

①9

LATVIJAS REPUBLIKAS  
PATENTU VALDELatvijas patents uz izgudrojumu  
2007.g. 15.februāra Latvijas Republikas likums

①2

Īsziņas

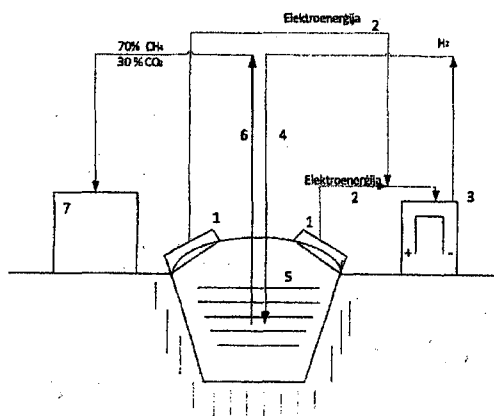
①1 LV 15147 B

⑤1 Int.Cl B09B3/00  
C02F11/02  
C02F11/04  
C02F11/14

②1	Pieteikuma numurs:	P-15-18
②2	Pieteikuma datums:	20.02.2015
④1	Pieteikuma publikācijas datums:	20.08.2016
④5	Patenta publikācijas datums:	20.03.2017

⑦3 Īpašnieks(i):  
RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE,  
Kaļķu iela 1, Rīga LV-1658, LV⑦2 Izgudrotājs(i):  
Dagnija BLUMBERGA (LV),  
Dzintra SLIŠĀNE (LV),  
Edgars VĪGANTS (LV),  
Ivars VEIDENBERGS (LV),  
Francesco ROMAGNOLI (LV)⑤4 Virsraksts: **PAŅĒMIENS POLIGONA GĀZES RAŽOŠANAI**

⑤7 Kopsavilkums: Izgudrojums attiecināms uz enerģētikas nozari, konkrēti uz enerģijas ražošanas un atkritumu apsaimniekošanas nozarēm. To paredzēts lietot augsta metāna satura gāzes ražošanai sadzīves atkritumu poligonos. Aprakstītajā paņēmienā poligona gāzes ražošanas apjoma un kvalitātes paaugstināšanai sadzīves atkritumu poligonā tiek ievadīts ūdeņradis, kas tiek saražots elektrolīzes iekārtā, kurai elektroenerģiju pievada no saules paneļiem, ar kuriem noklāta poligona krātuves virsma. Saskaņā ar izgudrojumu elektrolīzes iekārtā paredzēta cauruļvadu sistēma saražotās ūdeņraža (H<sub>2</sub>) gāzes ievadīšanai poligona krātuvē. Tādējādi tiek paaugstināts gāzes ieguves apjoms un kvalitāte, jo līdz 70 % tiek paaugstināts metāna saturs. Uz poligona krātuves virsmas uzstādītie saules paneļi un to saražotās elektroenerģijas izmantošana elektrolīzes iekārtā ļauj izvairīties no neatjaunojamo dabas resursu un saražotās poligona gāzes papildu patēriņa enerģijas ražošanai. Nav arī nepieciešams iegūt ūdeņradi ārpus poligona.



## IZGUDROJUMA APRAKSTS

Izgdrojums attiecināms uz enerģētikas nozari: enerģijas ražošanas un atkritumu apsaimniekošanas nozarēm. To paredzēts pielietot augsta metāna (CH<sub>4</sub>) satura gāzes ražošanai sadzīves atkritumu poligonos.

Gāzes ieguve no sadzīves atkritumiem ļauj izvairīties no siltumnīcas efektu izraisošo gāzu nokļūšanas atmosfērā un iegūt papildus enerģijas avotu, ko var izmantot fosilo resursu aizstāšanai. Biogāzes tehnoloģiju attīstība paver iespējas Latvijas enerģētikas sektora neatkarības stiprināšanai un lauku teritoriju attīstībai. Kā arī samazina organisko atkritumu apjomu, jo atkritumi kļūst par resursiem. Biogāze rodas anaerobās digestācijas procesā. Katrā procesa posmā darbojas savādākas grupas mikroorganismi: hidrolītiskās baktērijas sadala kompleksos organiskos savienojumus cukuros, fermentācijas baktērijas pārvērš šos cukurus organiskajās skābēs, nākošajā biodegradācijas solī acetogēnās baktērijas sadala skābes ūdeņradī, oglekļa dioksīdā un acetātos. Procesā noslēgumā metanogēnās baktērijas pārvērš šos elementus biogāzē. 70 % no iegūtā metāna rodas etiķskābes (CH<sub>3</sub>COOH) sadalīšanas rezultātā (1), 30 % pārveidojoties ūdeņradim (H<sub>2</sub>) un oglekļa dioksīdam (CO<sub>2</sub>) (2) [1].



