



Isotoptech Zrt.



GÁZKÉPZŐDÉS MÉRŐ RENDSZER FEJLESZTÉSE A SVÁJCI RADIOKATÍVHULLADÉK-KEZELŐ SZÁMÁRA

Molnár Mihály^{1,2}, Rinyu László^{1,2} Ander István¹ Major Zoltán¹
Major István^{1,2} Varga Tamás² Kende Dóra³ Veres Mihály¹

¹*Isotoptech Zrt, Debrecen*

²*MTA ATOMKI, Debrecen*

³*Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Debrecen*

Motiváció és Háttér

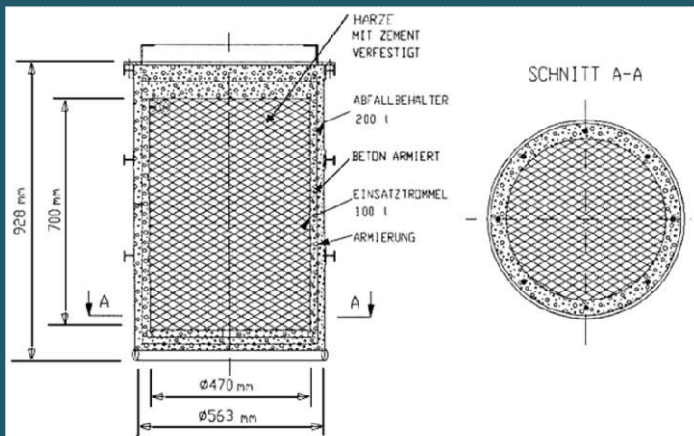
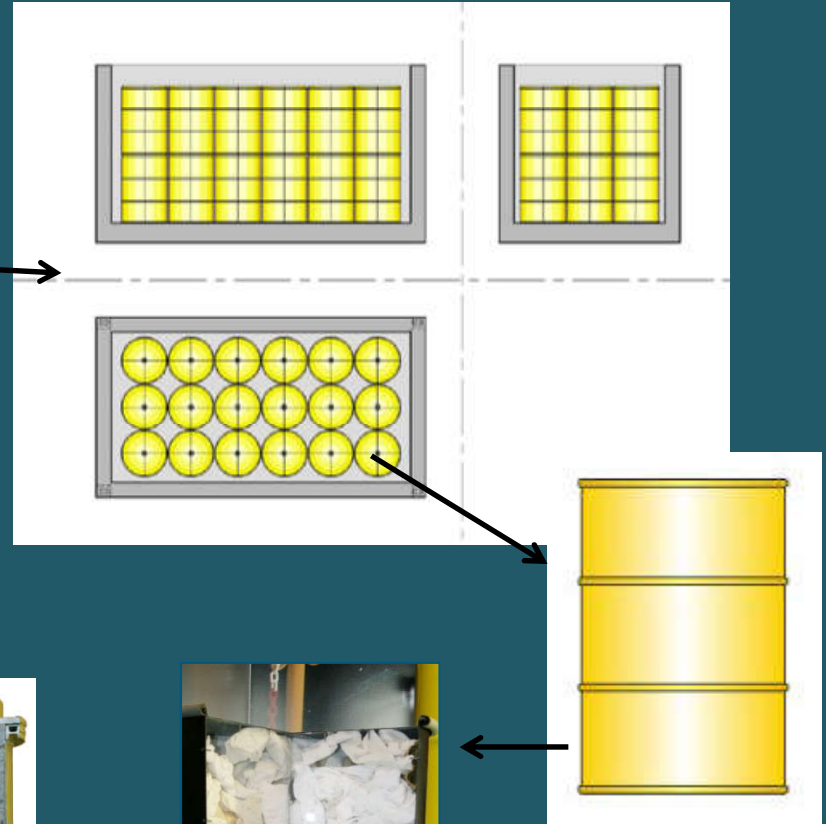
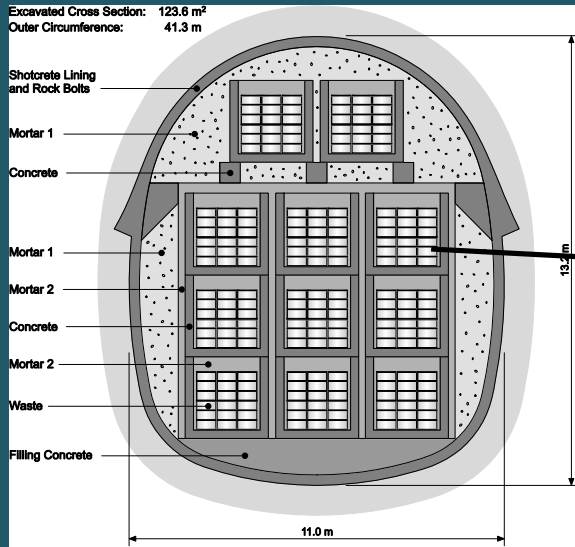
Kis- és Közepes Aktivitású Radioaktív Hulladékok (LILW) gáztermelése kapcsán:

- Meg kell ismerni a gázképződés folyamatait, hogy elkerülhető legyen **(gáz)robbanásveszélyes szituációk kialakulása.**
- Meg kell ismerni a gázképződés folyamatait, hogy elkerülhető legyen jelentős **radioaktív kijutás/szennyezések elkerülése.**
- Meg kell ismerni a várható gáznyomás-növekedést, hogy számolni lehessen a **befogadó kőzet deformációjával a lezárást követően.**

Az Isotopetch Zrt és MTA Atomki eddigi vizsgálatai a témában:

