

## A bio-gáztechnika alapjai

**Keletkezés, Tartalmazott anyagok, mérgezés, a környezetre gyakorolt hatás, munkabiztonság**

Ismerteti: Wolfgang H. Stachowitz okl. mérnök

- **A Biogáz bejegyzett egyesület AK Biztonsági Szakegyesületének tagja**
- **Szakértő a BImSchG 29 §-a szerint**
- **Hivatalosan kirendelt és felesküdt szakértő az IHK-nál Kielben a következő szakterületekre:**  
**Derítési, depónia-, bio-gáz technológia**

DAS – IB Kft.

LFG - & Bio-gáz technológia

Bio-gáz, derítő-gáz és depónia-gáz technológia

- Tanácsadás, tervezés, projekt készítés
- Az üzemi személyzet beiskolázása
- Szakértői tevékenység

Flintbeker Str. 55

D 24113 Kiel

Tel. und Fax # 49 / 431 /

683814

[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

Email: [info@das-ib.de](mailto:info@das-ib.de)

## Bevezetés

**A metán erjedés, ami az alapot képezi a bio-gáz képződéshez is (pl. depónia-gáz), fontos elem a természet anyagáramlási körében. Ez az erjedési lánc egyik utolsó lépcsője, ami a komplex, nagy molekulájú szerves anyag olyan gázhalmazállapotú terméké történő átalakulását eredményezi, mint amilyenek a metán és a széndioxid.**

Néhány kivételtől eltekintve, az összes szerves anyag ezen anaerob átalakulási folyamatnak (az oxigén kizárásával) van alávetve. Ebben a folyamatban nagy számú egymással komplex függőségben álló mikroorganizmus (baktériumok) vesz részt. Az ilyen keverék populációk helyei a természetben pl. a mocsarak, rizsföldek, iszapos mocsarak, iszaprétegek a tavakban, folyókban és tengerekben, pocsolya-gödrök, a kérődzők bendője (pl. a teheneknél), stb. Évente ezen a módon kb. 300 - 400 millió Mg metán képződik. Az IPCC (International Panel on Climate Change) becslése szerint ebből a depóniákra mintegy 10 % jut, ami csak a depóniáknál kerekén 500 Mio. GWh/év-nek felel meg. (A metán fajsúlya  $\rho=0,7143 \text{ kg/m}^3$ ; a metán fűtőértéke  $H_u= 10 \text{ kWh/m}^3$ ).

## Keletkezés

---

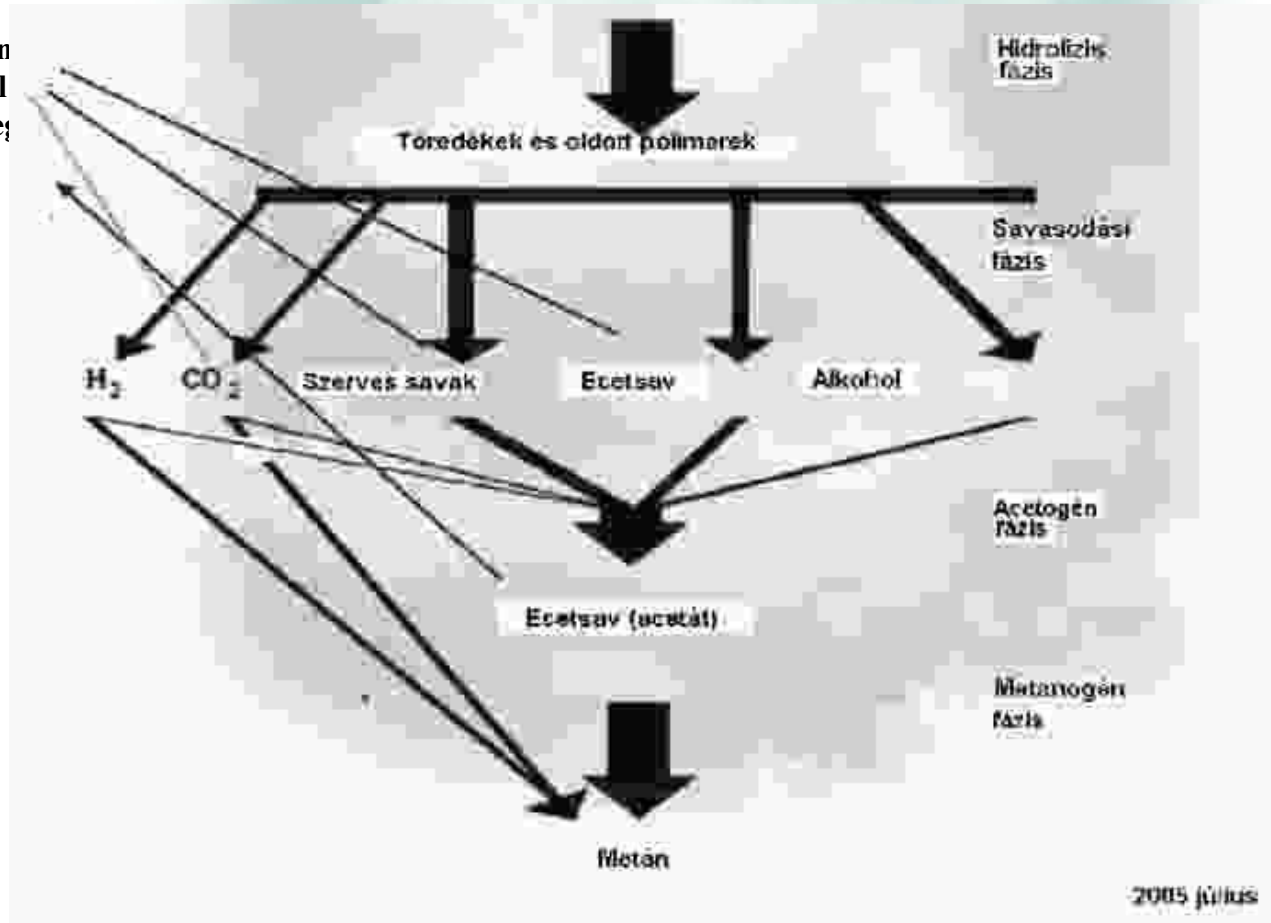
A depónia-gáz a depónia-testben keletkezik, azaz a depónia-testben mikrobiológiai átalakulási folyamatok révén keletkezett gáz-halmazállapotú anyagcsere termék, valamint a gázfázisba átment lerakodott anyag, ami a depónia-gáz fogalomban van összefoglalva. E definíció szerint a depónia-gáz éppúgy, mint a rothadási és mocsárgáz a **bio-gáz** csoportba tartozik, ami túlnyomórészt **metánból és széndioxidból** tevődik össze.

## Depónia keresztmetszelveény



## Keletkezés/ a bio-gáz keletkezés fázisai

Károsítja a beton acélt !! A  $H_2S$ -sel oxidálódik a levegő kénssavvá  
+ kondenzátum problémák



## Keletkezés

---

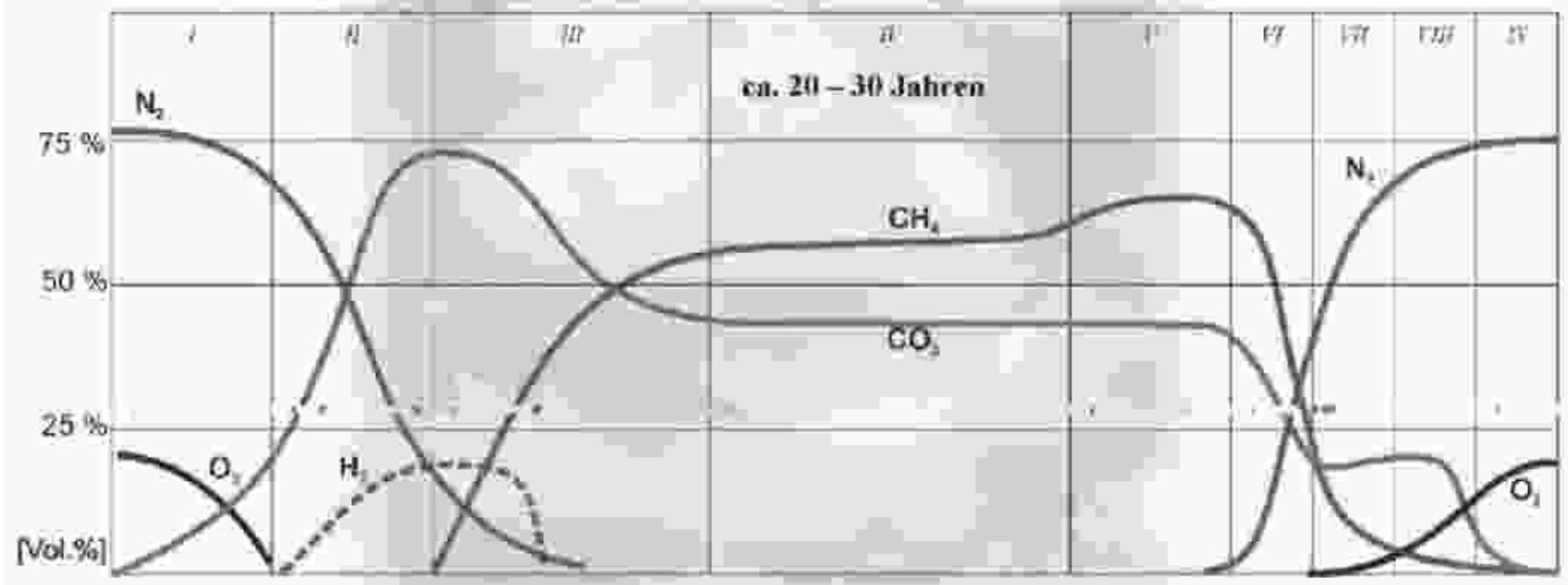
**A depónia-gáz összetétele idővel megváltozik. A fermentálóban lévő bio-gáz (folyamatos üzem) összetétele nem.** A lerakódás után röviddel a felszínhez közel aerob feltételek uralkodnak. Később alakulnak ki azután a lebomlási lépések egymás után, amíg a negyedik idő-fázisban az összes lépcső egyensúlyba kerül (stabil metán-erjedés).

