

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

31 286

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C10L 3/10 (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01)
B01D 53/18 (2006.01)
B01D 53/26 (2006.01)
B01D 39/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2017-34025**
(22) Přihlášeno: **21.08.2017**
(47) Zapsáno: **11.12.2017**

- (73) Majitel:
Ing. Zuzana Ouzká, Bratislava, 84107, SK
Ing. Štefan Brestovský, Liptovský Mikuláš, 031 05,
SK
Miroslav Benka, Bratislava, 841 04, SK
- (72) Původce:
Ing. Zuzana Ouzká, Bratislava, 84107, SK
Ing. Štefan Brestovský, Liptovský Mikuláš, 031 05,
SK
Miroslav Benka, 84104 Bratislava, SK
- (74) Zástupce:
Ing. Jarmila Javoříková, Slunečná 4566, 760 05
Zlín

- (54) Název užitého vzoru:
Zařízení na úpravu bioplynu

CZ 31286 U1

Zařízení na úpravu bioplynu

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení na úpravu bioplynu.

Dosavadní stav techniky

- 5 Bioplyn je hlavním produktem anaerobní fermentace biologicky rozložitelných materiálů a získává se ve specializovaných reaktorech bioplynových stanic. Bioplyn se dá využít na výrobu tepla, elektrické energie, automobilového paliva, anebo na získání vodíku.

10 V současnosti se bioplyn na bioplynových stanicích, čistírnách odpadních vod a podobných zařízeních používá nejčastěji na přímou výrobu elektrické energie na místě zdroje bioplynu. Na skládkách odpadu, jako i v některých čistírnách odpadních vod, se plyn jen neefektivně spaluje, nebo se přímo emituje do ovzduší (negativní emise skleníkových plynů). Mnohé lokality výroby bioplynu mají problém bioplyn rentabilně využít - důvodem je připojení do elektrické sítě (např. vzdálenost k přípoje, legislativní omezení), nebo nedostatečné využití vyprodukovaného tepla (běžná situace pro zemědělské bioplynové stanice).

- 15 V současnosti se bioplyn využívá přibližně v 90 % případů jako palivo na výrobu elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách umístěných v blízkosti bioplynových stanic.

20 Důvodem takového použití je státní podpora instalacím využívajícím obnovitelné zdroje energie pro výrobu elektřiny formou garantovaných výkupních cen, resp. „zelených“ bonusů, což platí ve většině zemí EU. Nevýhodou takových instalací je nedostatečné a neefektivní využití tepla z kogenerace, a to zejména v letních měsících.

25 V zahraničí se proto v poslední době objevují na trhu zařízení zaměřené na úpravu bioplynu na tzv. biometan, který je plnohodnotnou náhradou zemního plynu a je využitelný i jako palivo pro mobilní techniku. Biometan je možné dodávat i do plnicích stanic na stlačený plyn CNG (Compressed Natural Gas), nebo do existujících distribučních sítí zemního plynu, což umožňuje, aby se biometan dodával širšímu okruhu spotřebitelů.

Bioplyn sestává z 50 až 70 % z metanu, který je rovněž hlavní složkou zemního plynu, existující distribuční síť zemního plynu umožňuje i transport bioplynu. Bioplyn však musí být upravený tak, aby se svými parametry přiblížil k parametrům zemního plynu. Bioplyn upravený na kvalitu zemního plynu se jmenuje biometan.

- 30 Zvyšování kvality bioplynu jeho úpravou na biometan přináší celou řadu výhod, jako rozšíření aplikačních možností bioplynu, možnost efektivně využívat větší část primární energie obsažené v bioplynu, použití biometanu jako motorového paliva šetrného k životnímu prostředí, možnost efektivního skladování (v komprimované podobě) upraveného bioplynu, možnost dodávat upravený bioplyn do distribuční sítě.

