

# Practical examples of biomethanation applied research and piloting at Jamk Institute of Bioeconomy

BioTalks: Utilizing biogenic CO<sub>2</sub> from biogas plants

24.1.2023

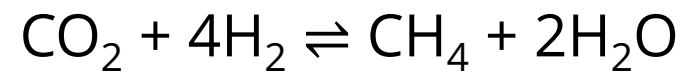
Dr. Mauno Harju, Project Manager

Institute of Bioeconomy, Jamk University of Applied Sciences

[mauno.harju@jamk.fi](mailto:mauno.harju@jamk.fi)



***In situ* -methanation is a CO<sub>2</sub> capturing method**



# Project 1. BIND - Promoting bioinnovation

2018 – 2021

The project called for bioeconomy ideas. From the 73 proposals received, 23 ideas were selected for further work. 18 were carried on and 7 of them showed such characteristics that their further development was recommended.

Based on five ideas, the inventors founded four new companies.

One of the start ups was BGC Nordic Oy, who now has a patent on a new design of a biogas chamber.

<https://bgcnordic.com/>

European Regional Development Fund ERDF

<https://biotalouskampus.fi/fi/bind/>

<https://www.jamk.fi/fi/tutkimus-ja-kehitys/teki-projektit/bind-bioinnovaatioiden-edistaminen>

idea challenge #



**jamk** | University of Applied Sciences



**jamk**

# Project 2. HABA - Project for resource-efficient production of biomethane



2021 - 2023

The technologies to be piloted include hydrogen enrichment in digestion, productization of carbon dioxide generated in biogas production, the use of a membrane contactor in the separation of methane and carbon dioxide, and the intensification of liquid-solids separation of digestate.

The Bioeconomy Institute of Jamk University of Applied Sciences primarily implements the procurement and operation of a biogas reactor. Hydrogen is fed into the reactor in situ for methanation tests, the effect of which on the amount of biomethane formed is monitored.

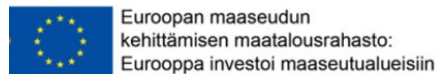


# Project 3. Methanation on farm - Improving the profitability of farm biogas production by scaling *in situ* methanation from pilot to farm scale

2022 - 2024

1. Experimental development: a. updating the biogas pilot portfolio, b. optimization of digestion and development of digestion control, c. construction of electricity generation and electrolysis equipment for the pilot.
2. Calculations on the profitability.
3. Planning the scaling to the farm scale.
4. Communication and network expansion.

The project will contribute to a green economy in line with the objectives of the The European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) recovery funds.



The rural innovation group (EIP Group) implementing the project consists of Paavolan Maitotila, BGC Nordic Oy and Jamk University of Applied Sciences, Institute of Bioeconomy

# De ATmosphères EXplosibles



If there is a possible risk of dust or gas explosions in your company, an explosion protection document is also required. It states:

- an assessment of the explosion risks
- a danger zone classification of areas subject to an explosion hazard
- the technical and organisational measures that you have taken, and that have yet to be taken.

The regulation of the **Explosion protection document (EpD)**

The explosion protection document must be in place in accordance with the European Directive 1999/92/EC '*Minimum requirements for the improvement of health protection and safety of workers who may be at risk from explosive atmospheres*'. The directive is now known as ATEX 153. In terms of content, this directive is the same as the old ATEX 137.

<https://benelux.bureauveritas.com/en/consultancy/process-safety/explosion-protection-document>

# De ATmosphères EXplosibles



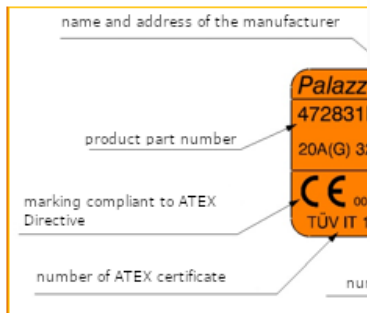
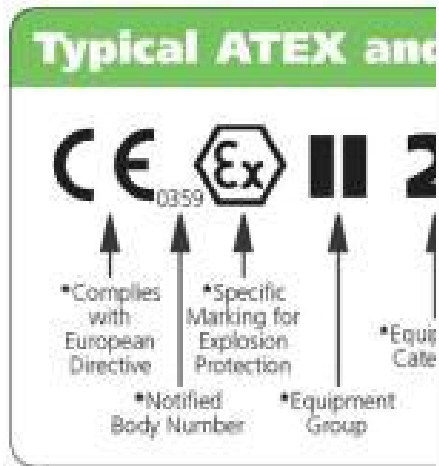
## Directive 1999/92/EC