**A depónia-gáz ezután 55 – 60 térf. %-ban metánból, valamint 40 – 45 térf. %-ban széndioxidból áll.** A további fázisok évtizedek alatt jönnek ehhez hozzá.

## Keletkezés/hosszú távú viselkedés

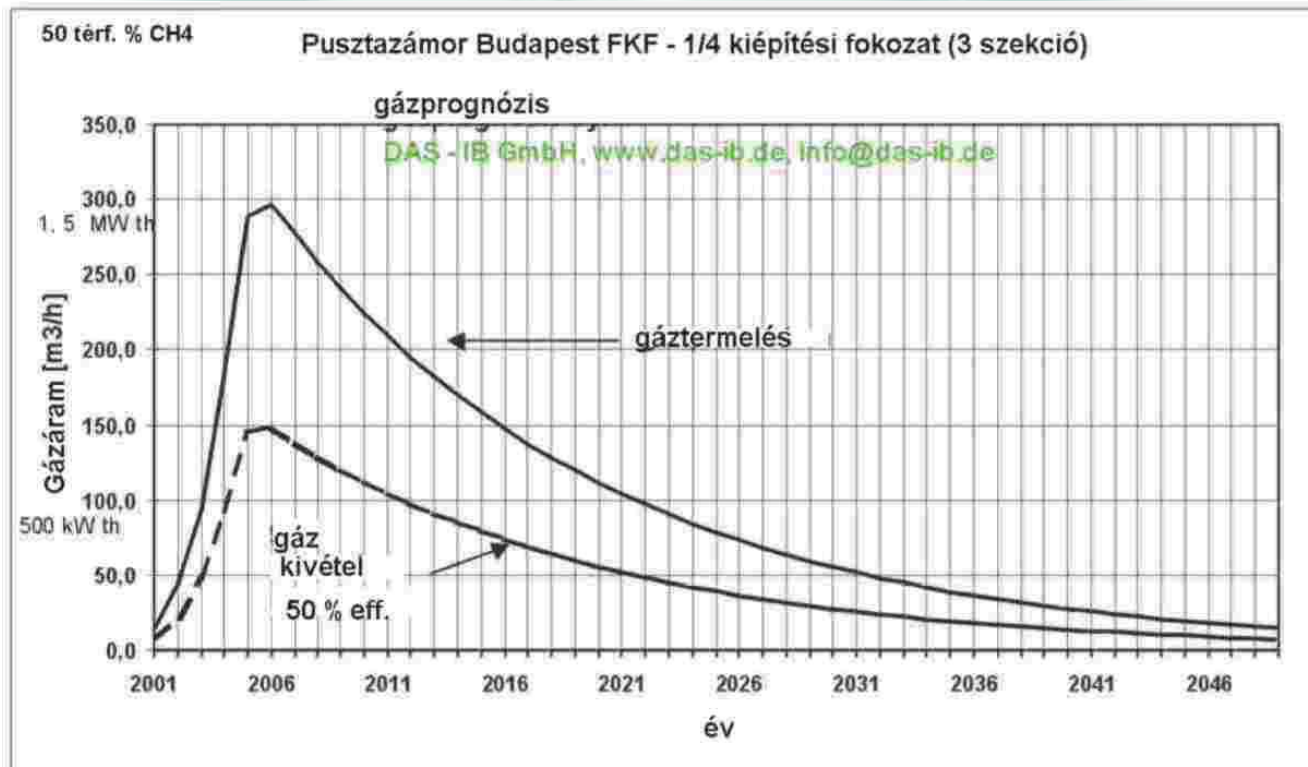
### Normál üzem?

kb. 3 – 9 hónap



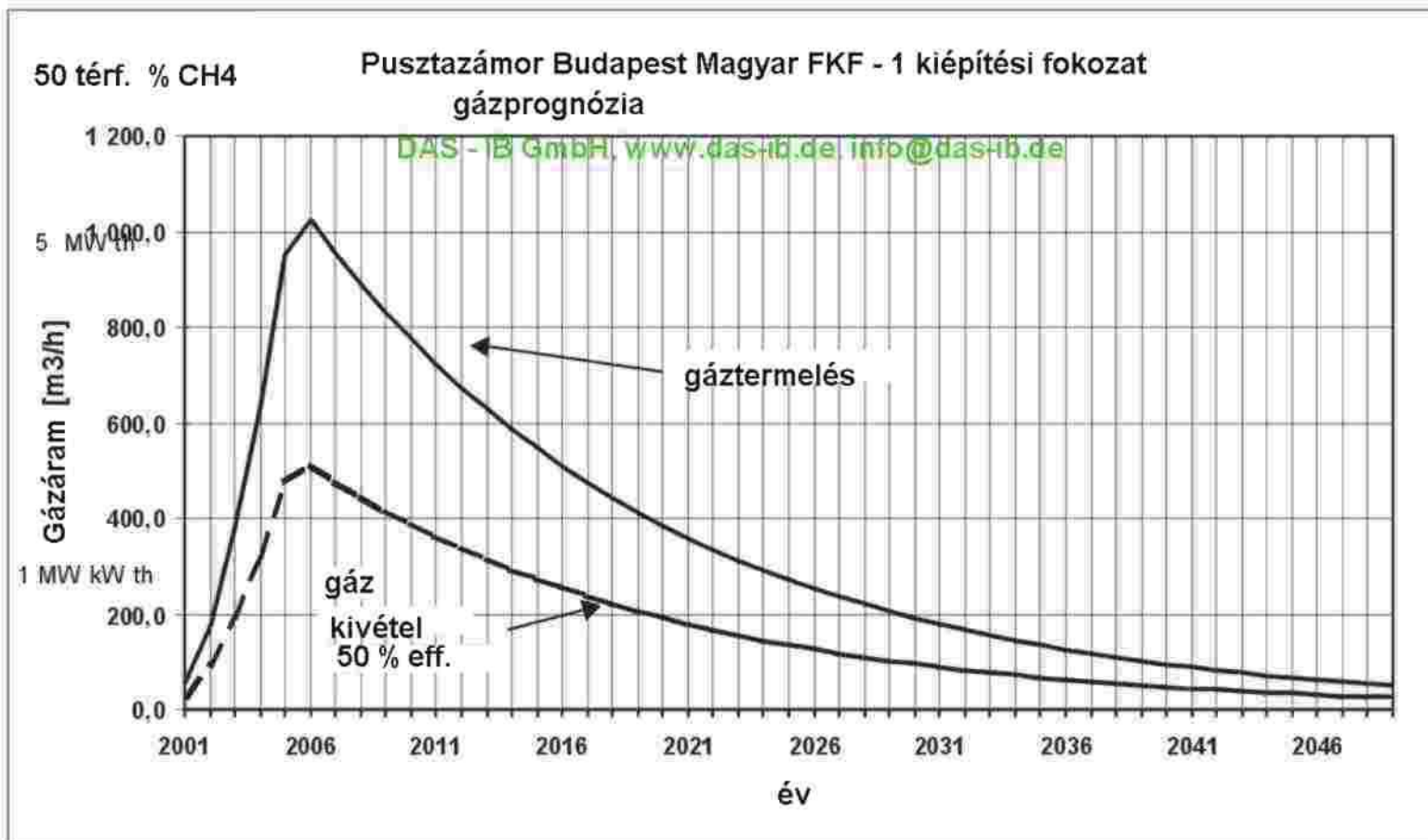
A depónia-gáz összetétel folyamata az idő függvényében (Farquhar/Rovers 1973) Franzius 1981 valamint Rettenberger& Mezger 1992 hosszú időtávú modelljével.