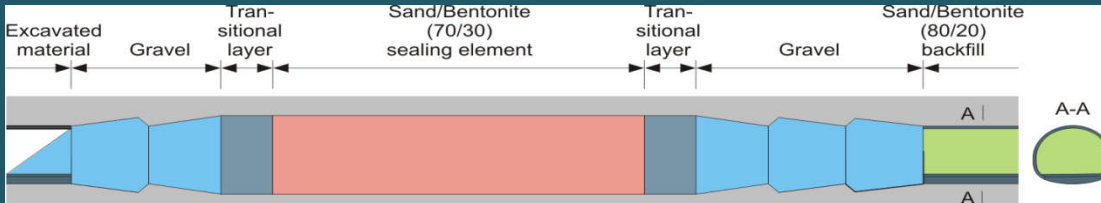
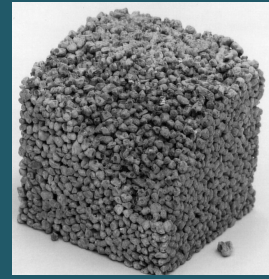
- Molnár M. et al. **Gas formation in drum waste packages of Paks NPP.** Proceedings of International Conference, Nuclear Energy in Central Europe 2000. Bled, Slovenia, 11-14 Sept., 2000 (CD-ROM) (2000)1008
- Szántó Zs. et al. **Near field issues: Investigation of gas generation in situ (IAEA-CN-87/42P).** International Conference, Management of Radioactive Wastes from Non-Power Applications - Sharing the Experience. Malta, 5-9 November, 2001. Vienna, IAEA. (IAEA-C&S Paper Series-15/CD) (2002)397-
- Molnár M.: **Kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék-tárolók gázterének vizsgálata.** Doktori (PhD) értekezés. Témavezető: Kiss Á.Z. (in Hung.) Debrecen, Debreceni Egyetem (2003)98-
- Molnár M. et al. **Study of gas generation in real L/ILW containers.** Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 286 (2010)745-750
- Palcsu L. et al. **Detection of tritium and alpha decaying radionuclides in L/ILW by measurements of helium isotopes.** Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 286 (2010)483-487

A svájci LILW kezelés



Területek,
melyek a
mikrobák
növekedésének
kedveznek

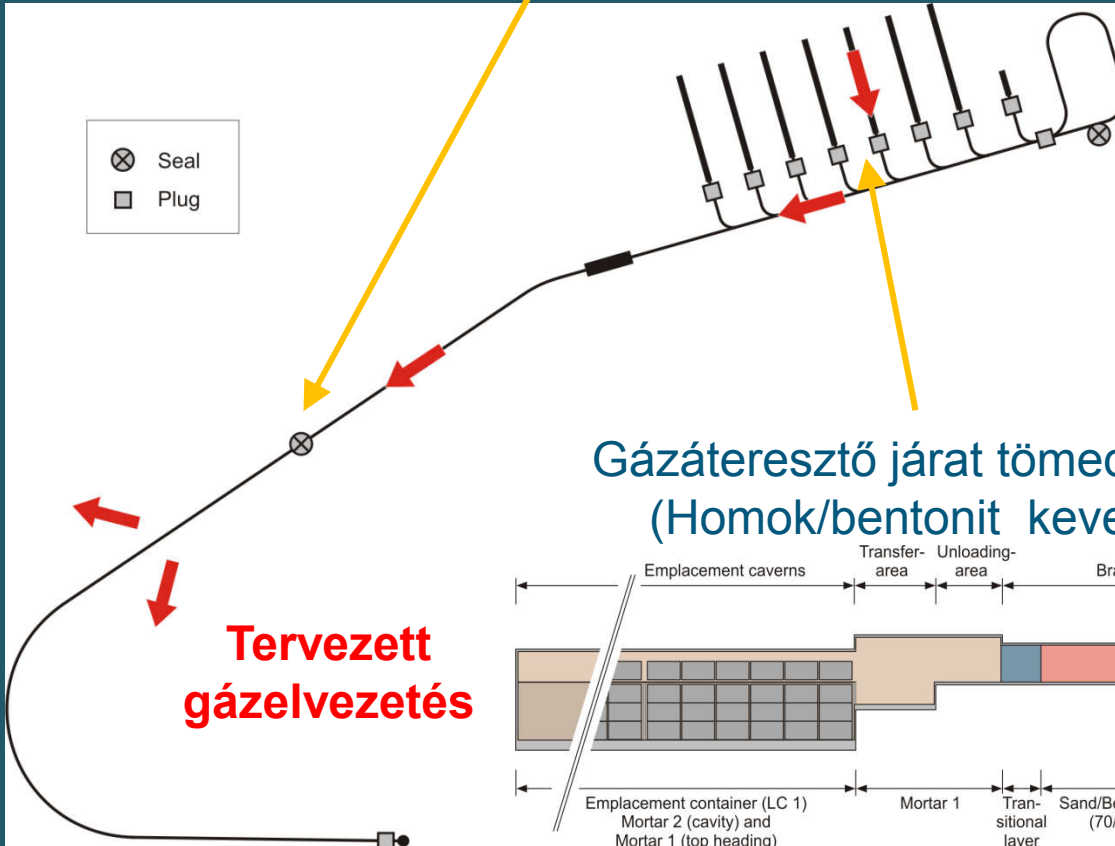
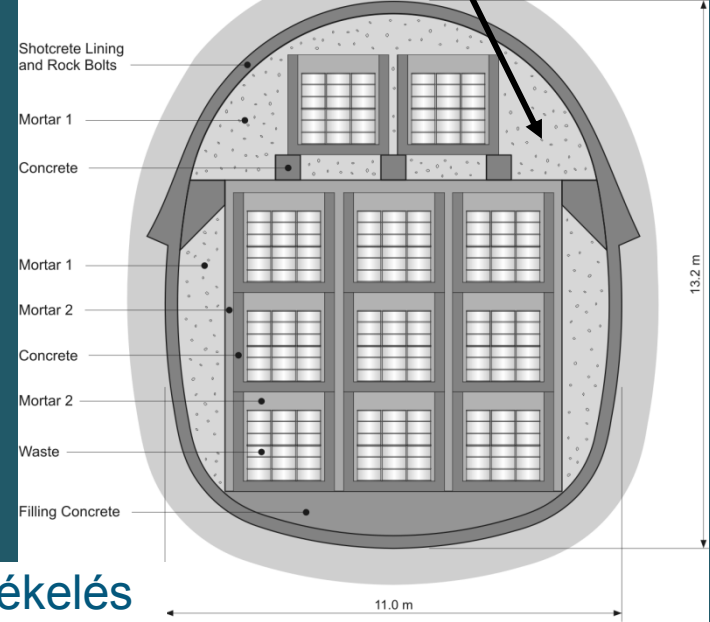
A svájci LILW kezelés