- 35 V současnosti je známo více technologií umožňujících zvýšit v bioplynu podíl energeticky hodnotného metanu. Při úpravě bioplynu je třeba z bioplynu oddělit nežádoucí příměsi, zejména se jedná o odstranění oxidu uhličitého CO_2 (v bioplynu je obsažen v rozmezí 25 až 55 %), vodní páry (H_2O), sirovodíku (H_2S), čpavku (NH_3), vodíku a vzduchu, které jsou v bioplynu obsažené v malých množstvích.

- 40 V oblasti techniky jsou známa různá zařízení, která umožňují čištění bioplynu. Bioplyn projde speciálním čistícím systémem, který je umístěn obvykle u zdroje bioplynu. Ze zařízení se získává na výstupu biometan, který je následně transportován na místa dalšího použití. Úprava bioplynu spotřebovává určité množství elektrické energie, které představuje 3 až 6 % energie upraveného plynu. Se zvyšováním kapacity zařízení na úpravu bioplynu klesají finanční náklady vynaložené na jednotku výrobního procesu. S výrobou bioplynu je rovněž spojena odorizace biometanu za pomoci merkaptanů nebo THT (tetrahydrotiofén- $\text{C}_4\text{H}_8\text{S}$) a jeho vtlačování do místní nebo vysokotlaké sítě.

Metody úpravy bioplynu se podle principu úpravy dělí na tyto základní skupiny:

- suchá metoda - absorpce,
- fyzikální propírání - chemická absorpce,
- chemické propírání - chemická absorpce,
- odlučování pomocí membrán.

- 5 Princip metody promývání vodou (Water Wash) spočívá v tom, že oxid uhličitý se dá odstranit z bioplynu promýváním bioplynu vodou při zvýšeném tlaku. Stačený a ochlazený bioplyn se vhání proti proudu vody, přičemž dochází k absorpci oxidu uhličitého a sirovodíku vodou. Plyn s vysokou koncentrací metanu se následně suší a odorizuje. Voda odcházející z absorberu se dekomprese, přičemž se uvolňuje plyn s obsahem metanu, který se vhání do recirkulačního systému. Použitou vodu je možné regenerovat zamezením jejího styku se vzduchem, přičemž dochází k desorpci oxidu uhličitého.

Metoda Water Wash je výhodná v tom, že není nutné odsíření před samotným procesem úpravy. Zároveň jsou s touto metodou v rámci EU poměrně široké zkušenosti.

- 15 Dokument DE102010017818A1 (rovněž jako PCT/EP2011/000748) „Method system for the production of CNG (compressed biomethane) as a greenhouse gas-reduced fuel“ popisuje způsob a zařízení na výrobu biometanu a na smíchání biometanu s CNG na výrobu plynové směsi, která se dá využít jako palivo.

- 20 Nevýhodou dosud známých zařízení je, že množství bioplynových stanic pracuje bez optimálního využití odpadového tepla, které představuje 60 až 70 % použité energie, čímž nevyužívá dostupný potenciál. Mnohé bioplynové stanice jsou umístěné ve velké vzdálenosti od potenciálních odběratelů energie a tepla, tj. průmyslových, obchodních a obytných zón. V důsledku toho v mnohých případech není produkce energie ani produkce tepla zisková. Mnohé skládky se momentálně vyhýbají energeticky efektivnímu zpracování bioplynu, který vzniká samovolně za pomoci anaerobního rozkladu (bez přístupu kyslíku) uvnitř těchto skládek, protože bioplyn nejsou schopni na místě jeho vzniku efektivně použít. Na základě restriktivní environmentální politiky jsou vyšší investiční a provozní náklady, náklady na monitorování, analýzu, sběr údajů apod. Vzniká tím zájem o nalezení ekonomicky, efektivního způsobu, jak vznikající bioplyn využít na generování kompenzačního příjmu.