## Gáz-potenciál: Pusztazámor



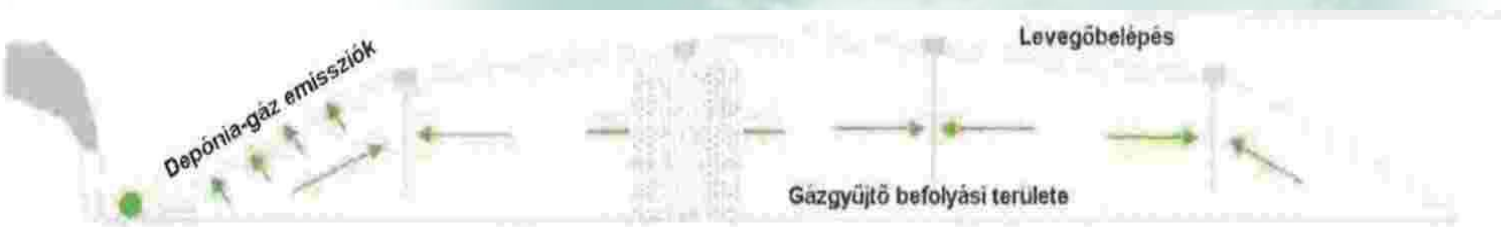


## Gáz-potenciál: Pusztazámor

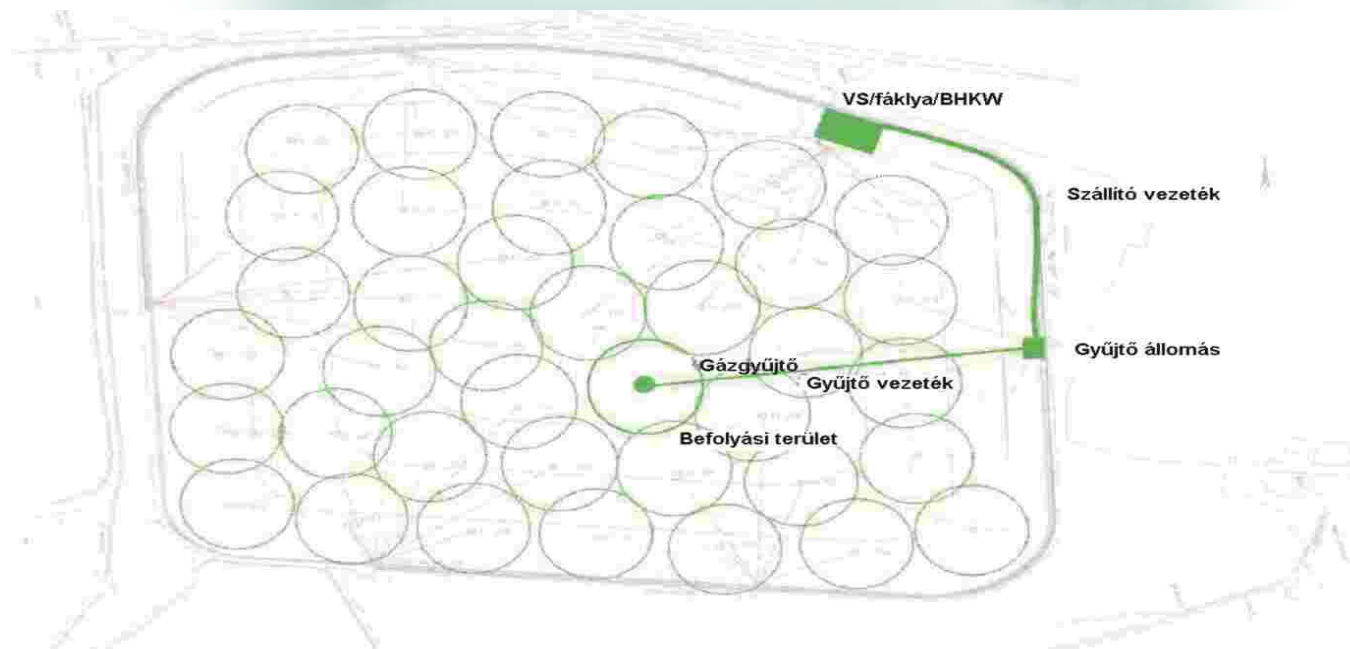


# Depónia keresztmetszete

Megvalósítás: DAS-IB GmbH, [www.das-ib.de](http://www.das-ib.de), [info@das-ib.de](mailto:info@das-ib.de)



# Depónia elhelyezkedési terv (felülnézet)



## Tartalmazott anyagok

---

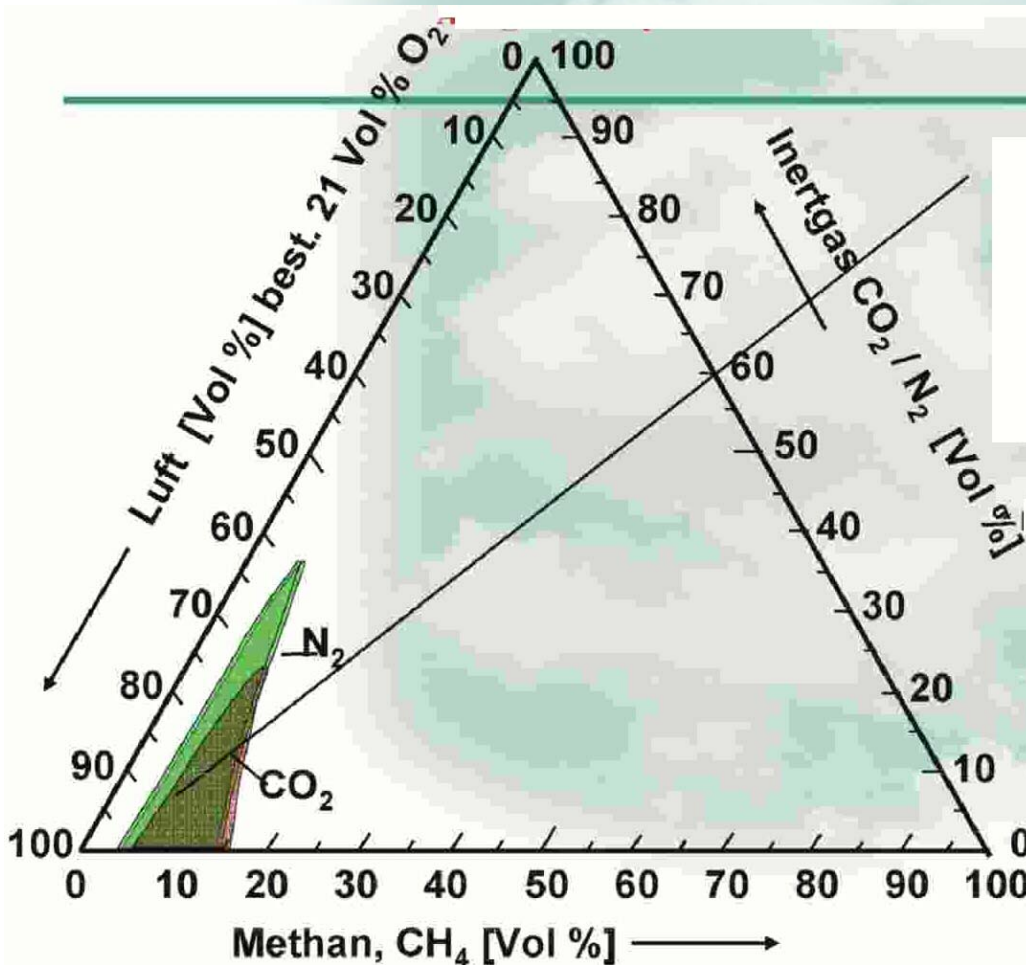
**A depónia-gáz két fő alkotó elemeihez a következő anyag-specifikus adatokat kell elkészíteni:**

A **Metán** ( $\text{CH}_4$ ) szagtalan, nem mérgező, színtelen, energiában gazdag gáz, ami könnyebb a levegőnél. A (4,4) / 5 – 15 (16,5) % koncentrációban a levegőben robbanóképes keveréket képez.

A **széndioxid** ( $\text{CO}_2$ ) szagtalan, színtelen, nem éghető gáz. Kb. 1,5-szer nehezebb a száraz levegőnél. A 8-10 %-os széndioxid koncentráció a levegőben az embereknél fejfájást, szédülést, öntudat-vesztést, légzés-bénulást vált ki, egészen a halálig. A levegőnél nagyobb fajsúlya miatt elsősorban a talaj közelében, különösen árkokban és gödrökben helyezkedik el.

A **további anyagtartalomról** azt lehet mondani, hogy bár már 100-nál is több összetevőt kimutattak, összességében azonban ezek 1 %-nál kisebb részarányuk felelnek meg, a száraz depónia-gázra vonatkoztatva..

Három anyag diagram, légköri (0,8 – 1,1 bar-20- +60°C,  
A metánlevegő CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> keverék robbanási tartományára  
Melléklet a robbanásvédelmi dokumentumhoz



## Robbanási tartomány

11,6 térf. % oxigén túllépése

És

4,4\*(5)\*\*térf. % metán (100 % OEG)

És

15 (16,5 % térf. % metán (100 % OEG))

IEC 60079-20 és PTB\*\* EN 50054

# Robbanás

## Primer robbanás- védelem:

Robbanásveszélyes légkör kialakulásának elkerülésével

Pl.:

A gáz-berendezés üzemszerű optimalizálása és felügyelete, semlegesítés.,

Koncentráció korlátozás az alsó robbanási határérték alá



## Másodlagos robbanásvédelem

A robbanásveszélyes légkör meggyulladásának elkerülésével

Gyulladásforrások -> következő fólia

## Harmadlagos robbanásvédelem

A hatás elkerülésével/ csökkentésével

Pl. nyomás/ütésálló anyag

## Kénhidrogén

Lásd a mérőkészülékek előadást

### **Kénhidrogén (H<sub>2</sub>S):** személyi védelem

- MAK 10ppm = 14 mg/m<sup>3</sup> = 1 / 1000 Vol % ésd Ex > 4,3 térf. %-tól 45,5 térf. %-ig
- A következő tünetet az embereknél a különböző nagyságú koncentrációkhoz (ppm-ben) már viszonylag rövid robbanási időtartam után hozzárendelték:
- 0,003-0,02 – szagról felismerhetőség
  - 3 – 10 – erősen kellemetlen szag
  - 20 – 30 – erős romlott tojás szag
  - 30 - undorítóan édeskés illat
  - 50 - a szemek égése és kötőhártya-gyulladás
  - 50 – 100 – a légutak ingerlése
  - 100 – 200 – a szagérzékelés elvesztése
  - 240 – 400 – Mérgező tüdő-ödéma, cianózis, véres köhögés, tüdőgyulladás
  - 500 - fejfájás, koordinálatlan mozgás, szédülés, a légzés izgatása, emlékezetgyengeség, öntudatlanság „kiütődés)
  - 500 – 1000 – a légzés leállása, azonnali összeomlás, a legsúlyosabb idegkárosodások, aritmikus szív működés, halál.



## Mérgező hatás és a környezetre gyakorolt hatások

### 🕒 Fiziológiai károsító hatás

A pszichológiai károsító hatáson az összes gáztartalom anyag mérgező hatását (**toxikus = mérgezésen alapulóan**) értendő, (széndioxid ( $\text{CO}_2$ ), szagtalan, > 10 % a levegőben már halálos; kénhidrogén ( $\text{H}_2\text{S}$ ), erősen szagló „rothadó tojás“ < 0,18 %-ig a levegőben, e fölött szagtalan és halálos; szénmonoxid ( $\text{CO}$ ), gyengén szagló < 0,5 % < a levegőben halálos ill. fulladási tünetek (**oxigén-tartalom** < 14 %, figyelmeztető érték kb. 19 %) az embernél, állatoknál és növényeknél. Ez alatt jelentkeznek: fulladási veszély a levegő kiszorulása miatt az épületek pincéjében, aknákban vagy pl. gödör-depóniák peremrészein időjárás változási helyzetben. A pszichológiai káros hatások az emberi élet közvetlen veszélyeztetését hozzák magukkal.