Biogāze ir deggāze, tās galvenās sastāvdaļas ir metāns un oglekļa dioksīds [1]. Gāzes kvalitāte ir atkarīga no metāna daudzuma tajā. Viens no veidiem kā iegūt biogāzi, ir tās ražošana sadzīves atkritumu poligonos. Šāda prakse tiek īstenota daudzās valstīs Eiropas Savienībā un pasaulē. Gāzes kvalitāti nosaka vairāki savstarpēji saistīti parametri, no tiem vissvarīgākais ir biogāzes zemākais sadegšanas siltums, kas atkarīgs no biogāzes sastāva, kā tas parādīts vienādojumā:

$$Q_z^d = \frac{127\text{CO} + 358\text{CH}_4 + 230\text{H}_2\text{S} + 0\text{CO}_2}{3600}, \quad (3)$$

kurā:

$Q_z^d$  – zemākais sadegšanas siltums, MWh/tūkst.m<sup>3</sup>;

CH<sub>4</sub> – metāna saturs biogāzē, %;

CO<sub>2</sub> – oglekļa dioksīda saturs biogāzē, %;

H<sub>2</sub>S – sērūdeņraža saturs biogāzē, %;

CO – tavana gāze biogāzē, % [2].

Kā redzams vienādojumā (3), vislielāko pienesumu zemākā sadegšanas siltuma paaugstināšanai sniedz metāna daudzums biogāzē, bet oglekļa dioksīds biogāzes sadegšanas siltumā nenes nekādu ieguldījumu. Tas pierāda, ka augstais oglekļa dioksīda saturs gāzē mazina tās vērtību.

Gāzes savākšanai izmanto horizontālās vai vertikālās gāzes savākšanas caurules, kuras ievieto atkritumu noglabāšanas šūnā. Atkritumu poligona noseģšanai tiek izmantoti dažāda veida aizsargslāņi, kuru galvenā funkcija ir pasargāt poligona konstrukciju no augu, dzīvnieku un laikapstākļu ietekmes, kā arī, nodrošināt anaerobus apstākļus poligona krātuvē [2]. Zināmais paņēmieni, kas tiek izmantots par izgudrotā paņēmiena prototipu (skatīt 1. zīm.), sastāv no sekojošiem etapiem [2]:

- Bioķīmisko procesu rezultātā poligona atkritumu krātuvē (1), kurā ir ievietotas horizontālas caurules un tā ir noseģta ar pārsegumu (2), kas nodrošina anaerobus apstākļus, rodas gāze.
- Gāze pa gāzes savākšanas un izvades cauruļvadu sistēmu (3) tiek novadīta uz poligona gāzes krātuvi (4).

Galvenais zināmā paņēmiena trūkums ir iegūtās poligona gāzes augstais oglekļa dioksīda saturs galaproduktā (42–48 %) un zemais metāna saturs (ap 50 %) [2], tādēļ nepieciešams veikt uzlabojumus, lai iegūtu kvalitatīvāku poligona gāzi ar augstāku metāna saturu.

Izgudrojuma mērķis ir izveidot paņēmieni  $\text{CH}_4$  koncentrācijas paaugstināšanai, ražojot poligona gāzi, uzlabojot sintezētās gāzes kvalitāti un palielinot saražotās gāzes apjomu.

Izgudrojuma mērķis tiek sasniegts, pievadot ūdeņradi ( $\text{H}_2$ ) poligona atkritumu krātuves tilpnē. Gang Luo un citu 2012. gadā publicētā pētījuma [3] rezultāti parāda, ka 1,5 eksperimenta mēnešu laikā bioreaktorā ar papildus ūdeņraža pievadīšanu (reaktors A) tika saražots par 13 % vairāk poligona gāzes un tās sastāvā bija par 18 % vairāk metāna, kā arī par 54 % mazāk oglekļa dioksīda nekā bioreaktorā, kurā ūdeņradis netika papildus pievadīts (reaktors B). Eksperimentā netika patērēts viss ūdeņradis (patērēja aptuveni 80 %) tāpēc izejošajā biogāzē ir arī ūdeņraža piemaisījums. Eksperimenta rezultāti apkopoti 1. tabulā.