- 30 Při úpravě bioplynu dochází i k odloučení metanu, což představuje negativní ekonomický a environmentální aspekt celého procesu. Ztráty metanu představují okolo 2 % z celkového množství metanu obsaženého v bioplynu. Starší zařízení upravující bioplyn dosahovaly ztráty až 10 %. Problém se ztrátami metanu je možné řešit zlepšováním využívané technologie, zaváděním chemických postupů úpravy bioplynu, které jsou selektivnější k oxidu uhličitému, nebo spalováním odloučeného metanu.

35 Podstata technického řešení

- Výše uvedené nedostatky dosavadního stavu odstraňuje zařízení na úpravu bioplynu, které zahrnuje zařízení na chlazení vstupního bioplynu, které je spojené s filtrem, napojeným na kompresor, spojený s absorpční kolonou, která je dále opatřena vstupem procesní vody, výstupem biometanu v horní části a výstupem procesní vody v dolní části spojeným s doseparační kolonou, jejíž výstup metanu je spojený odvodem zbývajících metanu se vstupem kompresoru a výstup procesní vody je spojený se vstupem desorpční kolony, která je opatřena v horní části výfukovým průduchem a v části před vyústěním výfukového průduchu je umístěný výstup spojený se zařízením na zachytávání vodních kapek a v dolní části je opatřena výstupem procesní vody spojeným se vstupem zařízení na chlazení procesní vody, jehož výstup je přes čerpadlo spojený se vstupem procesní vody absorpční kolony, jejíž výstup biometanu je spojený se zařízením na chlazení metanu, které je napojené na rotační zachycovač a odstraňovač kapek spojený se zařízením na sušení biometanu, které je opatřené výstupem biometanu spojeným se zařízením na analýzu a odvod vyhovujícího biometanu a odvodem nevyhovujícího biometanu spojeným se vstupem kompresoru.

Výhodou je, že médiem filtru je karbon.

Výhodou rovněž je, že v absorpční koloně jsou dvě trysky na nastřikování procesní vody, umístěné ve dvou různých hladinách.

Výhodou je, že za zařízením na analýzu a odvod vyhovujícího biometanu je na jeho výstupu
5 připojená kompresorová stanice na stlačování vyrobeného biometanu do sítě nebo do kontejnerů.

Objasnění výkresů

Obr. 1a - Schéma zařízení na úpravu bioplynu.

Obr. 1b - Schéma zařízení na úpravu bioplynu s přidáním navazujících zařízení.

Obr. 2 - Diagram zobrazující průtok bioplynu zařízením na úpravu bioplynu od vstupu přes jeho
10 postupnou úpravu, až po získání výstupu ve formě biometanu.

Příklad uskutečnění technického řešení

Příklad 1

Bioplyn vstupující do zařízení prochází nejprve přes zařízení 1 na chlazení bioplynu, které je
spojené s filtrem 2 s karbonem a ten je napojený na kompresor 3, spojený s absorpční kolonou 4.
15 Absorpční kolona 4 je spojená s doseparační kolonou 5 a ta je spojená s desorpční kolonou 7.
Z doseparační kolony 5 je napojený odvod 6 zbývajících metanu zpět před kompresor 3. Na de-
sorpční kolonu 7 je připojený ventilátor 8, fungující jako stroj na stlačený vzduch zařízení 9 na
zachytávání volných vodních kapek, které jsou strhávány oxidem uhličitým při opouštění kolony
přes výfukový otvor a zařízení 10 na chlazení procesní vody, které je spojené s čerpadlem 11,
20 napojeným na absorpční kolonu 4. Absorpční kolona 4 je spojená se zařízením 12 na chlazení
biometanu, které je napojené na rotační odstraňovač 13 kapek a ten je spojený se zařízením 14 na
sušení biometanu. Zařízení 14 na sušení biometanu je spojené se zařízením 15 na analýzu a od-
vod vyhovujícího biometanu a je k němu připojený odvod 16 nevyhovujícího biometanu zpět
před kompresor 3.

25 Za zařízením 15 na analýzu a odvod vyhovujících biometanu může být přidána kompresorová
stanice 17, která zajistí stlačování vyrobeného biometanu do sítě nebo do kontejnerů 18 stacio-
nárních nebo mobilních lahvových svazků.