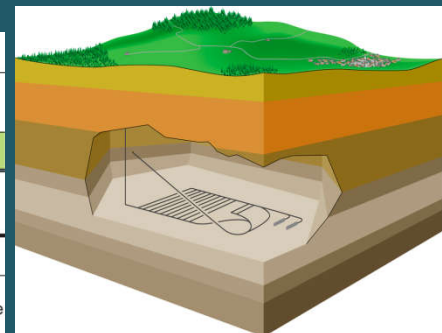
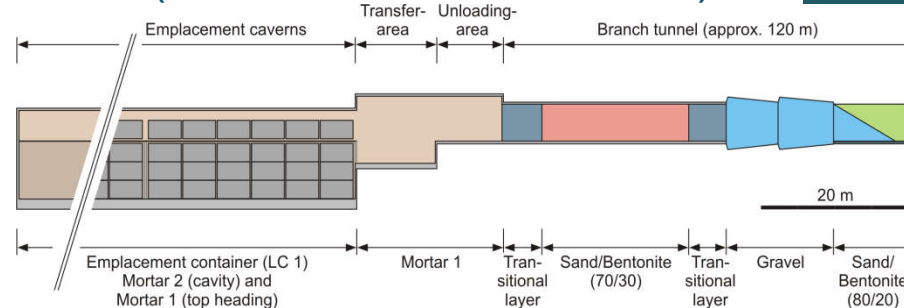
Gázáteresztő tároló lezárás (homok/bentonit mix)

Nagy porozitású cement kitöltés

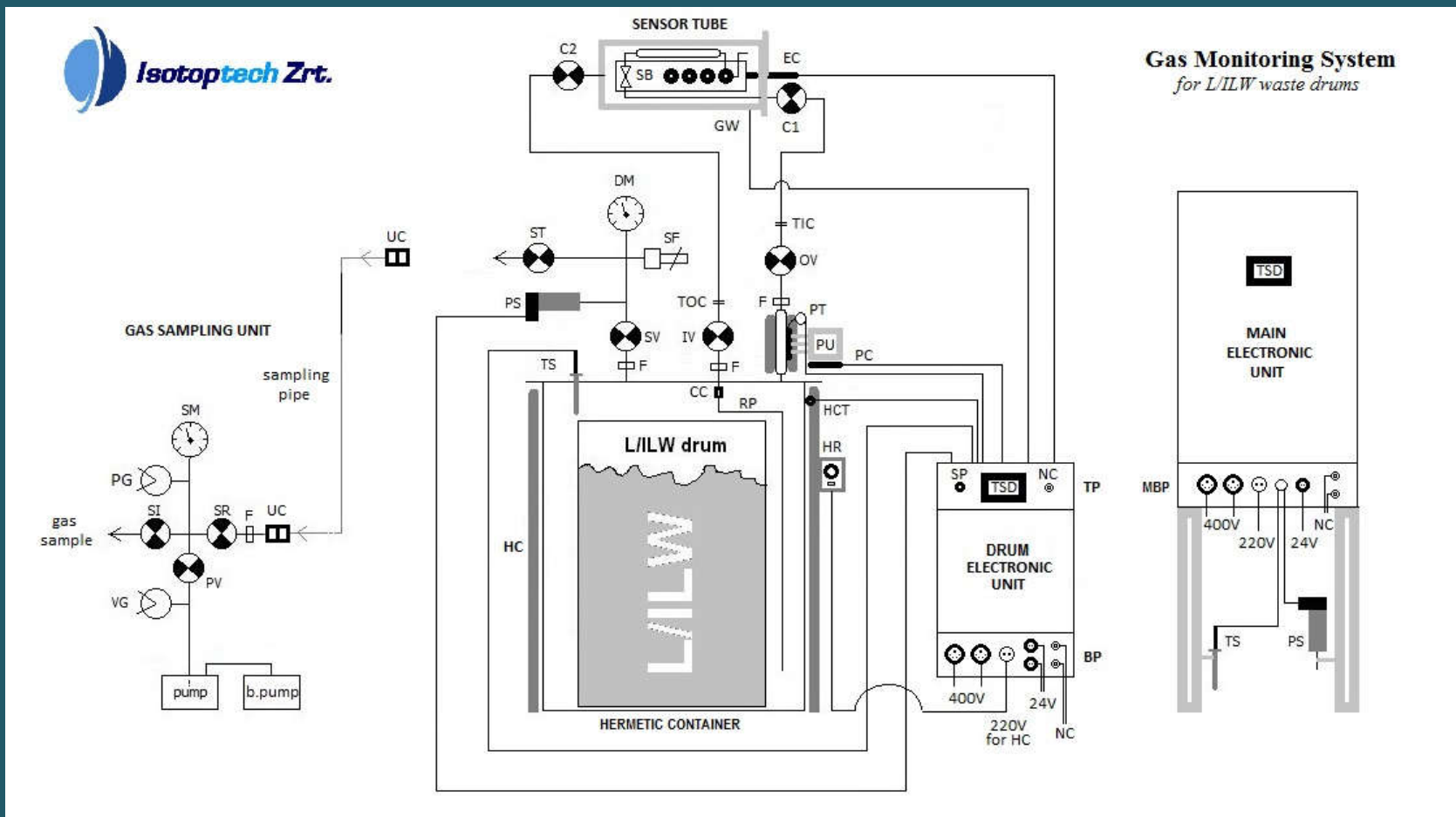
Excavated Cross Section: 123.6 m²
Outer Circumference: 41.3 m



Gázáteresztő járat tömedékelés (Homok/bentonit keverék)



Gázképződés Mérő Rendszer kialakítása



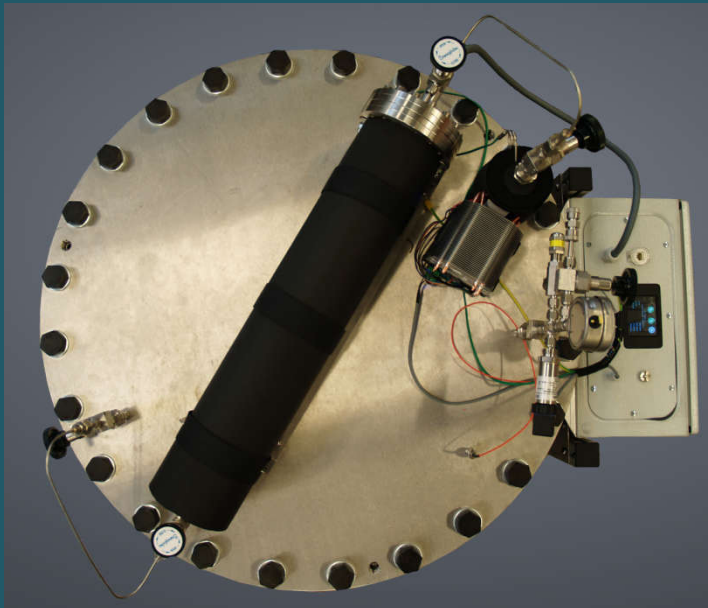
Elvárások:

Inert/rozsdamentes komponensek, gáz-/vákuum-tömör kialakítás, fűthető (50 °C fokig), gáz-mintavételi lehetőség és erre egység, on-line nyomás és hőmérséklet mérés, on-line gázmérés néhány gázra (gázsárítással, H₂O, CO₂, CH₄, O₂), távfelügyelet

Gázképződés Mérő Rendszer kialakítása

Felépítés:

- Gáztömör tartály
- Szenzorokat tartalmazó tubus
- Kijelzős elektronikai vezérlő
- Központi elektronikai egység
- Mintavételi egység



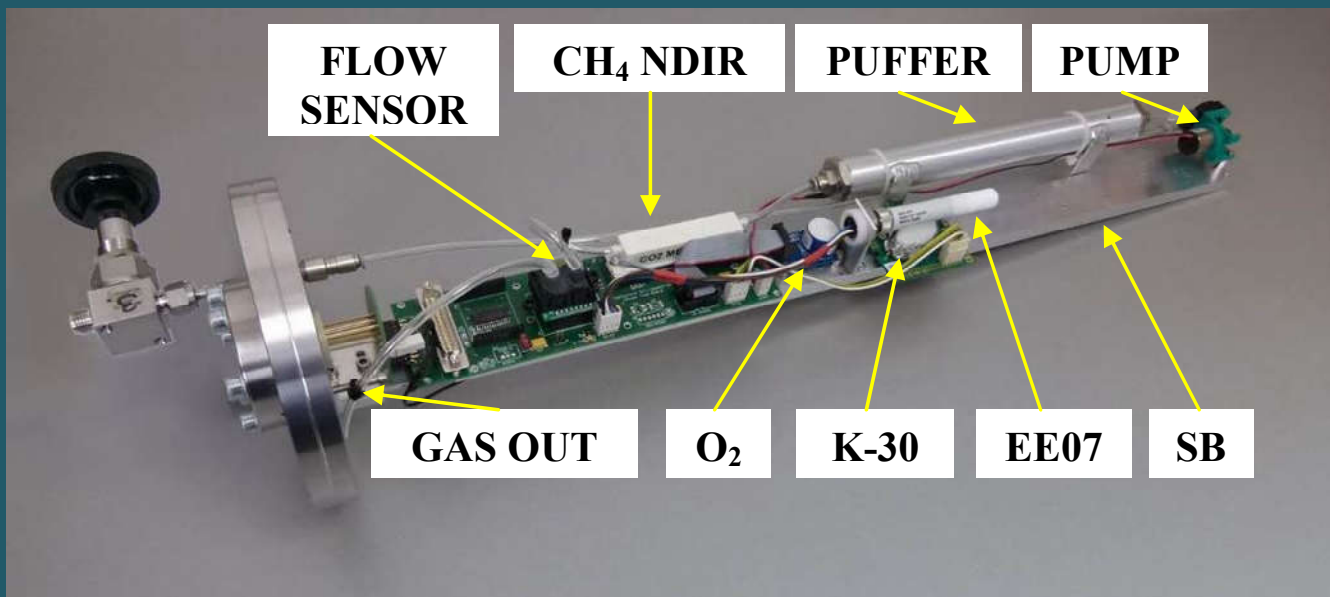
Gázképződést mérő rendszer

Az on-line gázmérés a tartályokból

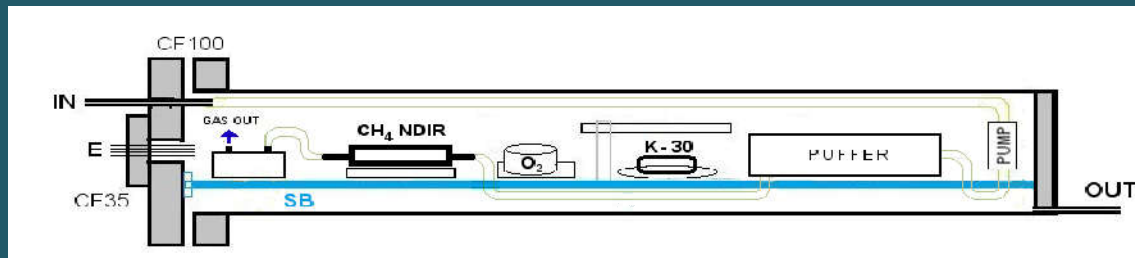
A hulladékokban képződő gázok helyszíni mérését a tubusban lévő szenzorok végzik .

5 féle szenzor található meg a tubusban:

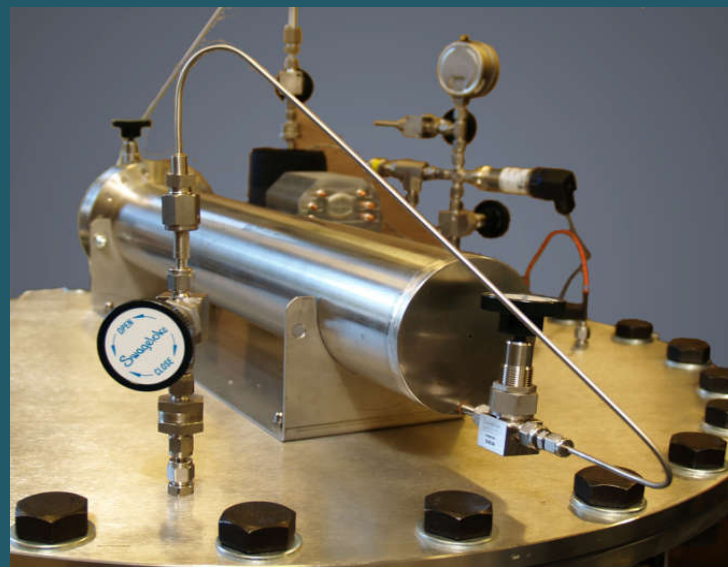
- K-30-as CO₂ szenzor (0,01 – 1,0%)
- MH-Z92 CH₄ és CO₂ szenzor (0,1%-100%)
- UV Flux Oxigén szenzor (0-30 %)
- Hőmérséklet és páratartalom mérő szenzor
- Áramlásmérő szenzor (0-2000 ml/min)