- ATEX-153 (formerly ATEX 137) Directive


## National binding legislation

- 576/2003 VnA on the prevention of the risk to workers posed by explosive atmospheres
- 738/2002 Occupational Safety and Health Act
- Regulation (EU) No 685/2015 VnA on the control of the handling and storage of hazardous chemicals
- Regulation (EU) No 856/2012 VnA on safety requirements for the industrial handling and storage of hazardous chemicals
- International SFS-EN IEC 60079 Explosive atmospheres standard series
- National SFS Handbook 59 Classification of potentially explosive atmospheres, flammable liquids and gases

# De ATmosphères EXplosibles



1 Manufacturer – Adress

2 CE nnnn  

6  II 2 G D

Class I Zone 1  
Class I Div 1  
Class II Div 1

4 \* :  $-40\text{ °C} \leq T_a \leq +40\text{ °C} : T6 \text{ and } T70\text{ °C}$   
 $-40\text{ °C} \leq T_a \leq +60\text{ °C} : T5 \text{ and } T90\text{ °C}$

5 LCIE 16 ATEX ABCD X/IECEX INE 16.ABCD X

Type :... 3

S/N :....

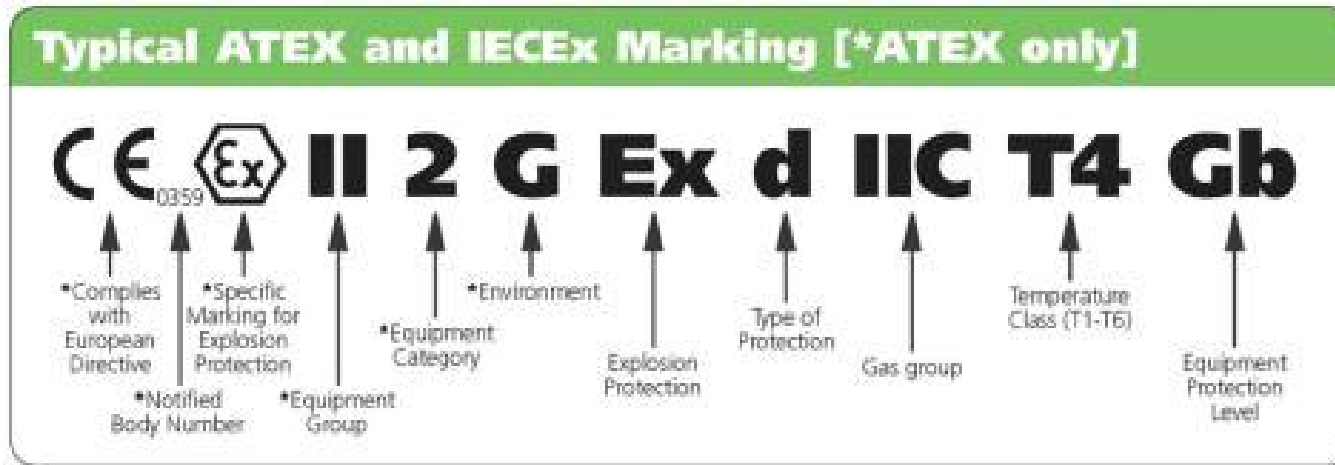
Ex d IIC T\* Gb  
Ex tb IIIC T\* Db

AEx d IIC T\*, AEx tb IP6X T\*  
Groups A, B, C, D T\*  
Groups E, F, G T\*





# De ATmosphères EXplosibles

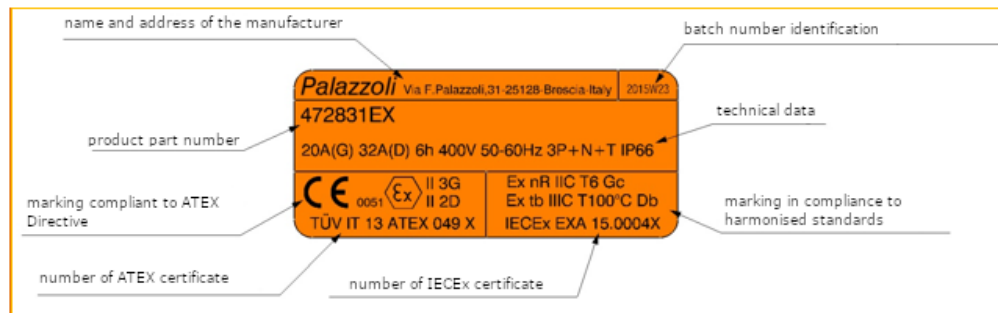


Manufacturer - Address    Type ...  
 S/N : ...