Na Obr. 2 je diagram zobrazující průtok bioplynu zařízením na úpravu bioplynu od vstupu, přes
jeho postupnou úpravu, až po získání výstupu ve formě biometanu. Krok A zahrnuje vstup/sběr
30 surového bioplynu pocházejícího z daného zdroje bioplynu, který vstupuje do biometanové sta-
nice obvykle po mírném zvýšení provozního tlaku daného zdroje.

Krok B vychlazení bioplynu v zařízení 1 na chlazení bioplynu a separaci cizích látek v konden-
zátu. Jedná se o předpřípravu bioplynu před jeho následným zpracováním. Vymrazením se do-
sáhne rosný bod plynu a nečistoty se absorbují do procesní vody, která odtéče ze zařízení.

35 Krok C spočívá ve filtraci na odstraňování kontaminantů, jako je např. sirovodík, popřípadě
i jiné, které se vyskytují v daném bioplynu, např. siloxany. Jako médium filtru 2 je použitý odpa-
dový materiál, karbon, který vzniká při pyrolýze/zplyňování dřeva v kombinaci se zeolitem, kde
zeolit tvoří 25 až 30 % celkové směsi. Karbon spolu se zeolitem jsou lisovány do granulí.

Krok D komprese částečně upraveného bioplynu v kompresoru 3 a separace metanu. Separace
40 kyslíčnicku uhličitého probíhá v absorpční koloně 4, kde na styčných plochách uvnitř kolony do-
chází ke kontaktu vstřikované procesní vody pod tlakem a komprimovaného vháněného bioplynu
protiproudem. V absorpční koloně 4 jsou umístěny dvě trysky a procesní voda je nastříkávána ve
dvou různých hladinách, čehož výsledkem je hustější a homogennější mlhovina, takže kolona
může být nižší – max. 8,5 m, což je o 15 % nižší než kolony používané pro daný typ zařízení.
45 Oxid uhličitý se naváže v procesní vodě a je spolu s touto odváděný do doseparační kolony 5.
V doseparační koloně probíhá tzv. doseparace zbývajících metanu.

Krok E jde o vytěžení té části metanu, která se nežádoucím způsobem navázala na procesní vodu a byla odvedena spolu s ní do doseparační kolony 5. Snížením tlaku procesní vody v doseparační koloně 5 se opět tato část metanu uvolní a je odvedena zpět do procesu přes odvod 6 zbývajících metanu, kde dojde k opětovnému zařazení tohoto metanu před kompresor 3 a k smíchání s přiváděným částečně upraveným bioplynem.

V Kroku F je oxid uhličitý vylučovaný z absorpční kapaliny za snížení tlaku na potřebnou úroveň na základě kontaktu na dotykových plochách náplně, na kterých je procesní voda s dávkovaným vzduchem pomocí ventilátoru 8 v protiproudu. Neutrální oxid uhličitý je odvedený přes výfukový průduch z desorpční kolony. Podle potřeby je možné výfukový plyn tepelně rozložit tak, aby vyhovoval před emisí do ovzduší předpisům dané země. Procesní voda je potom čerpaná pod zvýšeným tlakem po eventuálním zchlazení v zařízení 10 na chlazení procesní vody do absorpční kolony 4, kde je zase použita při separaci metanu z bioplynu.

V Kroku G dochází k následnému vychlazování biometanu v zařízení 12 na chlazení biometanu, a po chlazení je umístěný rotační zachycovač 13 a odstraňovač kapek, přechodem biometanu přes něj se dosahuje vyšší účinnosti vyloučení vody z plynu, následně zpracovaný bioplyn prochází do zařízení 14 na sušení biometanu. Potom následuje analýza biometanu v zařízení 15 na požadavky na zadanou kvalitu biometanu. V případě negativního výsledku analýzy je plyn opětovně vedený v Kroku H by-passem odvodem 16 nevyhovujícího biometanu zpět před kompresor 3. V případě pozitivního výsledku analýzy je výstupní bioplyn klasifikovaný jako plnohodnotný biometan a je připravený na použití.