1. tabula. Eksperimentālie rezultāti [3]

	Reaktors A (ar $\text{H}_2$ pievadīšanu)	Reaktors B	Starpība, %
Biogāzes ražošana (ml/(l/h))	29,1±2	25,1±1,8	+13 %
$\text{CH}_4$ ražošana (ml/(l/h))	18,9±0,9	15,5±1,1	+18%
$\text{CO}_2$ ražošana (ml/(l/h))	4,3±0,6	9,5±0,9	-54%

Tātad, pievadot papildu ūdeņradi, iespējams paaugstināt kopējo bioreaktorā saražotās gāzes apjomu, kā arī, uz pusi samazināt saražotā oglekļa dioksīda daudzumu un paaugstināt metāna saturu biogāzē līdz aptuveni 70 %. Šī īpašība tiek izmantota jauna paņēmiena izstrādei.

Lai krātuves tilpnē pievadītu ūdeņradi, poligona atkritumu krātuvē ir izveidota cauruļvadu sistēma. Poligona atkritumu krātuves biomasā esošās metanogēnās baktērijas ūdeņradi, kopā ar oglekļa dioksīdu, izmanto kā uzturvielas un kā vielmaiņas galaproduktu rada metāna gāzi ( $\text{CH}_4$ ). Tā rezultātā daļa oglekļa dioksīda, kas rodas poligona atkritumu krātuvē, tiek pārstrādāta, iegūstot papildu metānu un ūdeni. Procesā izmantotais ūdeņradis tiek ražots elektrolīzes iekārtā. Elektrolīzes procesam nepieciešamā elektroenerģija tiek iegūta no saules paneļiem, kurus izvietos uz poligona atkritumu krātuves pārseguma. Tādējādi nav nepieciešams iepirkt elektroenerģiju no sadales tīkliem vai izmantot poligona produkciju – saražoto gāzi – enerģijas iegūšanai.

Izgudrojums ir paskaidrots ar sekojošiem zīmējumiem:

1. zīm. Prototipa paņēmiena realizējošās sistēmas shēma: poligona atkritumu krātuve (1), poligona atkritumu krātuves pārsegums (2), gāzes savākšanas cauruļvadu sistēma (3), poligona gāzes krātuve (4).

2. zīm. Izgudrojuma paņēmiena realizējošās sistēmas shēma: saules paneļi (1) uz poligona atkritumu krātuves pārseguma, elektroenerģijas novadīšana uz elektrolīzes iekārtu (3), elektrolīzes iekārta (3), cauruļvadu sistēma (4) ūdeņraža ( $\text{H}_2$ ) ievadīšanai poligona atkritumu krātuvē (5), poligona atkritumu krātuve (5), cauruļvadu sistēma (6) poligona gāzes savākšanai, poligona gāzes krātuve (7).

#### Paņēmiena realizācijas piemērs:

Paņēmieni poligona gāzes ražošanai ietver šādus etapus (2. zīm.):

- iegūst elektroenerģiju (2), izmantojot saules paneļus (1), uzstādītus virs poligona atkritumu krātuves pārseguma;
- elektrolīzes iekārtā (3), kas ir uzstādīta atkritumu poligona teritorijā, iegūst ūdeņradi ( $\text{H}_2$ ), elektrolīzes procesā izmantojot iepriekšējā etapā iegūto elektroenerģiju (2);
- ūdeņradi ( $\text{H}_2$ ) pa cauruļvadu sistēmu (4) ievada poligona atkritumu krātuvē (5);
- biometanācijas procesā poligona atkritumu krātuvē (5) rodas poligona gāze, kuras sastāvā ir līdz 70 % metāna ( $\text{CH}_4$ );
- poligona gāzi savāc, izmantojot horizontālo vai vertikālo cauruļvadu sistēmu (6), un novada uz poligona gāzes krātuvi (7).