Ex d IIC T\* Gb  
 Ex tb IIC T\* Db

Class I Zone 1  
 Class I Div 1  
 Class II Div 1

AEx d IIC T\*, AEx tb IP6X T\*  
 Groups A, B, C, D T\*  
 Groups E, F, G T\*





# Classification of ATEX zones

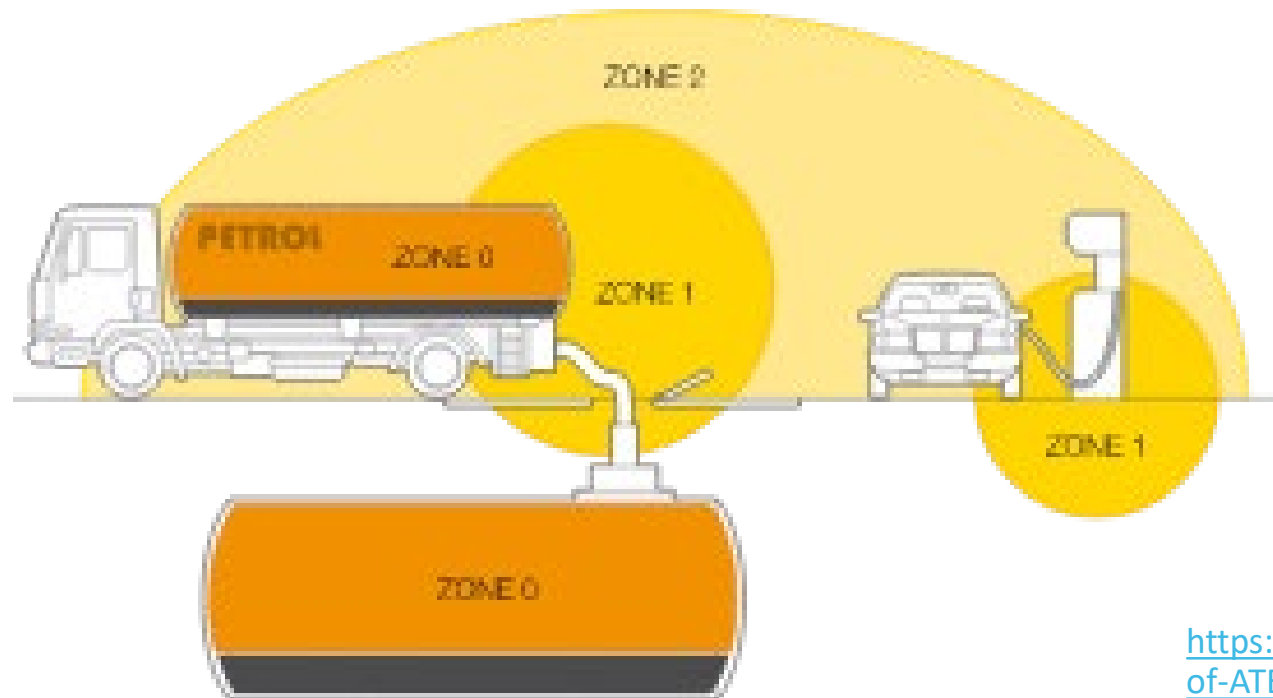
Explosive atmosphere	Gas type combustible substance	Dust type combustible
Present permanently or for long periods (more than 1000 h per year)	ZONE 0	ZONE 20
Present occasionally (more than 10 h and less than 1000 h per year)	ZONE 1	ZONE 21
Present accidentally (less than 10 h per year)	ZONE 2	ZONE 22

<https://www.petzl.com/INT/en/Professional/Classification-of-ATEX-zones?ActivityName=Explosive-atmosphere>



# Classification of ATEX zones

ATEX zoning example:



<https://www.petzl.com/INT/en/Professional/Classification-of-ATEX-zones?ActivityName=Explosive-atmosphere>



# De ATmosphères EXplosibles

## ATEX Product Certification Directive 2014/34/EU

Equipment group I concerns all underground (mining) installations

Equipment group II concerns all other above-ground installations

Equipment group II is divided into 3 gas groups (see Table 2). The main difference is in the MESG (Maximum Experimental Safety Gap) for flameproof encapsulation and the MIE (Minimum Ignition Energy) for intrinsically safe circuits:

Gasgroup	MIE (uJ)	Example
IIA	>200	Methane, Propane, Kerosene
IIB	20-60	Ethylene
IIC	0-20	Hydrogen, Acetylene

Marcogaz, IMPACT OF HYDROGEN ON EXISTING ATEX EQUIPMENT AND ZONES, 2021,  
<https://www.marcogaz.org/>



# De ATmosphères EXplosibles

- Furthermore, gas explosion-proof equipment is classified in temperature classes. Equipment classified in a certain temperature class can be used for gases with an ignition temperature higher than the temperature associated with the group (see Table 3).