## Mérgező hatás és a környezetre gyakorolt hatások

---

### 🕒 **Kémiai károsító hatások**

A kémiai károsító hatásoknál lényegében **korróziós károk** fellépését kell megemlíteni egy aktív gázmentesítő, gázt vezető berendezés elemeinél és a gáz felhasználó berendezéseknél (itt különösen a gázmotoroknál). A kiváltó okok a halogének (klór- és fluor-vegyületek, szerves szilícium-vegyületek és kisebb mértékben a kén).



## Mérgező hatás és a környezetre gyakorolt hatások

---

### 🕒Általános ökológiai hatások

Az utóbbi években világossá vált, hogy a depóniákból származó gázok szintén a **klímához kapcsolódó hatásokat** eredményeznek. A **széndioxid**, a **metán** és a szénhidrogének is hozzájárulnak ahhoz, hogy a **Föld légköre felmelegedik**. Különösen a metánnak van a kereken 19 %-os széndioxid tartalom miatt a második legnagyobb szerepe az **üvegház hatásban**. Az egyéb depónia-gáz tartalomnál különösen a klór szénhidrogének (CKW) és a fluor szénhidrogének (FCKW) sorolandók a környezet számára gondot okozó anyagok közé.

## Mérgezőség és a környezetre gyakorolt hatások

---

### 🕒 Fizikai károsító hatások

A káros fizikai hatásokon nyomási hatással vagy anélkül vagy a tűzeseti következménnyel járó, az emberekre és a tárgyakra gyakorolt hatásokat értik, amelyek akkor lépnek fel, amikor a **robbanóképes metán-levegő keverék** meggyullad.

### 🕒 Szag-terhelés

A szag-terhelések általában azok a fő okok, amelyek a depóniából indulnak ki és azonnal észlelhetők. Különösen az intenzív szaghatású depónia-gáz összetevők hatnak gyakran már a legkisebb koncentrációkban is kellemetlenül a lakosok jó közérzetére. A depónia-gáz egy úgy nevezett 1.000.000 GE/m<sup>3</sup> szag-koncentrációval rendelkezik. Ez azt jelenti, hogy csak akkor nincs többé szaga, amikor ez a tényező 1.000.000 alá csökkent.

## Biztonságtechnikai szabályok

---

- 🕒 **A füstölési- és tüzelési tilalmat be kell tartani!**
- 🕒 **Az aknába vagy föld alatti épületrészekbe soha ne lépjünk be mérés nélkül!  
(Felső-alsó mérés)**
- 🕒 **Ne végezzünk egyedül munkát a veszélyeztetett területeken (aknák, gázkutak, adott esetben gáz gyűjtő állomások)!**
- 🕒 **A munka-egészségügyi gondossági megelőző vizsgálatokat vegyük tekintetbe!**
  - 🕒 **A munkaruhákat ne mossuk együtt a személyes ruhákkal! (S / W – területek)**
  - 🕒 **Ügyeljünk a saját észlelési érzékünkre!**
  - 🕒 **A munkavédelmi utasításokat vegyük komolyan!**
  - 🕒 **A biztonsági mérés technikát minden alkalmazás előtt meg kell vizsgálni!**

## Munka – és mentő-felszerelés/ figyelmeztető berendezések a személyi védelemhez

DAS – IB GmbH LFG - & Biogas - Technology, [www.das-ib.de](http://www.das-ib.de), Tel. + Fax 0431 / 683814

### ... Kiegészítő védő felszerelések .... rendelkezésre bocsátása: (5.9)

Szellőző berendezés robbanás-biztos kivitelben (aknák, keverő berendezések..)

Hordozható robbanás-biztos ... Többszörös gáz figyelmeztető készülék (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>2</sub>)

Mentő berendezés

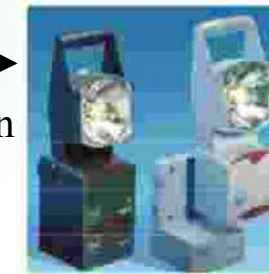
Szállítóeszköz ( sérültek fekvő szállításához)

Hármas bak (aknába beszálláshoz és onnan kiszálláshoz)

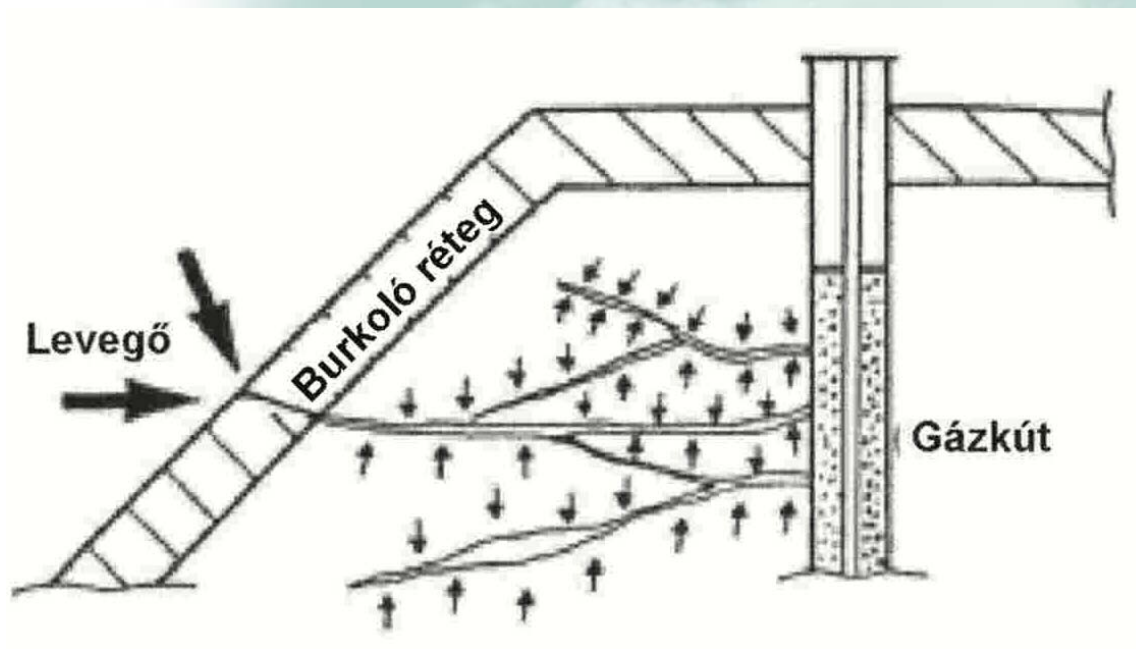
Robbanás-védett – hordozható, hálózattól független lámpák

Légzés-védő készülék

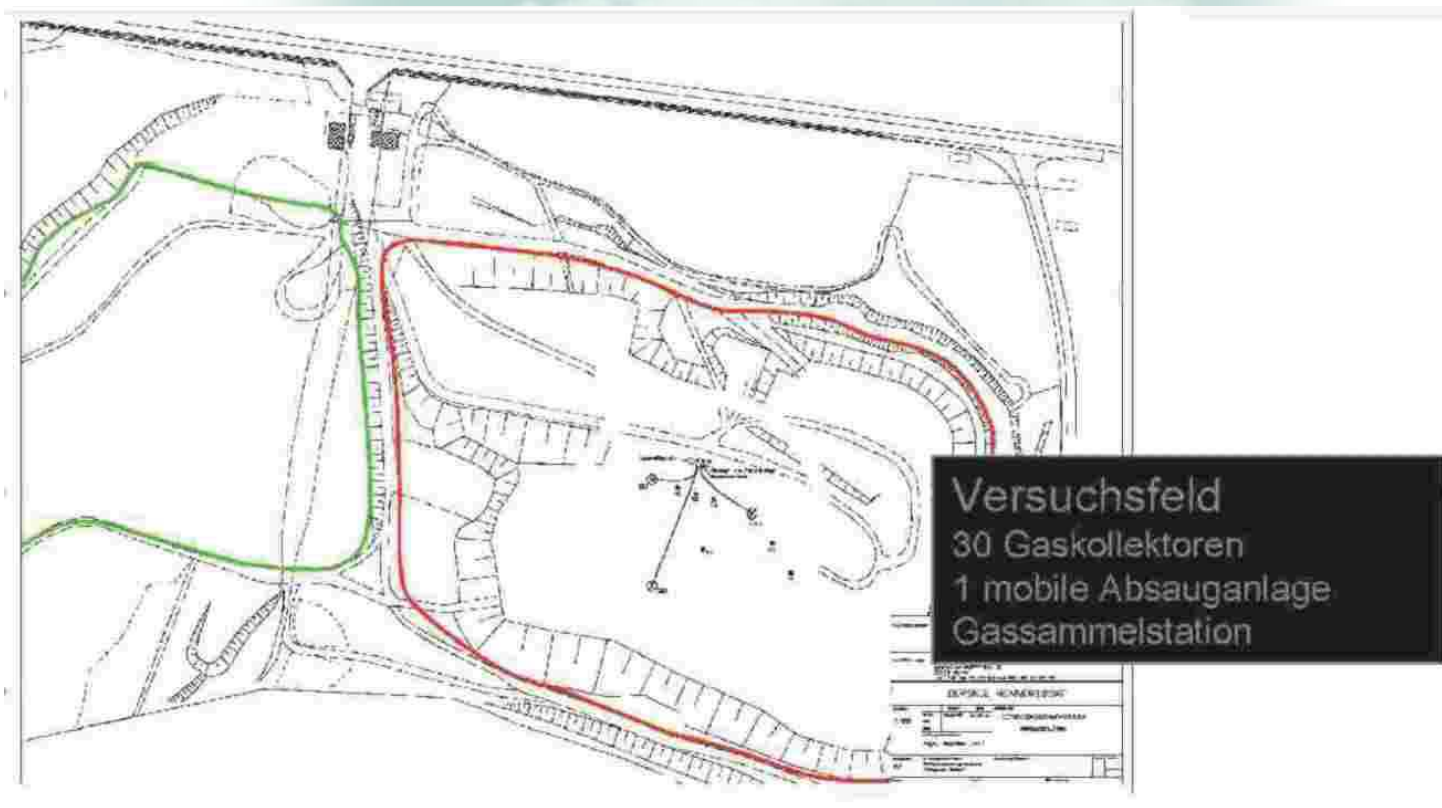
Robbanástól védett kommunikációs eszközök, amikor nincs közvetlen láthatósági vagy felhívási kapcsolati lehetőség