Součástí technologie nejsou přímo kroky I a J, ale je možné tyto přídatné kroky integrovat do technologie, protože se jedná o navazující činnosti zabezpečující využití vyrobeného biometanu.

Krok I spočívá v přidání další kompresorové stanice, která zabezpečuje stlačení vyrobeného biometanu do sítě, nebo kontejnerů stacionárních nebo mobilních lahvových svazků.

Krok J obsahuje systém distribuce kontejnerů, lahvových svazků, když se biometan nedistribuuje pomocí sítě zemního plynu. Jedná se obvykle o použití jako pohonné hmoty CNG.

Zdrojem zemního plynu je v příkladu existující rozvod plynu např. s parametry DN 50; PN 2,0 kPa. Zařízení je napojené na rozvod plynu obsahující plynovody s maximálním provozním tlakem 0,5 MPa, tlakové zařízení, kovové průmyslové potrubí a plnicí stanice CNG pro motorová vozidla/lahve.

Napojení zemního plynu je v existující biometanové stanici za existujícím podružným měřením odbočkou DN 20, s následným kulovým kohoutem DN 20, PN 6. Vstup přes stěnu do přístřešku bude v chrániče. Napojení kompresorů bude ohebnými plynotěsnými hadicemi DN 20, délky 0,5 m.

Vzdálenost povrchu potrubí od jiných potrubí případně konstrukcí musí být min. 10 mm. Materiálem potrubí jsou s výhodou nerezové trubky a trubkové oblouky. Těsnění závitových spojů musí být zabezpečené konopím a fermeží.

Rozvod DN 25; PN max. 0,8 MPa je vedený nad zemí ve výšce cca 0,5 až 2,5 m nad terénem. Zásobník je osazený v exteriéru.

Před vpuštěním plynu do prohlédnutého a vyzkoušeného technického zařízení je nutné se přesvědčit se, že nebyla při montáži odběrného zařízení porušena těsnost odběrných zařízení.

Před uvedením plynového zařízení do provozu musí být zařízení prohlédnuto a vyzkoušeno včetně zkoušky VTZ plynové A/c a VTZ tlakové A/b.

Po vpuštění plynu musí být provedeny funkční zkoušky odběrného zařízení podle technických podmínek výrobce a platných právních norem.

Zdrojem stlačeného vzduchu je ventilátor 8, což je dmýchadlo řešené jako zařízení, které svojí konstrukcí nedokáže vyrobit tlak vyšší jako 0,02 MPa, proto kromě čidla teploty motoru nepotřebuje další zabezpečovací prvky.

Spotřeba stlačeného vzduchu je daná stavem otevření ventilů na přívodu vzduchu do desorpční kolony 7. Potrubí stlačeného vzduchu ústí do otevřeného prostoru s atmosférickým tlakem desorpční kolony 7. V desorpční koloně 7 vzhledem na průměr přívodních a odvětrávacích průřezů není předpoklad zvýšení tlaku a možnost zpětného proudění do dmýchadla.

- 5 Rozvod stlačeného vzduchu je realizovaný nerezovými trubkami. Potrubí je vedené na kovových konzolách a závěsech uchycených na stávajících stavebních konstrukcích nebo na sloupech objektu v souběhu s ostatními potrubními rozvody. Vzdálenost rozvodů stlačeného vzduchu musí být minimálně 100 mm od ostatních potrubí.

- 10 Procesní kapalinou je voda, která je napojená na existující rozvod vody a primárně je provozovaná jako uzavřený okruh, který bude zdrojovou vodou jen doplňovaný pro překrytí ztrát odpařováním, vyrovnávání hodnoty pH. Rozvody budou sloužit pro dopravu, přečerpávání, proplachování média po uplatnění jeho ad/absorpce. Dopravu vody zajišťuje čerpadlo. Pro potřeby sledování stavů, množství, průtoků, teplot a tlaků jsou na potrubí umístěné měřicí armatury s místním sledováním. Pro potřeby ovládání proudění, směrování, rozdělování toku suroviny jsou na potrubích osazené armatury s manuálním ovládáním anebo elektronickým ovládáním.