Temperature class	Maximum permissible surface temperature
T1	450 °C
T2	300 °C
T3	200 °C
T4	135 °C
T5	100 °C
T6	85 °C

Marcogaz, IMPACT OF HYDROGEN ON EXISTING ATEX EQUIPMENT AND ZONES, 2021,  
<https://www.marcogaz.org/>



# De ATmosphères EXplosibles

The safety properties of methane and hydrogen relevant for ATEX are (Table 4):

Property	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>
Gas group (ATEX)	IIA	IIC
Temperature class	T1	T1
Minimum Ignition Energy (mJ)	0,28	0,017
Ignition temperature (°C)	537 (CH <sub>4</sub> ) – 670 (L-Gas)	560
LEL-UEL (vol %)	4,4 - 17	4 - 77
Molecular weight (g/mol)	16	2
Relative density	0,55	0,07

Table 4 - Safety properties of natural gas and hydrogen

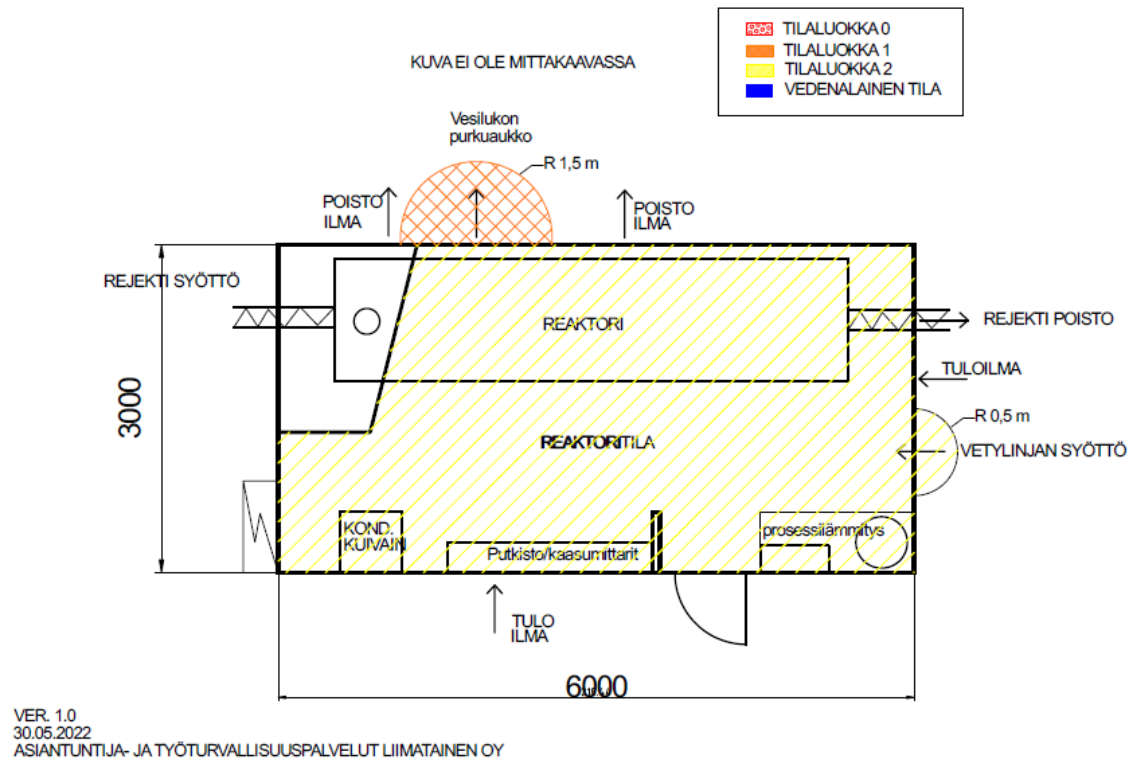
Marcogaz, IMPACT OF HYDROGEN ON EXISTING ATEX EQUIPMENT AND ZONES, 2021,  
<https://www.marcogaz.org/>