Mérés elve

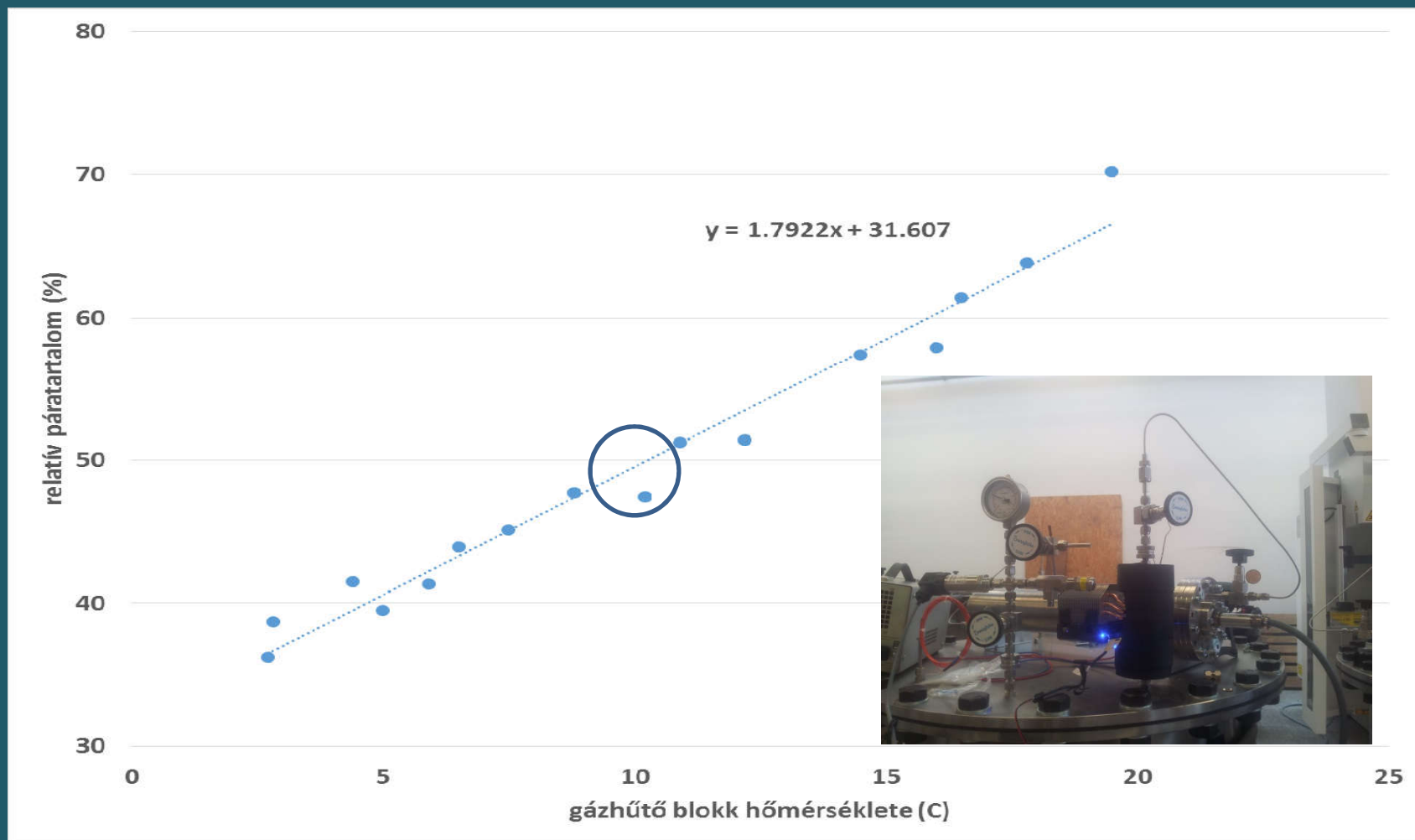


- A tubusban lévő pumpa keringteti a gázt a tartály és a tubus között
- A bemeneti oldalon szűrőn átvezetett gázok a kimeneti oldalon a tartály aljára egy csövön keresztül visszajutnak
- A tényleges mérés a tubusban a szenzorok által történik a mért adatok pedig a kijelzőn láthatóak
- A gáz visszaáramlás a tartályba nyomáskiegyenlítéssel megy végbe
- Páratartalom problémakörének megoldását egy Peltier hűtőegység beépítésével értük el



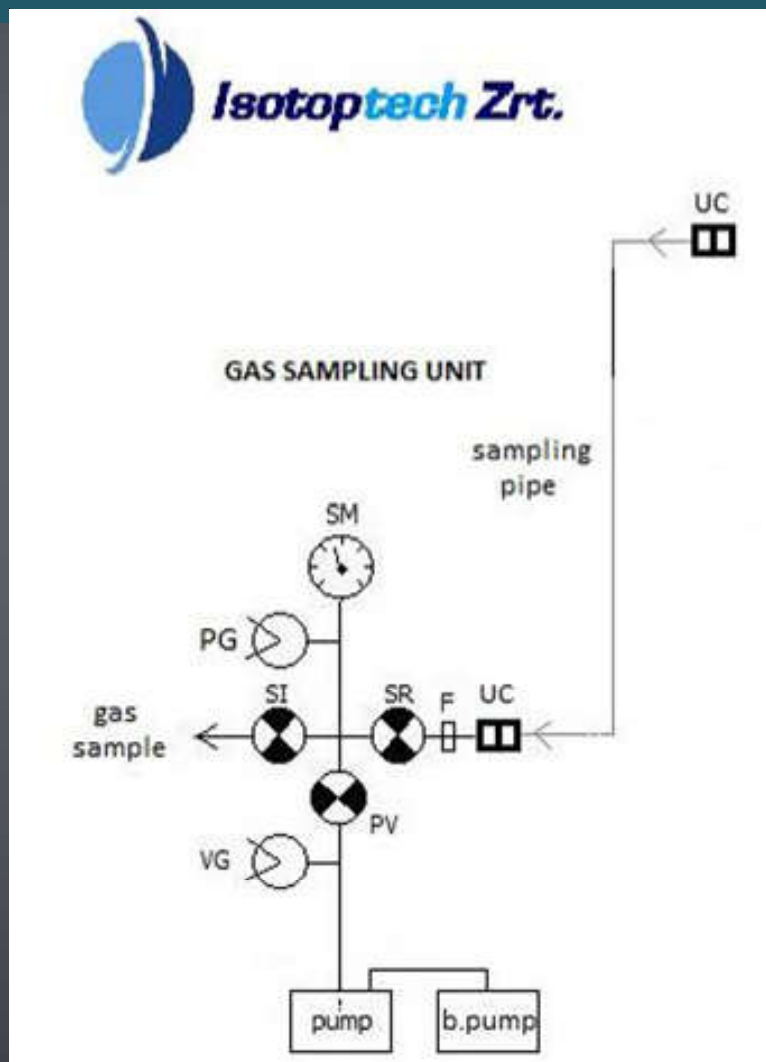
Gázzárítás a szenzorok védelme érdekében