Čerpadlo osazené na rozvodu je in line čerpadlo s elektromotorem 230 V s výsledným tlakem 0,8 MPa. Potrubí rozvodů technologické vody je navrhováno z nerezové oceli s potřebnou odolností pro dopravovanou surovinou. Ve smyslu provozní charakteristiky zařízení není uvažováno o tepelné izolaci potrubí.

- 20 Pokud bude technologie provozu i při teplotách pod 0 °C, je potřeba zabezpečit ochranu potrubí a zařízení před zamrzáním vody.

- U tohoto typu zařízení jde o tzv. vyhrazené technické zařízení s vyšší mírou ohrožení, např. při sváření je nutné zabezpečit větrání prostoru. Montážní organizace na všech zařízeních vyznačí max. a min. provozní tlaky a max. a min. provozní teploty. Hodnoty budou vyznačeny nestíratelnou barvou. Potrubí musí být kotvené v souladu s podmínkami výrobce potrubí.

Surový bioplyn, který vstupuje přes zařízení na chlazení bioplynu, je bioplyn vznikající anaerobní fermentací, báňský plyn, kalový plyn z čistírny odpadních vod, skládkový plyn ze skládek odpadu, bioplyn ze zemědělských bioplynových stanic, bioplynových stanic na biologicky rozložitelné odpady nebo bioplyn z bioplynových stanic jiných typů.

- 30 Průmyslová využitelnost

- Využití biometanu připraveného v zařízení podle předkládaného řešení je velmi široké. Biometan je například ideálním palivem na vyhřívání budov, na vaření, na ohřev při průmyslových procesech, dá se využít i na produkci elektrické energie. V oblasti dopravy se biometan používá na pohon motorových vozidel (CNG), na injektování do sítě zemního plynu, jako palivo alternativní k zemnímu plynu (kotle, hořáky v průmyslových technologiích apod.).

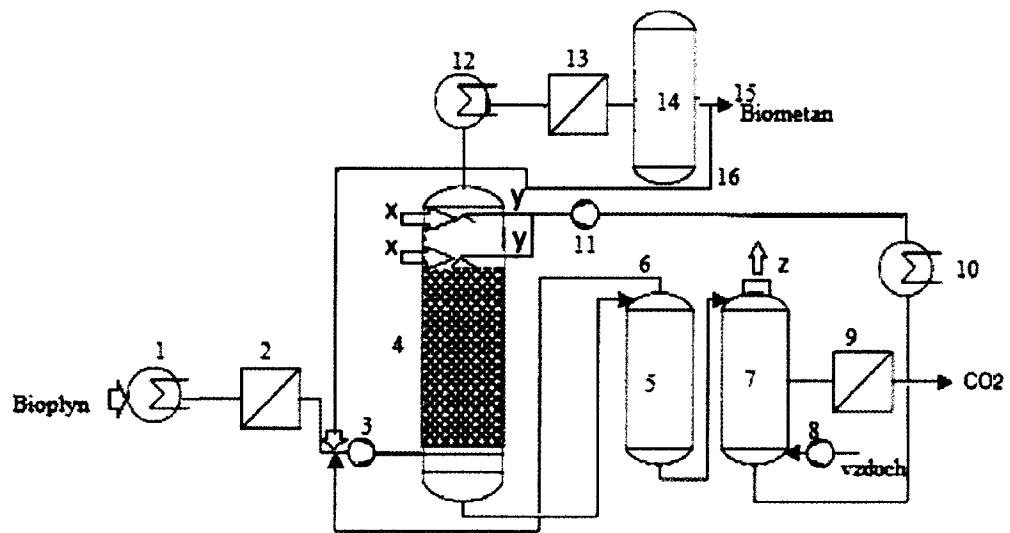
NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení na úpravu bioplynu, **vyznačující se tím**, že zahrnuje zařízení (1) na chlazení vstupního bioplynu, které je spojené s filtrem (2), napojeným na kompresor (3), spojený s absorpční kolonou (4), která je dále opatřena vstupem procesní vody, výstupem biometanu v horní části a výstupem procesní vody v dolní části spojeným s doseparační kolonou (5), jejíž výstup metanu je spojený odvodem (6) zbývajících metanu se vstupem kompresoru (3) a výstup procesní vody je spojený se vstupem desorpční kolony (7), která je opatřena v horní části výfukovým proudem (z) a v části před vyústěním výfukového proudu je umístěný výstup spojený se zařízením (9) na zachytávání vodních kapek a v dolní části je opatřena výstupem procesní vody spojeným se vstupem zařízení (10) na chlazení procesní vody, jehož výstup je přes čerpadlo (11) spojený se vstupem procesní vody absorpční kolony (4), jejíž výstup biometanu je spojený