# Explosion protection document (EpD) at Jamk biogas pilot site

## Outdated version



BIOMETAANIREAKTORIN POHJAKUVA, TILALUOKITUS

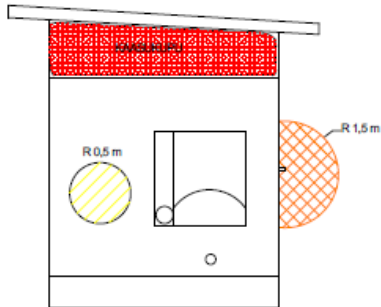


# Explosion protection document (EpD) at Jamk biogas pilot site

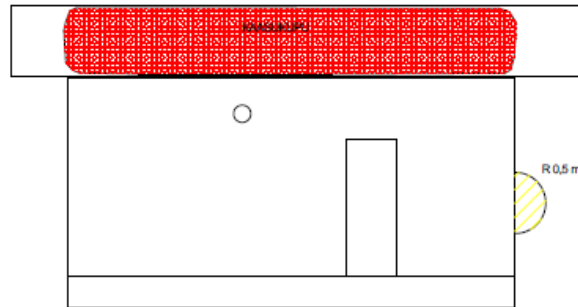
## Outdated version



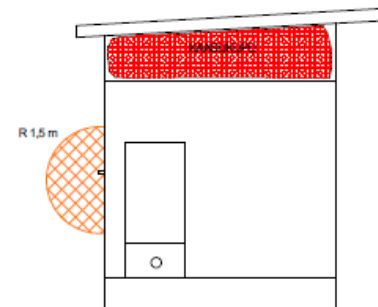
BIOMETAANIREAKTORIKONTTI



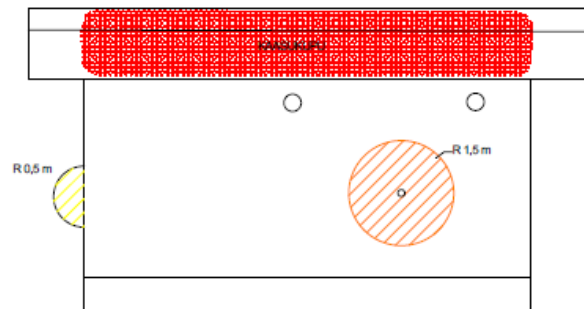
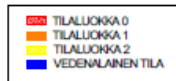
KUVA EI OLE MITTAKAASSA