Peltier hűtőelem optimális áramerősségének meghatározása



A tubusban mért relatív páratartalom alakulása a gázhűtő blokk hőmérsékletváltoztatása függvényében

Gázmintavételi egység

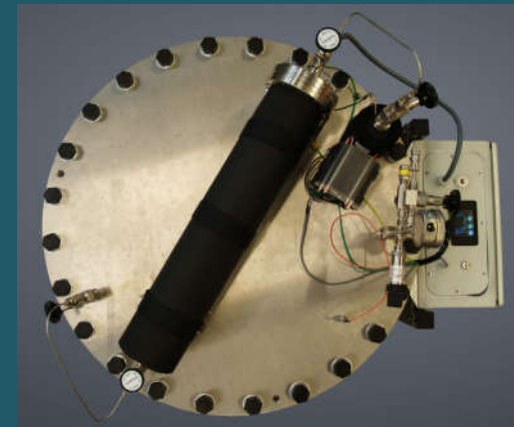
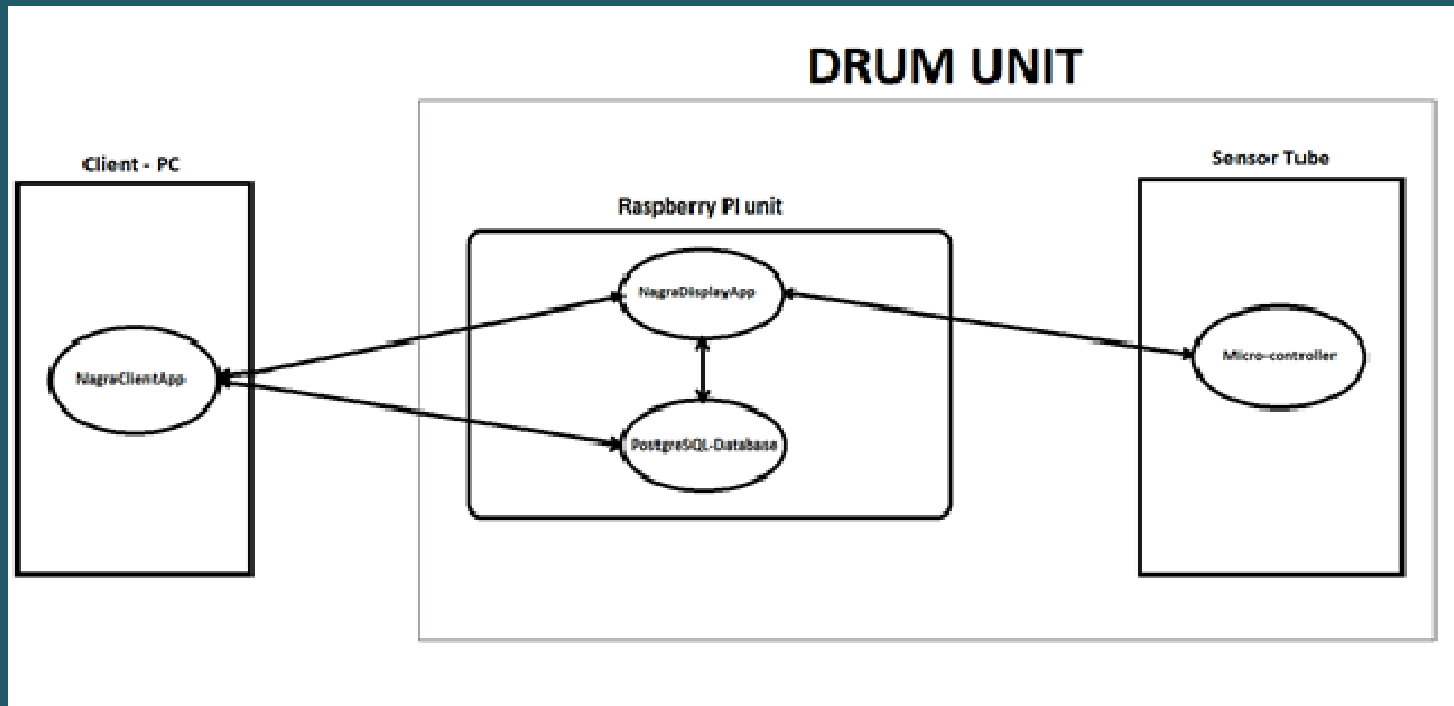


Vákuumrendszerrel ellátott gázmintavevő egység, mellyel nyomásmérés mellett 1L-es fém lombikokba lehet átfejtetni gázt a tartályokból laboratóriumi off-line mérésekhez

Mérés vezérlés, adatbázis, távoli elérés

Szoftverek:

- Szenzor kezelés, mérés
- Kommunikáció/ kalibráció, vezérlés
- Adatbázis kezelő és tárolás
- On-line lekérdezés/ kommunikáció



Mérési adatok gyűjtése adatbázisba












12 féle mért értéket gyűjt konfigurálható protokoll szerint, szenzort kalibrál, kalibrációs adatokat is menti, az adatbázisba mentett minden adat távolról is elérhető, vizualizáció