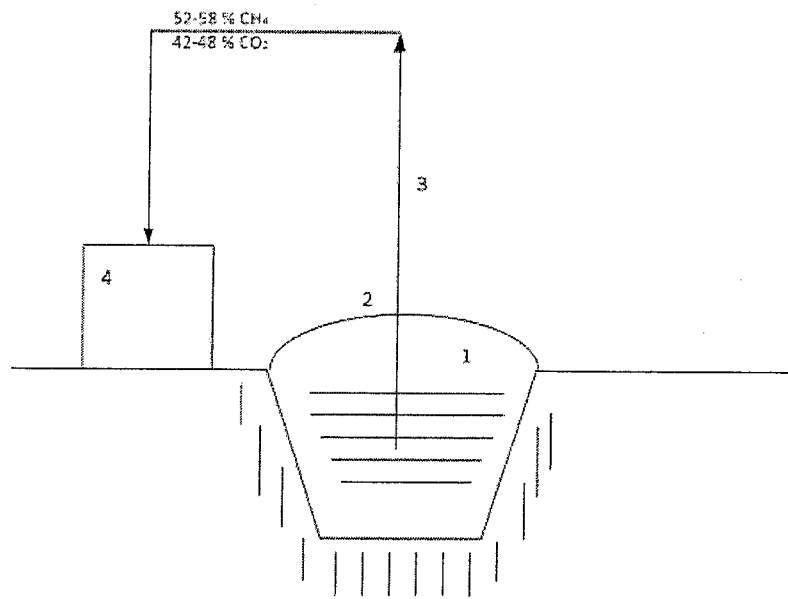
## INFORMĀCIJAS AVOTI

1. Blumberga D., Dzene I., Al Sedi T., Rucs D., Prasls H., Ketners M., Fistervalders T., Folka S., Jansens R. Biogāze. Rokasgrāmata. 21.–49. lpp.
2. Kuplais Ģ.. Poligona klimata tehnoloģiju modelēšana. Promocijas darbs. RTU, 2010, 37 lpp.
3. Luo G., Johansson S., Boe K., Xie L., Zhou Q., Angelidaki I. Simultaneous Hydrogen Utilization and In Situ Biogas Upgrading in an Anaerobic Reactor. *Biotechnology and bioengineering*. (2012) 109: 1088–1094.lpp.

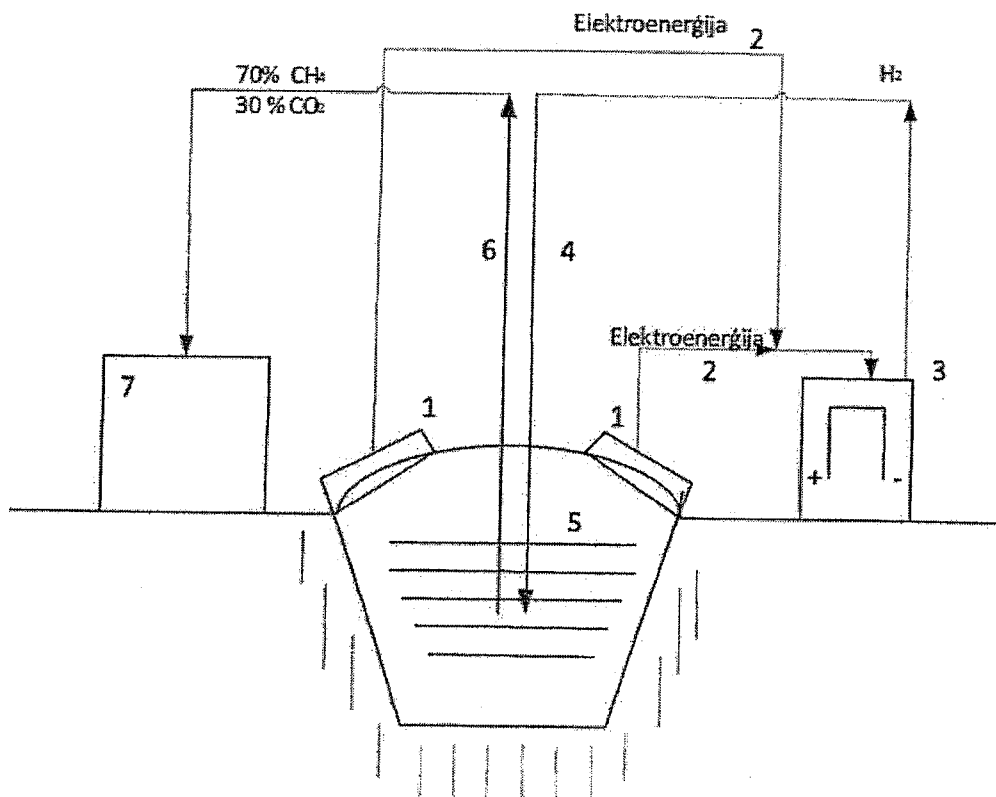
### Pretenzijas

1. Paņēmiens poligona gāzes ražošanai sadzīves atkritumu poligona krātuvē ar pārsegumu un ar cauruļvadu sistēmu saražotā metāna savākšanai, atšķiras ar to, ka pa cauruļvadu sistēmu (4) ietver papildu ūdeņraža ( $H_2$ ) ievadīšanu poligona atkritumu krātuvē (5).
2. Paņēmiens poligona gāzes ražošanai saskaņā ar 1. pretenziju, atšķiras ar to, ka elektroenerģiju (2) pievada no saules paneļiem (1), kas novietoti uz poligona atkritumu krātuves (5) pārseguma.
3. Paņēmiens poligona gāzes ražošanai saskaņā ar 1. pretenziju, atšķiras ar to, ka ūdeņradi iegūst poligona elektrolīzes iekārtā (3), izmantojot elektroenerģiju, kas iegūta saskaņā ar 2. pretenziju.

1/1



1. zīm.



2. zīm.