KUVA EI OLE MITTAKAASSA



KUVA EI OLE MITTAKAASSA



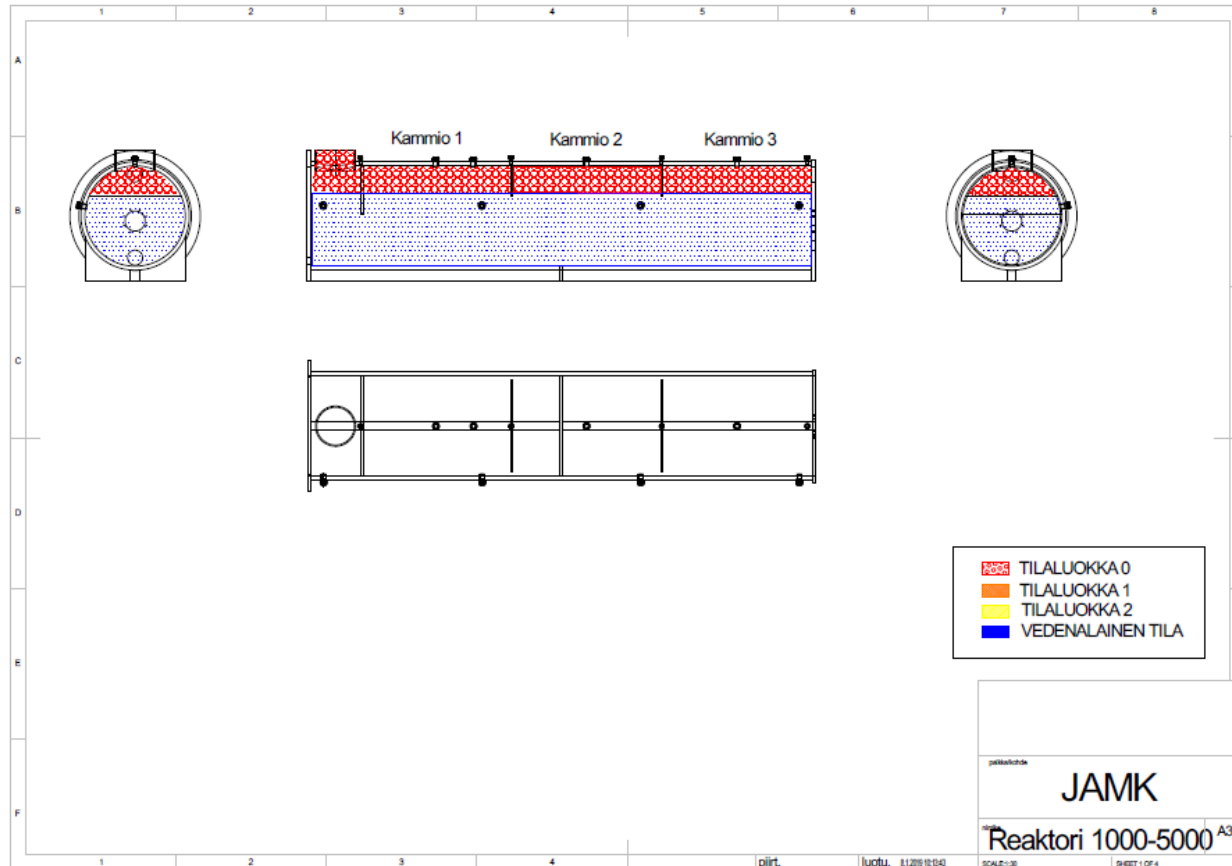
KUVA EI OLE MITTAKAASSA

VER. 1.0  
30.06.2022  
ASIAN TUNTIJA- JA TYÖTURVALLISUUSPALVELUT LIMATAINEN OY



# Explosion protection document (EpD) at Jamk biogas pilot site

## Outdated version



# Explosion protection document (EpD) at Jamk biogas pilot site

## Outdated version

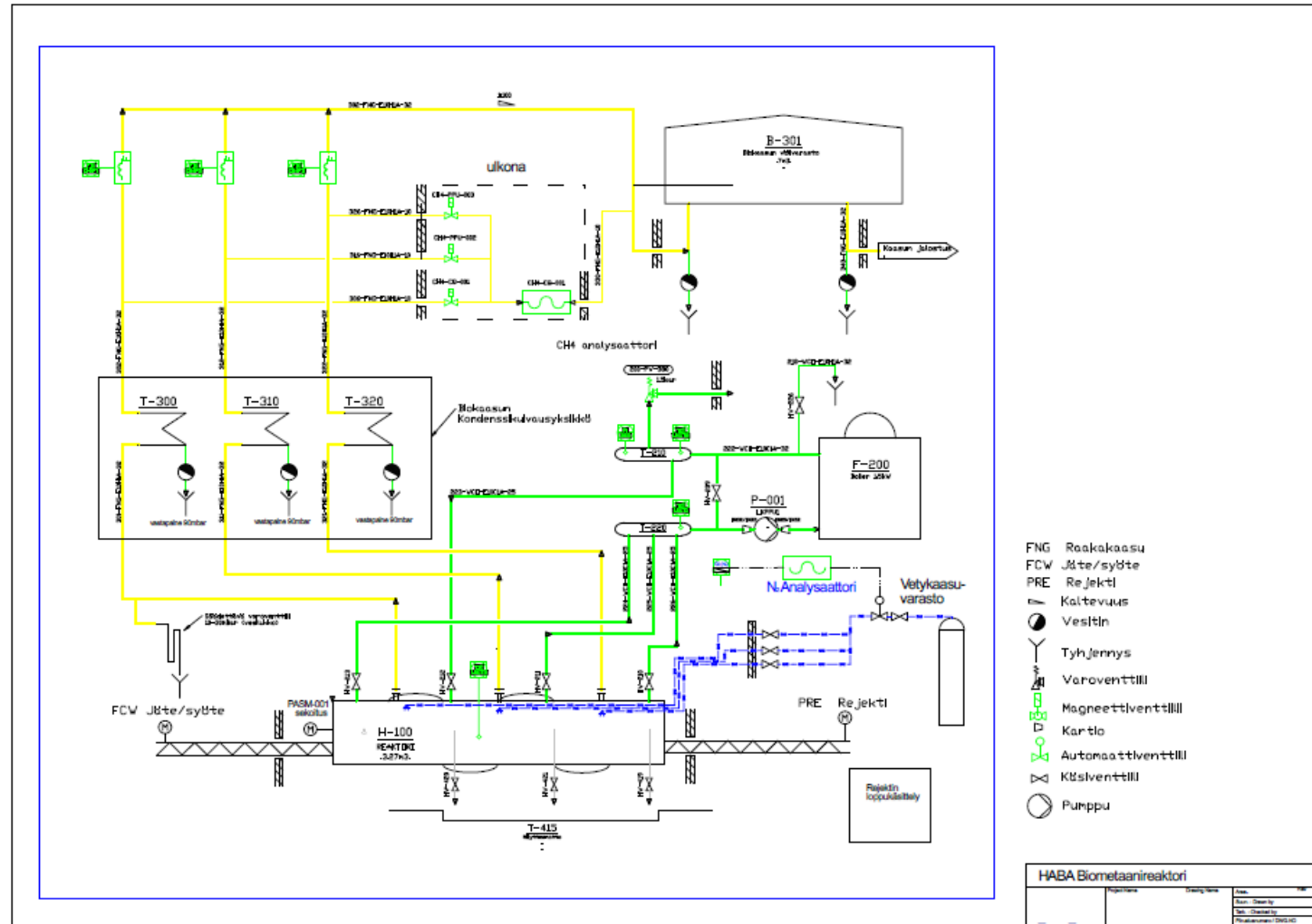


Laitos:		Biometaanreaktori																	
Päästölähte				Palava aine					Ihminen			Tilaluokka							
	Kuvaus	Sijainti	tarkennus	Päästö- luokka	Päästö- nopeus kg/s [Wj]	Suhteellinen päästö määrä m³/s [Q <sub>L</sub> ]	Suhteellinen kaasu/tiira	Väite	Käyt- lämpötila °C	Käyttö- paine kPa	Olo- muoto [G; L; LG; S]	Tyyppi [N; AG; AL]	Laimennus- n	Käytettyys	Tila- luokka 0-3-2	Leajuu- s pystysä (m)	Leajuu- s vaakaa- tasossa (m)	Väite	Uskolliset ja huomautukset
1.	Biokaasureaktorin kaasun ulostuloyhde	kammio 1	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
2.	Biokaasureaktorin kaasun ulostuloyhde	kammio 2	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
3.	Biokaasureaktorin kaasun ulostuloyhde	kammio 3	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
4.	Vetylinjan syöttö kammio 1	Reaktorin loppupää	haimpuristelu 6 mm	2	2,106-03	0,79	0,0710	2	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
5.	Vetylinjan syöttö kammio 2	Reaktorin loppupää	haimpuristelu 6 mm	2	2,106-03	0,79	0,0710	2	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
6.	Vetylinjan syöttö kammio 3	Reaktorin loppupää	haimpuristelu 6 mm	2	2,106-03	0,79	0,0710	2	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
7.	Vetylinjan läpivienti kammio 1	Reaktorin loppupää	haimpuristelu 6 mm	2	2,106-03	0,79	0,0710	2	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
8.	Vetylinjan läpivienti kammio 2	Reaktorin loppupää	haimpuristelu 6 mm	2	2,106-03	0,79	0,0710	2	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
9.	Vetylinjan läpivienti kammio 3	Reaktorin loppupää	haimpuristelu 6 mm	2	2,106-03	0,79	0,0710	2	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
10.	Vetylinjan putkilo kammio 1	ulkona	haimpuristelu 6 mm	2	2,106-03	0,79	0,0710	2	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				ULKONA	
11.	Vetylinjan putkilo kammio 2	ulkona	haimpuristelu 6 mm	2	2,106-03	0,79	0,0710	2	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				ULKONA	
12.	Vetylinjan putkilo kammio 3	ulkona	haimpuristelu 6 mm	2	2,106-03	0,79	0,0710	2	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				ULKONA	
13.	Reaktorin pinnasmittaus	kammioiden 1 ja 2 välillä	Putkilyhde 1,5" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
14.	Vesilukon putkilotyöhyde	tiloja erottavalla seinällä	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