NAGRA Drum Monitoring System --- Client Application

File Serial Operation Mode Calibration Database Help

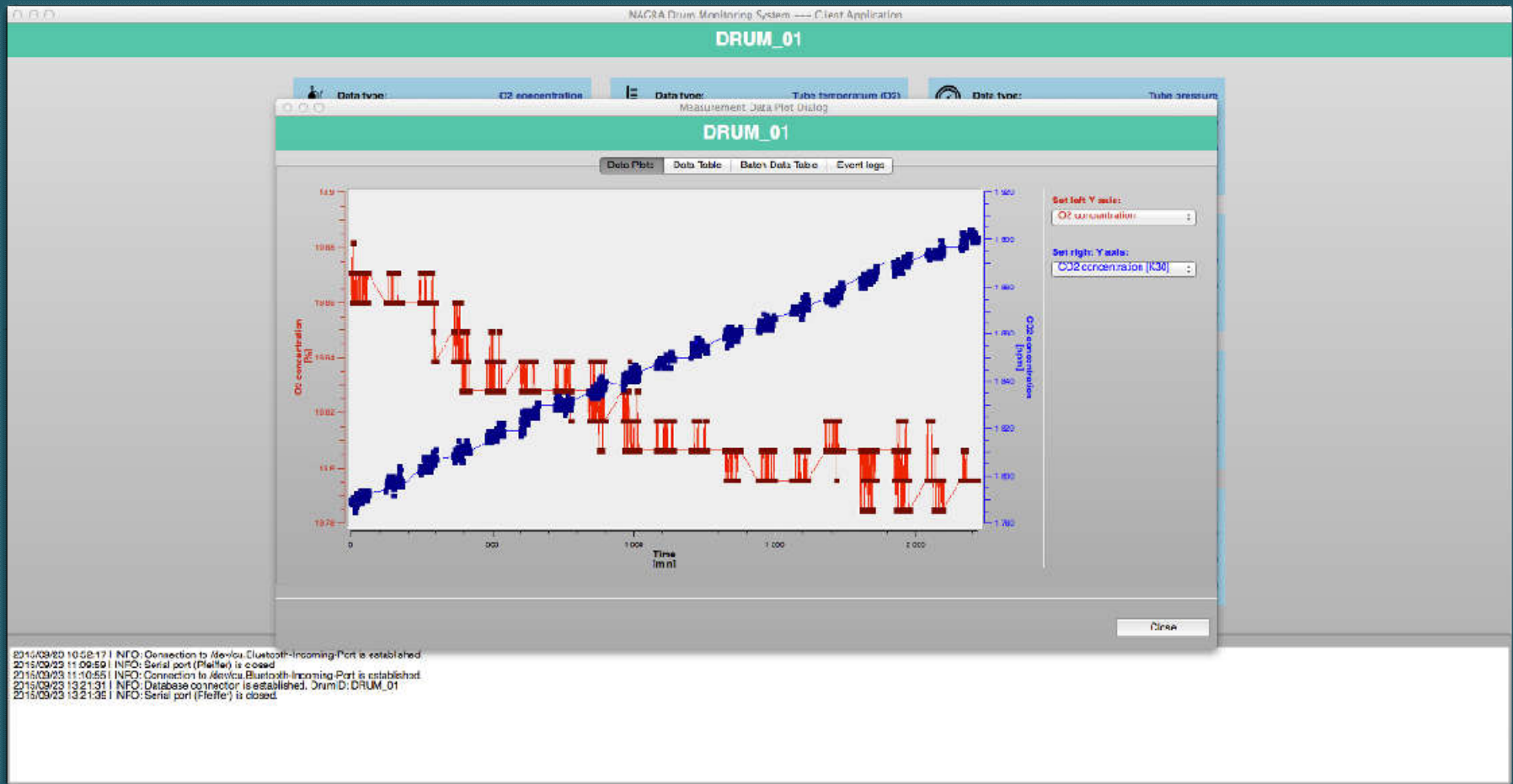
Measurement protocols
Edit Actual Protocol List
Manage Measurement Protocols

DRUM_01

 Data type: O2 concentration First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9353	 Data type: Tube temperature (O2) First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9353	 Data type: Tube pressure First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9353
 Data type: CO2 concentration (K30) First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9473	 Data type: Tube temperature (EE) First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9467	 Data type: Tube humidity First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9457
 Data type: CO2 concentration (MHZ) First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9468	 Data type: Drum temperature First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9480	 Data type: Tube flowrate First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9461
 Data type: CH4 concentration First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9464	 Data type: Heater temperature First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9463	 Data type: Drum pressure First data: 2015/09/13 12:00 Last data: 2015/09/29 12:59 Data number: 9480

Mérési adatok gyűjtése adatbázisba

12 féle mért értéket gyűjt konfigurálható protokoll szerint, szenzort kalibrál, kalibrációs adatokat is menti, az adatbázisba mentett minden adat távolról is elérhető, vizualizáció



Telepítés

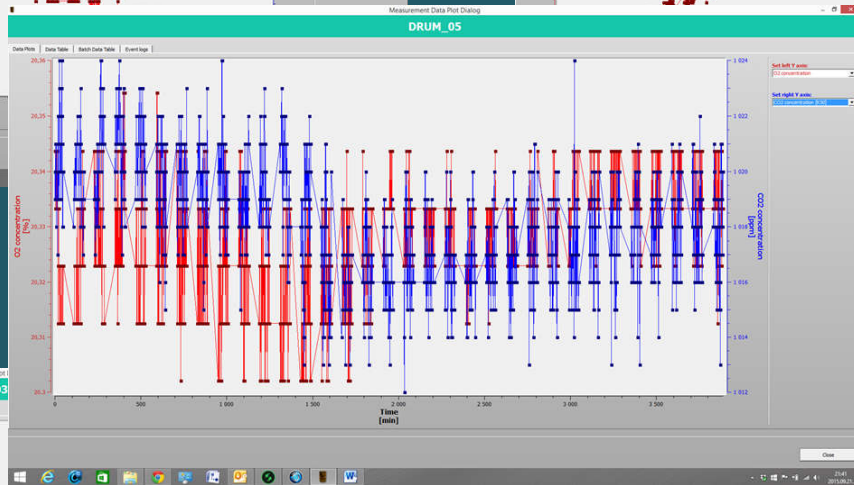
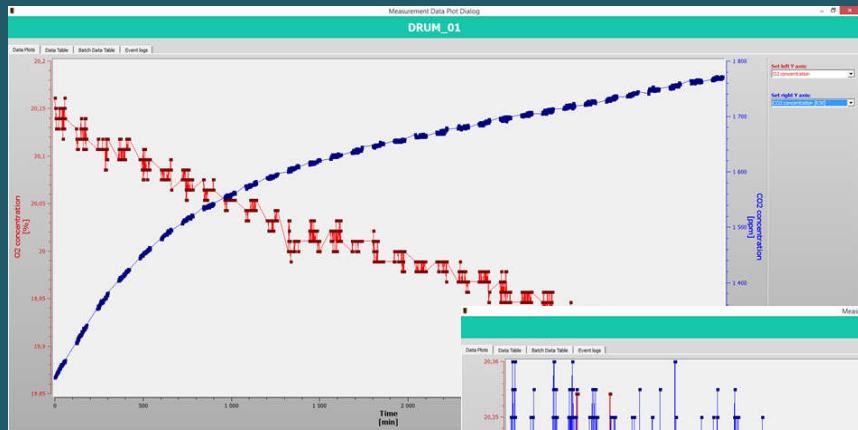
A rendszer telepítése sikeresen megtörtént (2015.09.19.) Zwilag, Svájc