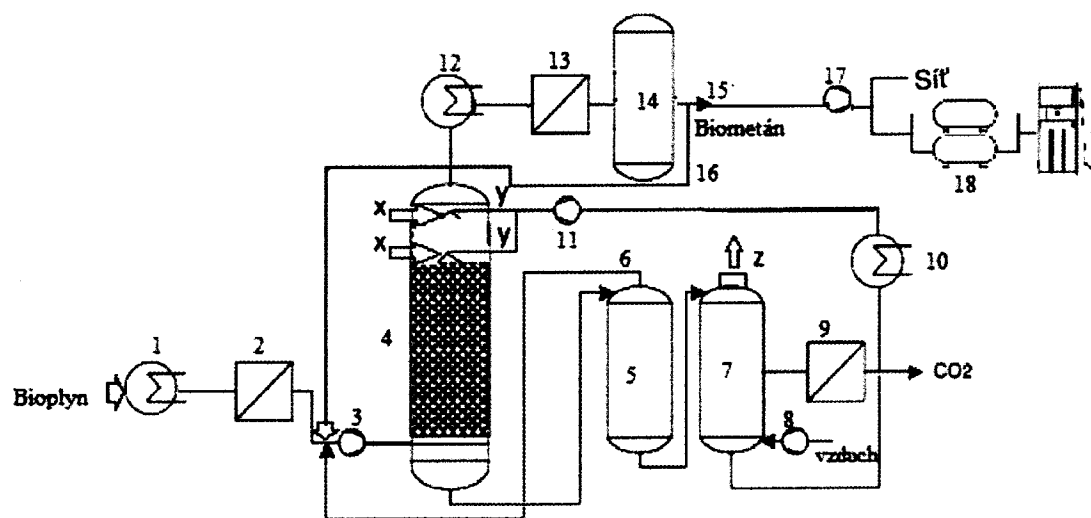
se zařízením (12) na chlazení metanu, které je napojené na rotační zachycovač (13) a odstraňovač kapek spojený se zařízením (14) na sušení biometanu, které je opatřené výstupem biometanu spojeným se zařízením (15) na analýzu a odvod vyhovujícího biometanu a odvodem (16) nevyhovujícího biometanu spojeným se vstupem kompresoru (3).

- 5 2. Zařízení na úpravu bioplynu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že médiem filtru (2) je karbon.
3. Zařízení na úpravu bioplynu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že v absorpční koloně (4) jsou dvě trysky (x) na nastříkávání procesní vody, umístěné ve dvou různých hladinách (y).
- 10 4. Zařízení na úpravu bioplynu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že za zařízením (15) na analýzu a odvod vyhovujícího biometanu je na jeho výstupu připojená kompresorová stanice (17) na stlačování vyrobeného biometanu do sítě nebo do kontejnerů (18).

