



# ROBBANÁSBIZTONSÁG-TECHNIKA ALKALMAZOTT POROK ISMERETE

Dr. Siménfalvi Zoltán

Miskolci Egyetem – Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet



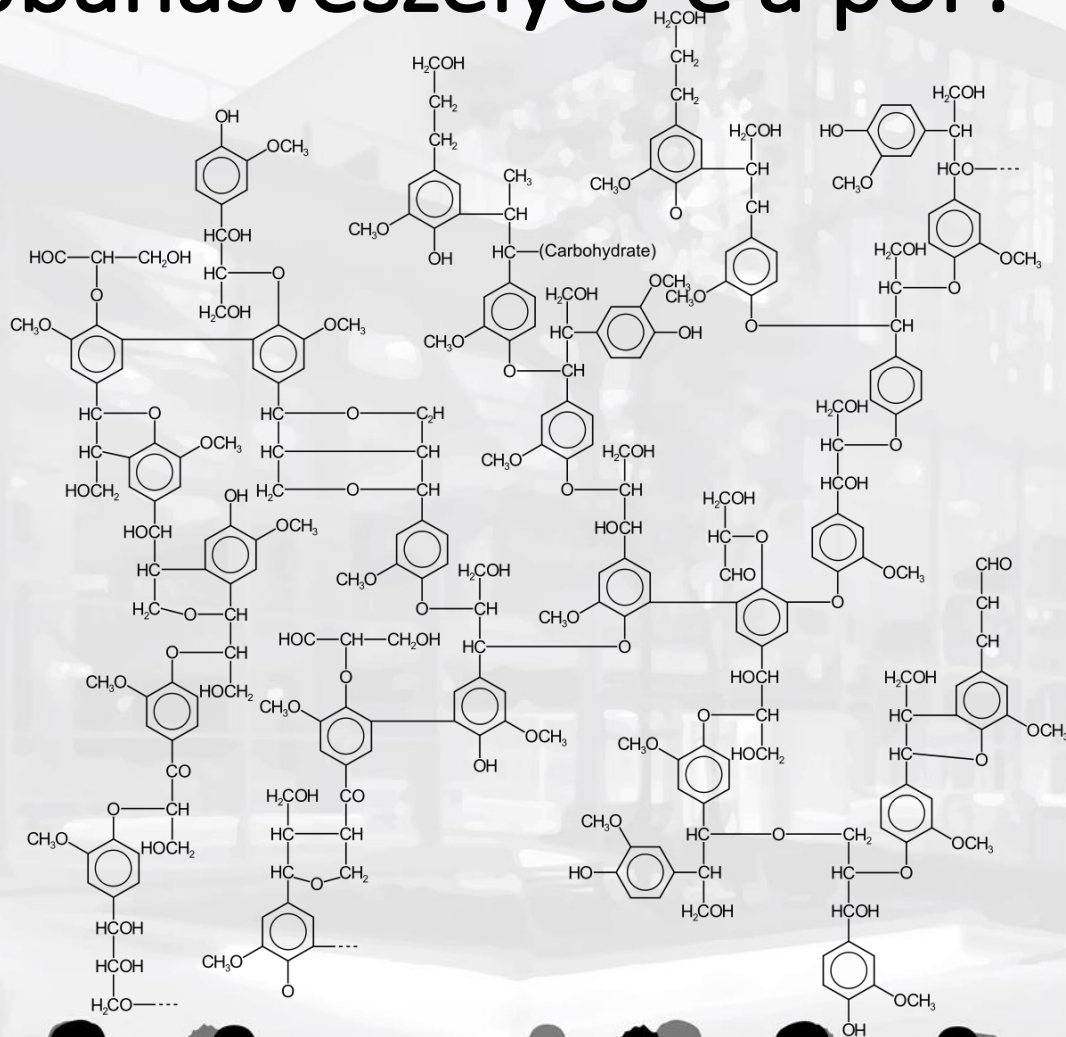
# Robbanásveszélyes-e a por?

Dust Explosions occur when all five of the legs of the Dust Explosion Pentagon are present.