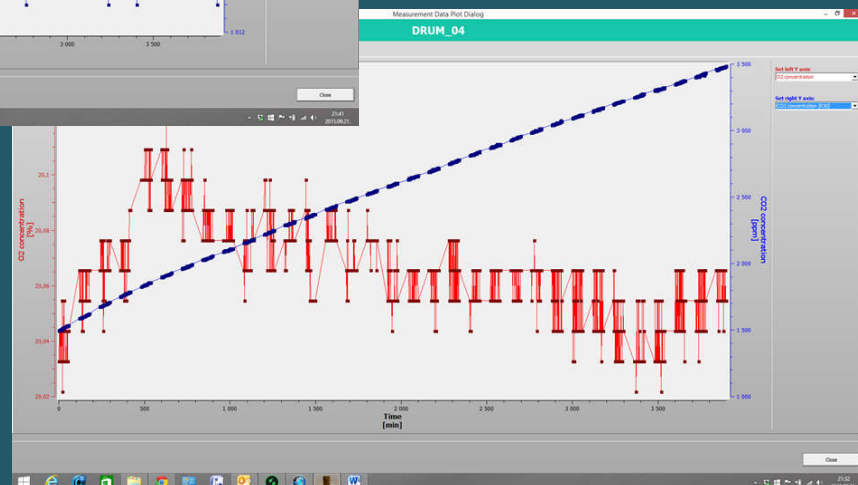
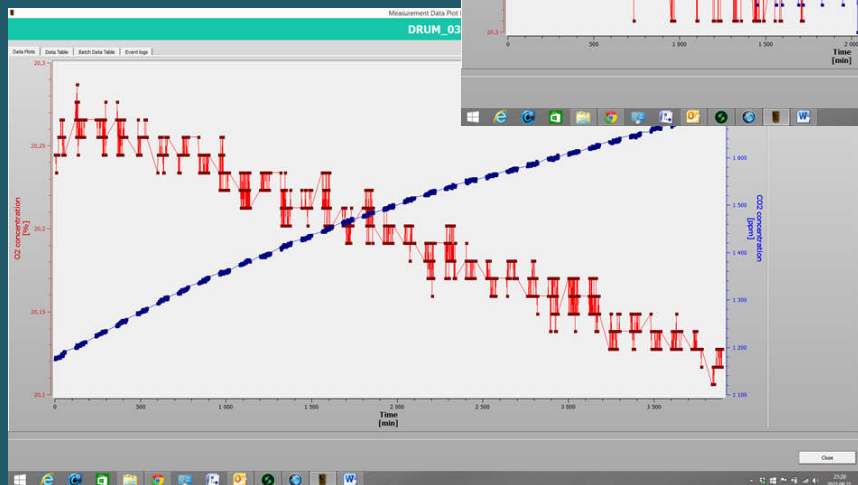
4 tartályba kondicionált inaktív modellhulladékos hordó került, egy referencia hordó üres.

Már az első 3 napban...

...mérhető gázfejlődés minden modellhulladékos hordóban, míg az üres referenciában nem



← Üres ref. hordó



Az elmúlt 8 hónapban:

Máig (komoly) fennakadás nélkül üzemel a Zwilag telephelyen, Svájcban.

Tartály kód	Tartály nyomás (mbar)	Tartály hőmérséklet C	CO2 konc. [%]	CH4 konc. [%]
D1	1014	32.4	2	0.4
D2	1277	32.8	0.2	2.2
D3	966	32.0	1.4	0.9
D4	1002	31.7	2.3	0
D5 ref.	991	32.0	995 ppm	0

A hőmérsékletek nem térnek el jelentősen a külső hőmérséklettől.

Van olyan hordó, amiben majdnem 30%-kal megnőtt a nyomás.

A referenciahordóban a gázösszetétel lényegében nem változott.

Egyes hordókban jelentős CO₂ és CH₄ mennyiség halmozódott fel a > 100L feletti szabad gáztérben.

Naponta 2 alkalommal minden on-line mért adat adatbázisba mentve.

Egyetlen O₂ szenzort kellett cserélni.

Összefoglalás

- Megrendelést kaptunk egy Kis-és Közepes aktivitású radioaktív hulladékos hordókat vizsgáló Gázképződés mérő rendszer megépítésére (5 tartállyal).
- Inert/rozsdamentes komponensek, gáz-/vákuum-tömör kialakítás, fűthető (50 °C fokig), gáz-mintavételi lehetőség és erre egység, on-line nyomás és hőmérséklet mérés, on-line gázmérés néhány gázra (gázszáritással, H₂O, CO₂, CH₄, O₂), távfelügyelet.
- 12 féle mért értéket gyűjt konfigurálható protokoll szerint, szenzort kalibrál, kalibrációs adatokat is menti, az adatbázisba mentett minden adat távolról is elérhető, vizualizáció.
- A rendszer telepítése sikeresen megtörtént (2015.09.19.) Zwilag, Svájc.
- Már az első 3 nap után mérhető gázfejlődés volt detektálható minden modellhulladékos hordóban, míg az üres referencia hordóban nem.
- Azóta (komoly) fennakadás nélkül üzemel a Zwilag telephelyen, Svájcban.
- Van olyan hordó, amiben majdnem 30%-kal megnőtt a nyomás.
- A referenciahordóban a gázösszetétel lényegében nem változott.
- Egyes hordókban jelentős CO₂ és CH₄ mennyiség halmozódott fel a > 100L feletti szabad gáztérben.
- Naponta 2 alkalommal minden on-line mért adat adatbázisba mentve.

Köszönöm a figyelmet!