## Gáz-szállítás – a technikai gázmentesítésnél



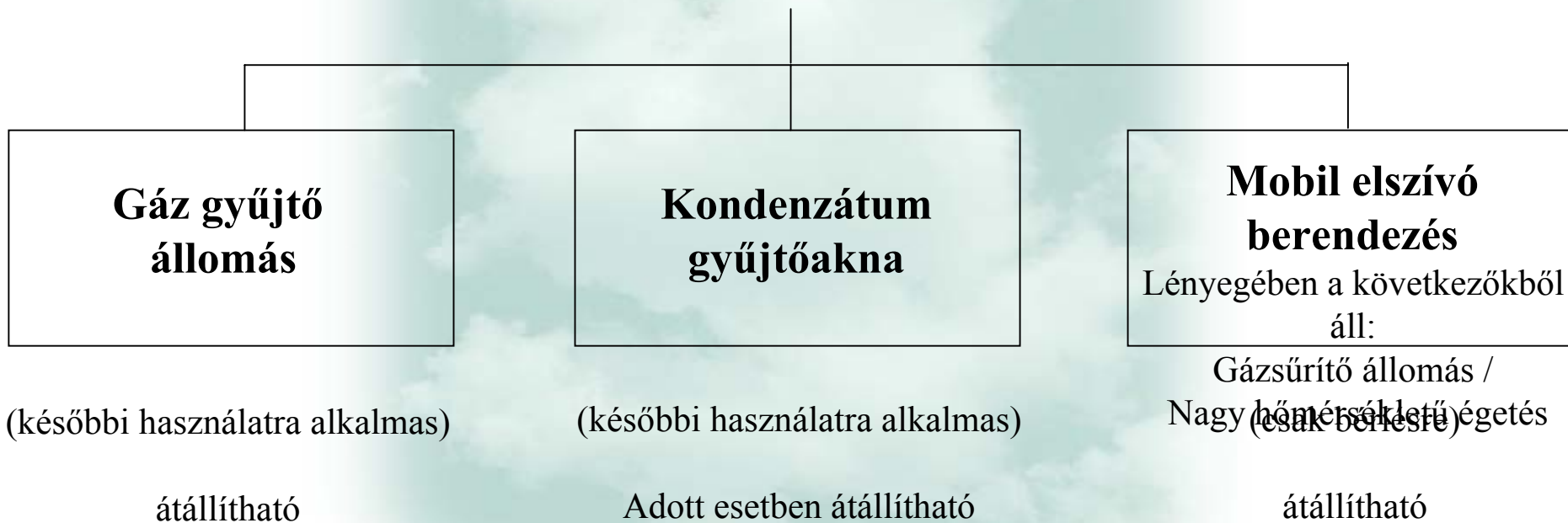
A gáz szállítás konvekciós az előnyben részesített áramlási utak mentén.  
A nyomásviszonyok egyenlőtlen terjedési magatartásúak.  
Erősen divergáló befolyási területek.



## Pusztazámpori depónia-létesítmények méretezése

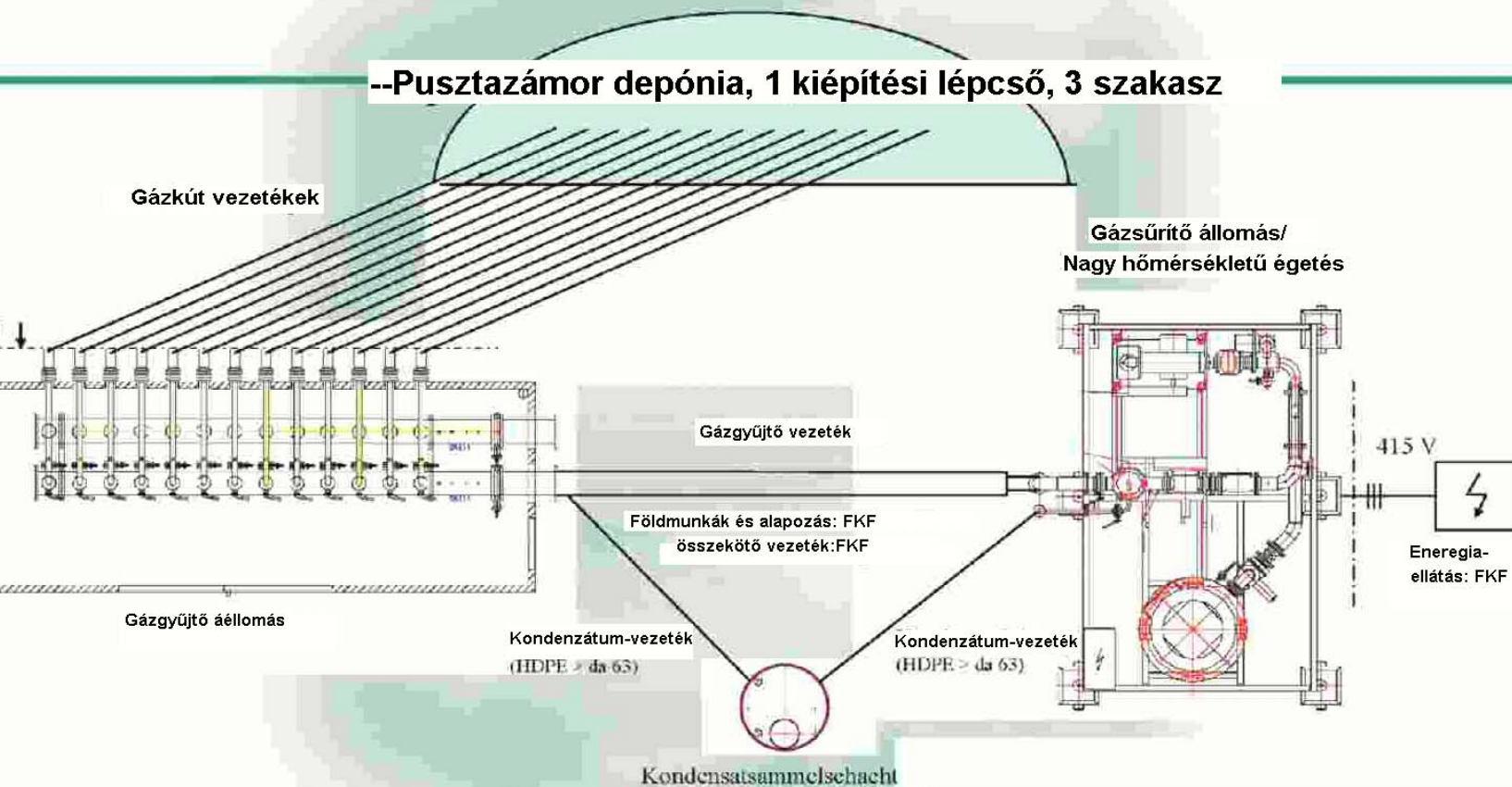
## Pusztazámori depónia, 1 kiépítési lépcső, 3 szakasz

### Gázhozam-mérés: Teszt-berendezés, 3 szakasz





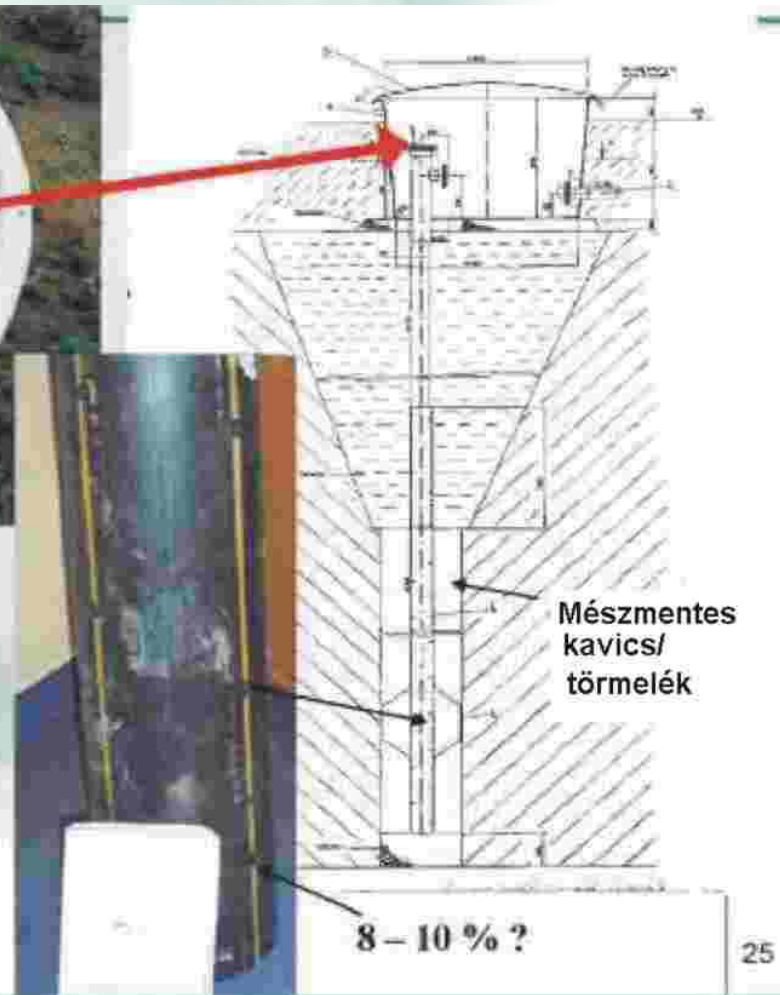
--Pusztázamor depónia, 1 kiépítési lépcső, 3 szakasz



| DAS - IB GmbH   |          |         |                                    |
|---|----------|---------|------------------------------------|
| DAS - IB GmbH, www.das-ib.de, Flirtobier Str. 55, D-24113 Kiew, Tel+Fax: 49 / 431 / 65384 |          |         |                                    |
| r   |          | ZULAK   | Projekt 129                        |
| e   |          | EN 1048 | Gepl. Jépező Pusztázamor Budapest. |
| d   |          | 201705  | Fuér: FKF Rt., Budapest            |
| c   |          | 201705  | Übersichtsplan                     |
| b   |          | 201705  | Sektion: 31.1.Ausbaustufe          |
| a   |          |         | FKF Entwurf GSS 59/05              |
| Zust:   | Änderung | Datum   | Erreicht                           |
|   |          |         |                                    |