15.	Vesilukon putkilotyöhyde	tiloja erottavalla seinällä	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
16.	Vesilukon putkilotyöhyde	tiloja erottavalla seinällä	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
17.	Vesilukon purkausaukko	ulkona	purkausaukko 1 1/4"	1	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	N	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	1				ULKONA	
18.	Kaasuvaraston ulostulo	katossa kammio 1 yläpuolella	letkullitus 6 mm	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
19.	Kaasuvaraston ulostulo	katossa kammio 1 yläpuolella	letkullitus 6 mm	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
20.	Kaasuvaraston ulostulo	katossa kammio 1 yläpuolella	letkullitus 6 mm	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
21.	Kaasuputkistonilto 1	reaktorin ympäröivässä tilassa	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
22.	Kaasuputkistonilto 2	reaktorin ympäröivässä tilassa	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
23.	Kaasuputkistonilto 3	reaktorin ympäröivässä tilassa	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
24.	Kaasuputkistonilto 4	reaktorin ympäröivässä tilassa	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
25.	Kaasuputkistonilto 5	reaktorin ympäröivässä tilassa	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
26.	Kaasuputkistonilto 6	reaktorin ympäröivässä tilassa	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
27.	Kaasuputkistonilto 7	reaktorin ympäröivässä tilassa	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
28.	Kaasuputkistonilto 8	reaktorin ympäröivässä tilassa	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
29.	Kaasuputkistonilto 9	reaktorin ympäröivässä tilassa	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
30.	Kaasuputkistonilto 10	reaktorin ympäröivässä tilassa	Putkilyhde 1 1/4" G	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
31.	Kondenssi/vesiyhdistön letkullitus 1	reaktorilta, jännäkeppi	letkullitus 6 mm	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
32.	Kondenssi/vesiyhdistön letkullitus 2	reaktorilta, jännäkeppi	letkullitus 6 mm	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
33.	Kondenssi/vesiyhdistön letkullitus 3	reaktorilta, jännäkeppi	letkullitus 6 mm	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
34.	Kondenssi/vesiyhdistön letkullitus 4	reaktorilta, jännäkeppi	letkullitus 6 mm	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
35.	Kondenssi/vesiyhdistön letkullitus 5	reaktorilta, jännäkeppi	letkullitus 6 mm	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	
36.	Kondenssi/vesiyhdistön letkullitus 6	reaktorilta, jännäkeppi	letkullitus 6 mm	2	5,956-03	0,23	0,5540	1	37	0,5 G	AG	TYDYTTÄVÄ	KOHTALAINEN	2				KOKOTILA	