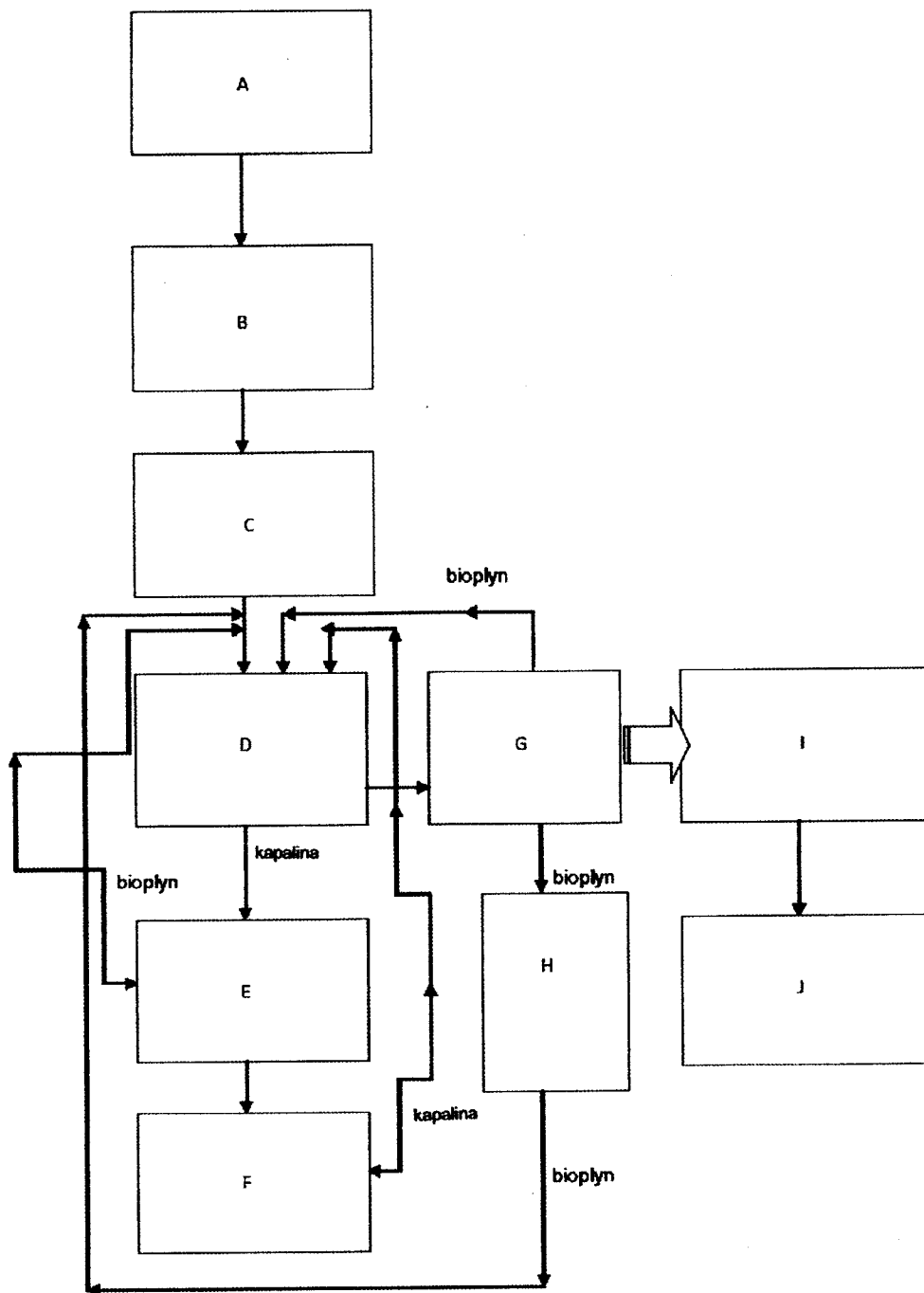
3 výkresy



Obr. 1a



Obr. 1b



Obr. 2

Konec dokumentu