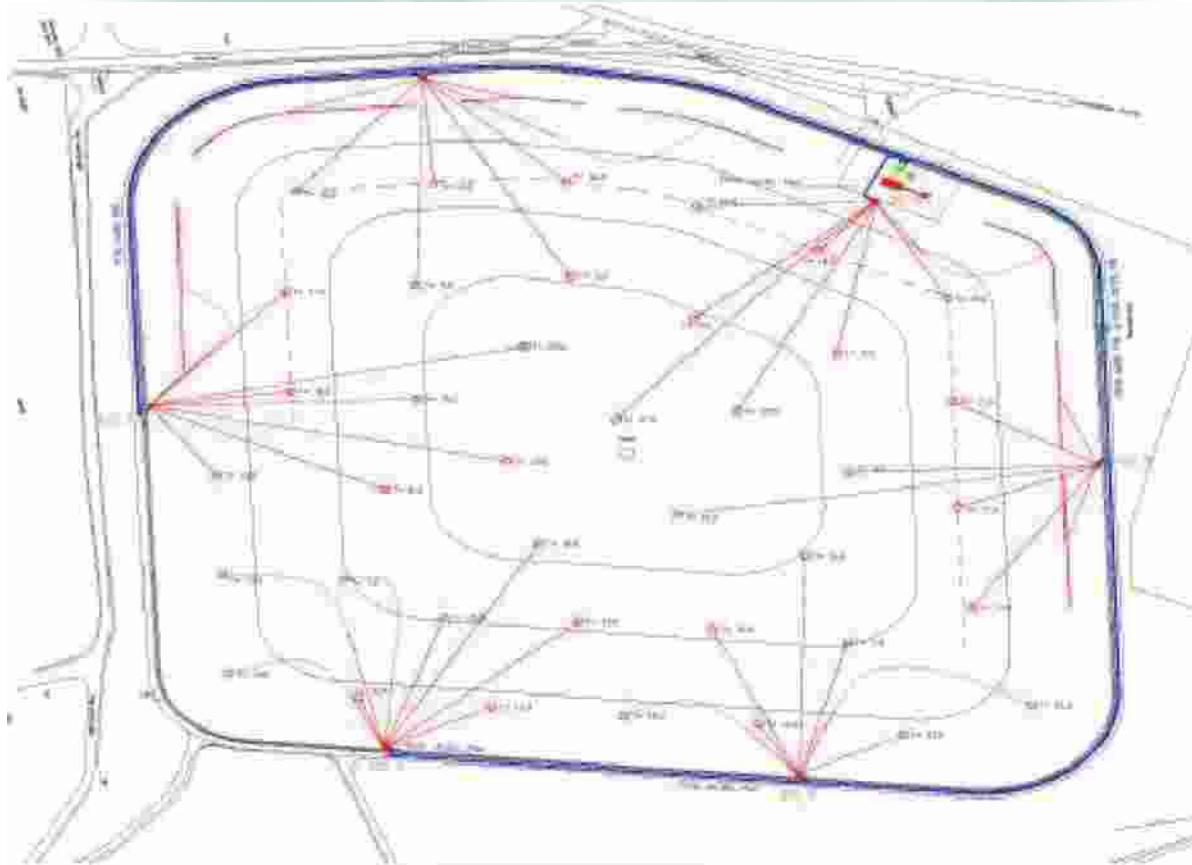
## A jelenlegi technika - gázkút



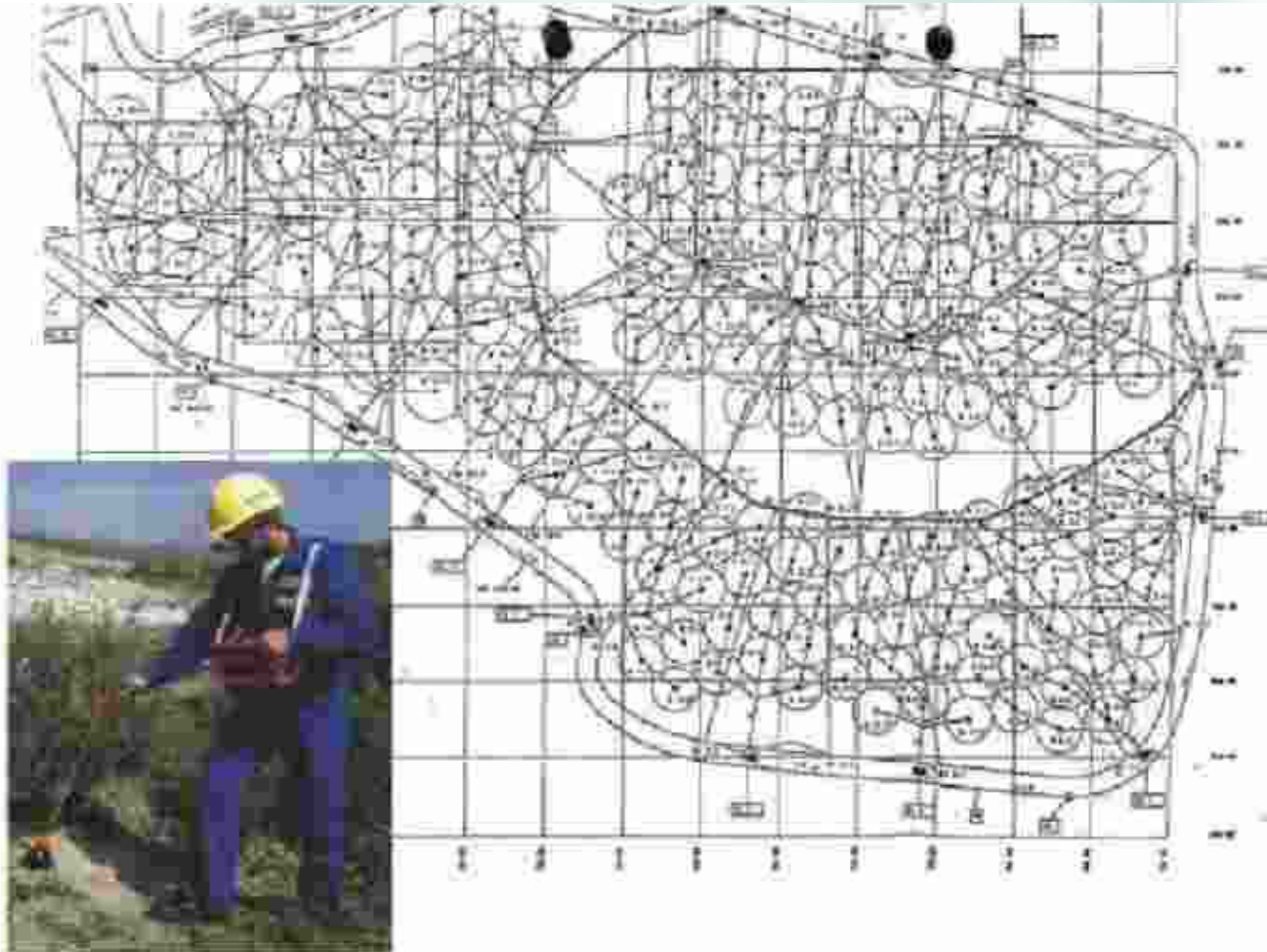
## Depónia gázmentesítő berendezés méretezése



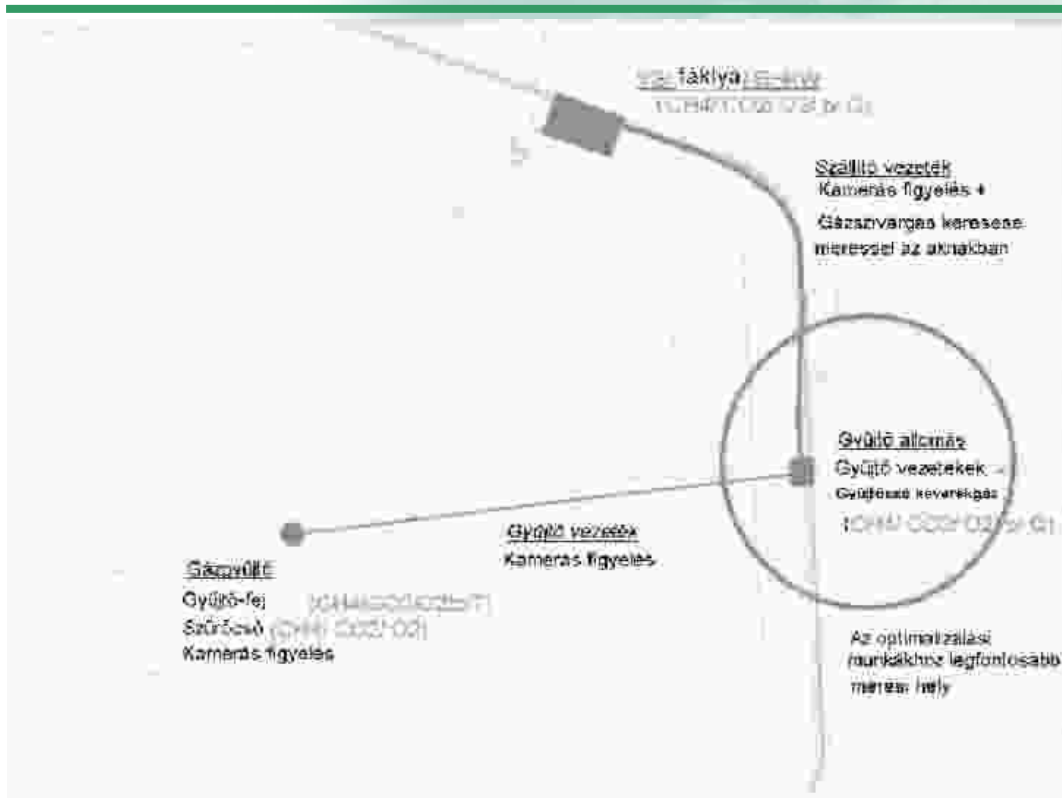
## Depónia gázmentesítő létesítmény felépítése