# Explosion protection document (EpD) at Jamk biogas pilot site

## Outdated version



# Key words to the remaining time of the projects

- Automation development
- Remote control
- Alkalinity management and monitoring online
- Contributing the education and training of technical and administrative personnel

# Biogas pilot at Jamk Tarvaala campus

Outdated



# Biogas reactor for new solutions

## BGCNordic Oy

Precise controllability of the process allows you to run according to the optimum temperatures of anaerobic digestion.

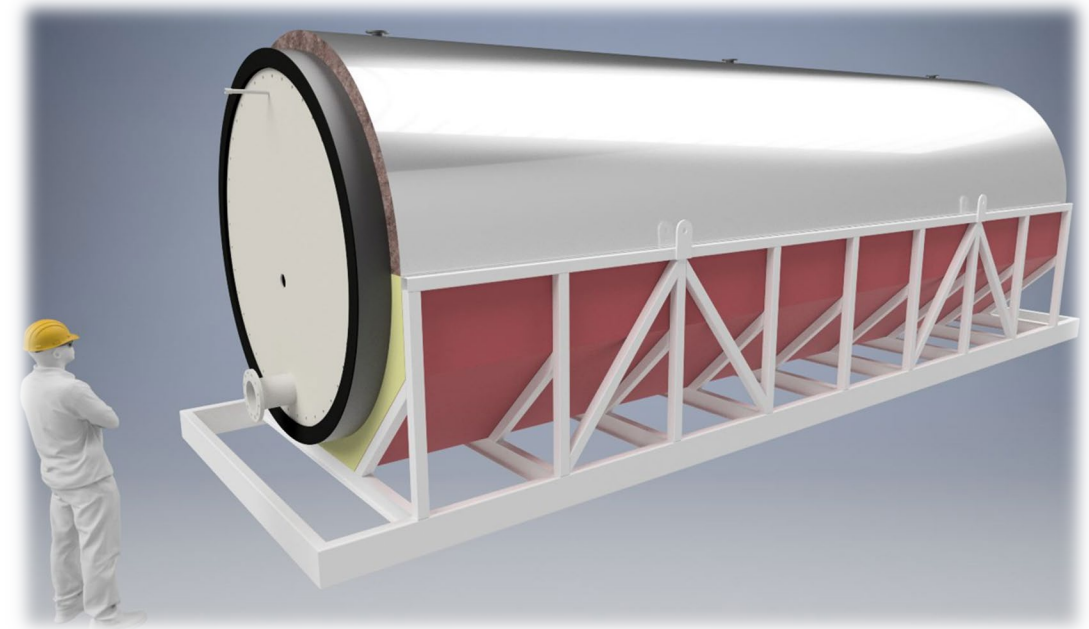
Can implement a 2-step process with a single reactor in a plug flow process.

Streamlining the process and utilization of active volume.

Smaller reactor volume -> lower heat loss and lower investment cost.

The solids content in the process averages about 23%.

The plant is supplied as mobile units, and no separate fixed buildings are built, which can significantly reduce investment risk.



jamk