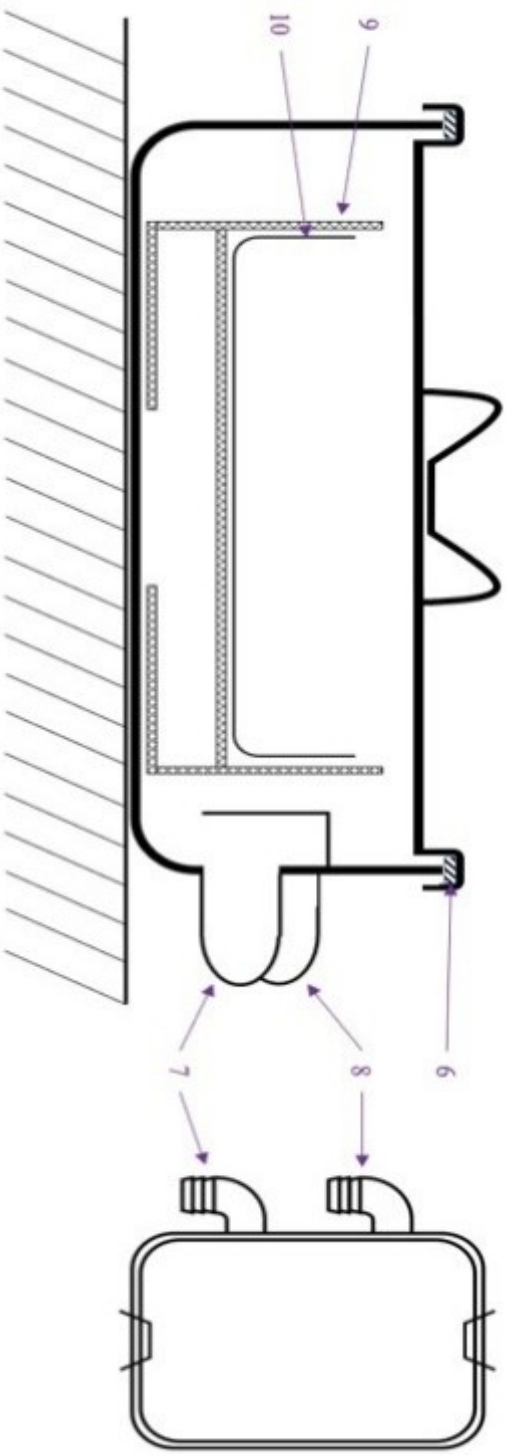
1 tepelný zdroj
2 zahřívací komora
3 chladící ústrojí
4 ventilátor
5 řídící jednotka
6 silikonové těsnění
7 přívodní otvor
8 vývodní otvor
9 drátěné lože
10 hliníková tkanina
11 odvod vlhkého vzduchu
12 pěnová izolace
13 spojka
14 chlazená sběrná nádoba
15 první chladící okruh
16 druhý chladící okruh
17 přívod suchého vzduchu



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3