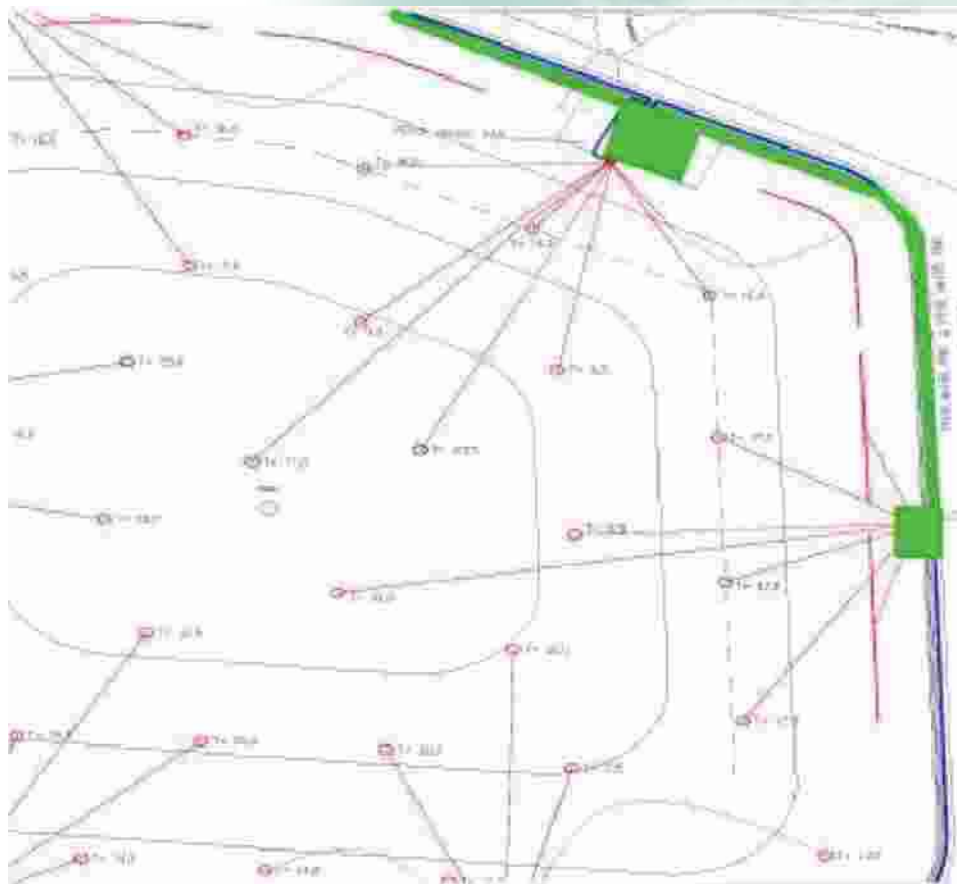
## Áttekintés: depónia – itt: gázmentesítési rendszer



## Hogyan lesz beszabályozva ?



- Volumen-áram sűrítő állomás (szabályozás az FU-n keresztül vagy lezáró csappantyúval)
- Volumen-áram alkatrész darabok
- Gáz szívó vezeték (szabályozás lezáró csappantyúkon keresztül – eléggé szokatlan)
- Gyűjtő/kollektor-specifikus volumen-áramok (szabályozás lezáró csappantyúkon keresztül a gáz gyűjtő állomáson. Hozzárendelés a jó gázhoz/rossz gázhoz)



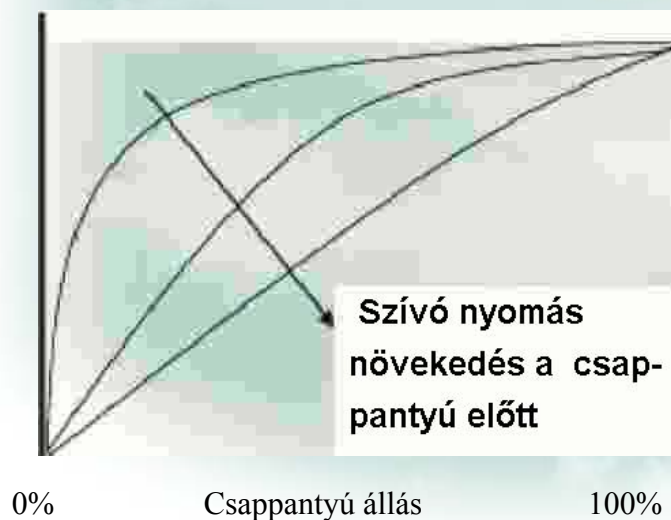
- Volumen-áram sűrítő állomás  
(Szabályozás FU-n vagy záró csappantyún keresztül)
- Volumen-áram részegységek  
Gázmentesítő vezeték (szabályozás záró csappantyún keresztül – szokatlan)
- Gyűjtés-specifikus volumen-áramok  
(Szabályozás záró csappantyún keresztül, hozzárendelés a jó/rossz gázhoz)



## Hogyan lesz beszabályozva ?

A beállítások a koncentráció mérések kiértékelésében történnek meg.

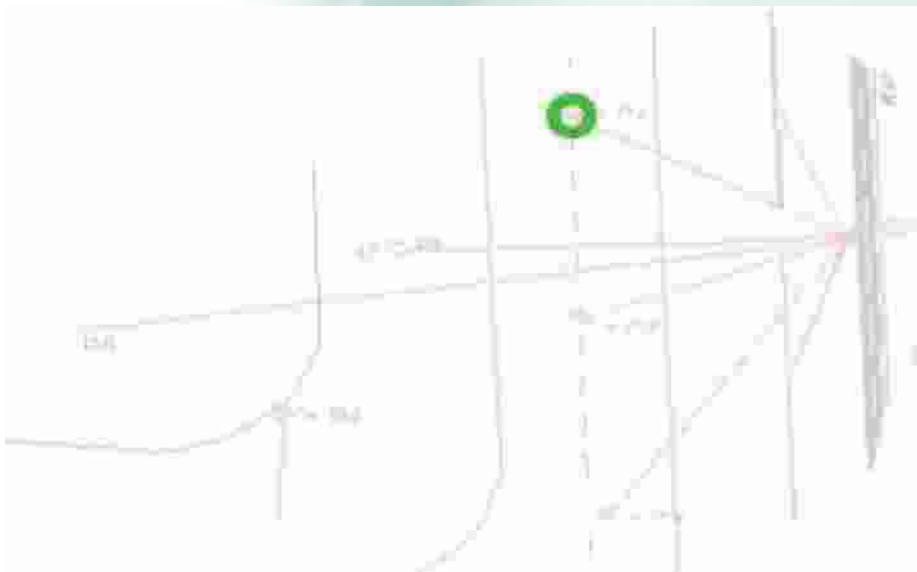
- Alap a tényleges volumen-áram szabályozásához
- Beszabályozva megy végbe a sebességmérés alapján
- A  $w < 1$  m/s esetén a lezáró csappantyú karakterisztikáját figyelembe kell venni:



## Hogyan lesz beszabályozva ?

Állandó teljes volumen-áramnál a következő érvényes:

- Minden volumen-áram változás egy gáz-gyűjtőnél változásokat idéz elő az összes többi gáz-gyűjtőnél is.



A volumen-áram növekedése

Egyidejűleg a volumen-csökkenéshez vezet,

amit az összes csappantyú helyezett újra beállításával lehet kiegyenlíteni.



## A gáztelési rendszer optimalizálása



**Gázoptimalizálás/luxus?**

**A GSS gázgyűjtő állomás xy / GVS gázsűrítő állomás/ gyűjtőcső xy optimalizálás előtt/után**

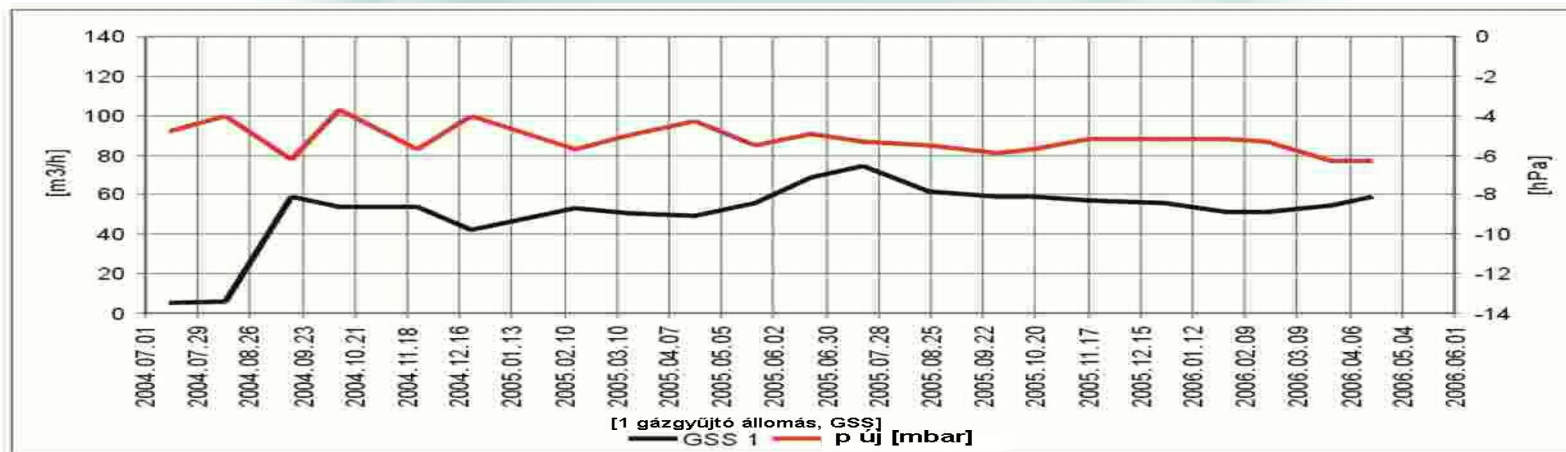
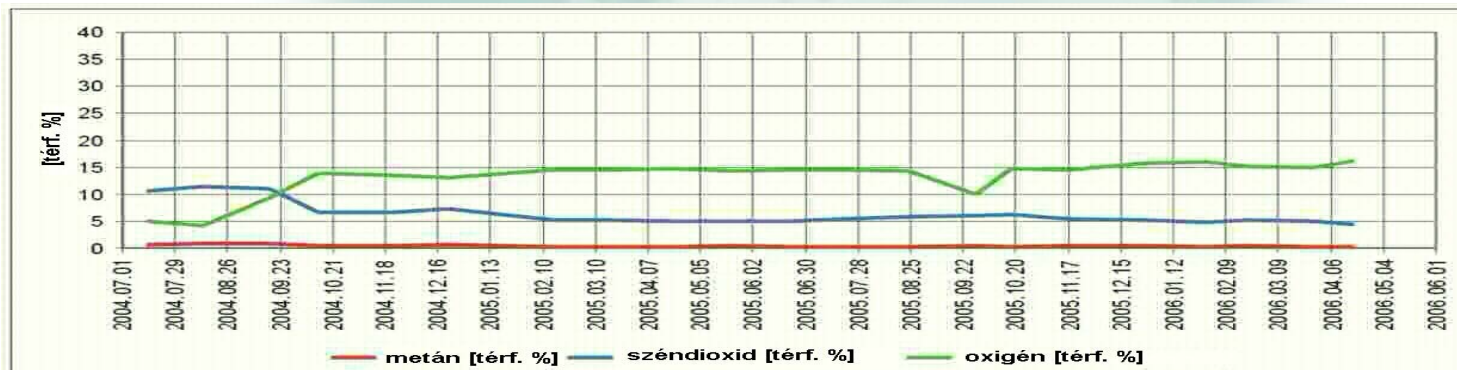
|                       |    |    |         |  |                 |     |     |                   |
|-----------------------|----|----|---------|--|-----------------|-----|-----|-------------------|
| <b>CH<sub>4</sub></b> | 42 | 51 | Vol %   |  | <b>F</b>        | 223 | 243 | m <sup>3</sup> /h |
| <b>CO<sub>2</sub></b> | 28 | 37 | Vol %   |  | <b>p szívás</b> | 23  | 24  | mbar              |
| <b>O<sub>2</sub></b>  | 4  | 0  | térf. % |  | <b>g</b>        |     | 22  | ° C               |

Megjegyzések: pl. időjárás: eső, szél; a mérőkészülék fajtája ill. mérési elve, stb.:

.....  
 .....  
 .....

gáz-összetevők      áramlás      vákuum csappantyú állás

### Optimalizálási kiértékelések a gázgyűjtő állomásokon és a gázkutaknál



## Közlések a gázkivételi rendszerrel kapcsolatban

| Mérési hely | CH <sub>4</sub><br>Térf.<br>% | CO <sub>2</sub><br>Térf.% | O <sub>2</sub><br>Térf.<br>% | előtt<br>m /<br>s | után<br>m / s | mbar  | előtt<br>° | után° |  |
|-------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|-------|------------|-------|--|
| 1 Gázkút    | 55                            | 40                        | 0                            | 3,1               | 3,1           | 5     | 60         | 60    | természetes gáztermelés                                      |
| 2 Gázkút    | 45                            | 30                        | 0                            | 2,3               | 2,3           | 3     | 42         | 42    | Ideális érték aktív szívásnál                                |
| 3 Gázkút    | 30                            | 27                        | ≤ 1                          | 2,3               | ≤ 1           | 1     | 42         | 24    | A túlszívás kezdete  |
| 4 Gázkút    | 26                            | 31                        | ≥ 1                          | 2,3               | 0             | 0     | 36         | 0     | Gázkutak túlszívása  |
| 5 Gázkút    | 35                            | 21                        | 5                            | 2,3               | 1,4           | 2     | 36         | 30    | O <sub>2</sub> – betörés a gázkút közelében                  |
| 6 Gázkút    | 6                             | 6                         | 18                           | 2,3               | 0             | 0     | 36         | 0     | O <sub>2</sub> – betörés a gázkút-fejnél/ cső-<br>vezetéknel |
| 7 Gázkút    | 54                            | 41                        | 0                            | 0,5               | 0,5           | 20    | 90         | 90    | ? Vízszák ? Zár !! Statikus!                                 |
| 8 Gázkút    | 51                            | 32                        | 0                            | 0 –<br>2          | 1,4-2         | 0 – 8 | 60         | 90    | Vízszák / Kondenzátum gyűjtés                                |
| 9 Gázkút    | 0 – 60                        | 0 – 40                    | 0 – 21                       | 0                 | 0             | 25    | 90         | 90    | Csővezeték-zár   |
| 10 Gázkút   | ≥ 60                          | 22                        | 0                            | 1,6               | 1,6           | 3     | 30         | 30    | Régi tartomány, a gáztermelés<br>„közeli” befejeződése       |

## Biztonsági – jellemzők – Melléklet a robbanásvédelmi dokumentumhoz

### Biztonságtechnikai jellemzők

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Depónia-gáz:            | Keverék metánból, széndioxidból és oxigénből                    |
| Gyulladási hőmérséklet: | 537 °C (metán 595 / 650)  |
| Robbanási tartomány:    | kb. (4,4) 5 - 15 (16,5) térf. %                                 |
| Fajsúlyok:              | kb. 1 – 1,25 (CO <sub>2</sub> kb. 2 // CH <sub>4</sub> kb. 0,7) |

### Metánra

|  |  |
|--|--|
| Gyulladási csoport:  | T 1 (> 450°C, a gyúlékony anyag gyulladási hőmérséklete) |
| Robbanási csoport:   | IIA (metán bio-gázokból) I (metán bányászathól)          |
| Min. gyulladási energia:                                   | 0,28 mWs (0,28mJ)  |
| <b>max. robbanási nyomás (túlnyomás) metánra: 7,06 bar</b> |  |

Besorolás a 60 079-20 (1996) IEC jelentés szerint, Forrás 56 tábl. D-116; Gázok – gőzök.. Dräger cég valamint: Redeker / Schön 6. Kiegészítés a gyúlékony gázok és gőzök biztonságtechnikai jellemzőihez, 1990

## Személyi védelem, Melléklet a robbanásvédelmi dokumentumhoz

---

**Személyi védelem:** (lásd a következő előadást is: A depónia-gáz technika alapjai)

**Oxigén (O<sub>2</sub>):** < 17 térf. % oxigénhiány, ebben főleg a teljesítőképesség csökkenése az eszméletvesztésig és a halálig kb. 6 – 8 térf. %, ezért > 20 térf. %,

**Széndioxid (CO<sub>2</sub>):** MAK 5000ppm = 9.100 mg/m<sup>3</sup> = 0,5 rérf. %) szagtalan, korlátozások és károsodások

**Metán (CH<sub>4</sub>):** 100 % UEG, Robb. = 4,4 térf. %; határérték: 20 % UEG = 0,9 térf. %

**Kénhidrogén (H<sub>2</sub>S):** MAK 10ppm = 14 mg/m<sup>3</sup> = 1 / 1000 térf. % és robbanás > 4,3 térf. %-tól 45,5 térf. %-ig.

Lásd: TRGS 900 wg. „régí“ MAK - értékek

**Fontos szavak a gyakorlati beiskolázáshoz a GSS [gázgyűjtő állomás], KS [kondenzátum]**

**Metán, széndioxid, oxigén, nitrogén,**

**Gázmérő készülék, nyomásmérő készülék, átfolyás mérő készülék,**

**Áramlás / átfolyás, vízszák, nyomásingadozás, légnyomás**

**Vizsgáló-gáz palackok**

**Csatlakozás**

**Mérés**

**Eredmény**

**Kiértékelés**

**Viszony (arány)**

**Robbanás**

**Veszély**

**Jó**

**Gázgyűjtő állomás (GSS)**

**Gáz-sűrítő állomás (GVS)**

**Kondenzátum akna**

**Fáklya**

**Sűrítő**

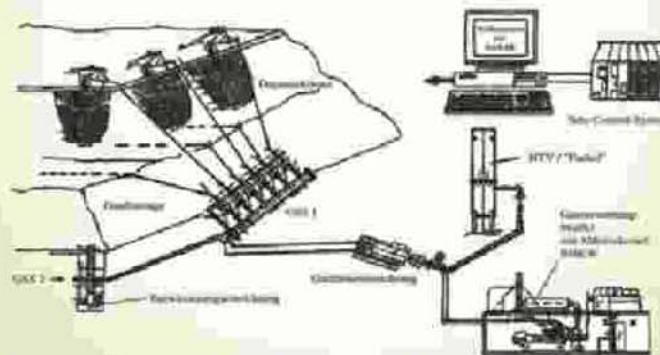
**Elemzés**



## DAS - IB GmbH DeponieAnlagenbauStachowitz LFG & Biogas- Technology

### Bio-gáz, derítő-gáz, és depónia-gáz technológia

- Tanácsadás, tervezés, projekt készítés
- Kezelő személyzet beiskolázása
- Szakértői tevékenység



[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)  
[info@das-ib.de](mailto:info@das-ib.de)

Flintbeker Str.55  
D-24113 Kiel  
Tel. + Fax # 49 / 431 / 68 38 14

**Köszömöm a figyelmet!**