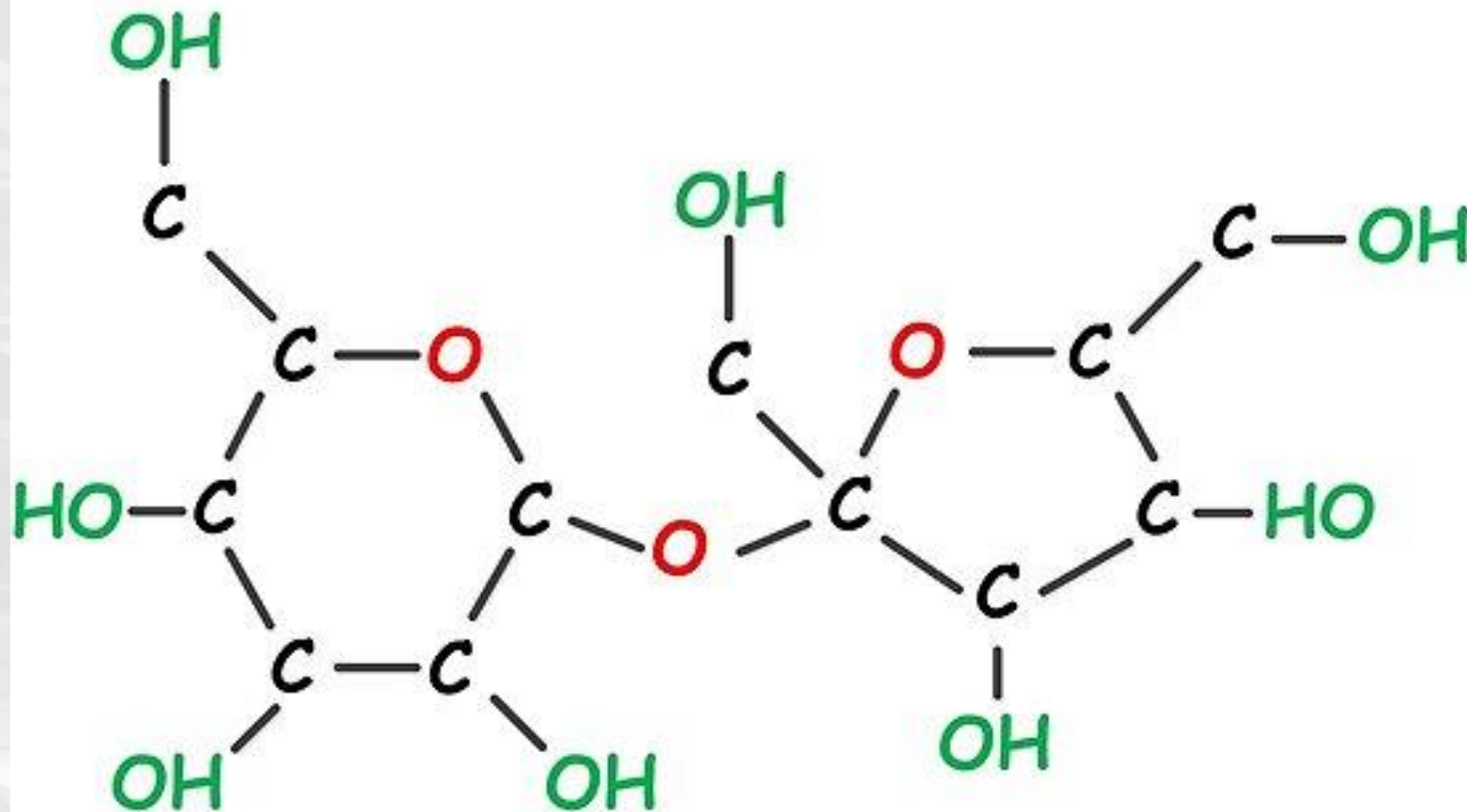
- **Fuel** – Combustible Dusts serve as fuel for combustion. Examples include grain dust, plastics, cornstarch, coal, wood dust, and metals.
- **Oxygen** – Air is the most common oxidizing medium. O<sub>2</sub> must be present in sufficient concentration to support the combustion.
- **Dispersion** – A suspended cloud of explosive dust with sufficient concentration will allow combustion to occur more rapidly than in a layer.
- **Confinement** – A suspended dust cloud must be enclosed in order to build pressure that is characteristic of a dust explosion. Without confinement, the rapid combustion is a Flash Fire.
- **Ignition** – Ignition source is often the only leg of the pentagon not readily present. Possible ignition sources include open flame, hot surfaces, static or electrical discharges, and heat from friction or mechanical impact.



# Robbanásveszélyes-e a por?



# Robbanásveszélyes-e a por?



# Robbanásveszélyes-e a por?



## Material Safety Data Sheet

CS: 1.4.93

Page: 2 of 5

Infosafe No™ 8AC2S

Issue Date : February 2010

ISSUED by SUGAR

Product Name **WHITE SUGARS (CRYSTALLINE)**

### Hazards from Combustion

With heat, product burns/oxidises to form carbon, carbon monoxide and or carbon dioxide, and smoke.

### Products

### Specific Hazards

Airborne sugar dust can explode under certain conditions of temperature and humidity and in the presence of an ignition source when the concentration exceeds 25 grams per cubic metre. Intrinsically safe dust extraction systems, cleaning procedures, electrical earthing and other safety measures must be used to avoid the risk of explosion. Incompatible with strong oxidising agents.

## 9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

<b>Physical and Chemical Properties</b>	Physical and Chemical Properties given below relate to Crystalline Sugar (Sucrose)
<b>Appearance</b>	White crystalline solid
<b>Odour</b>	Sweet odour
<b>Melting Point</b>	160-186°C
<b>Boiling Point</b>	Decomposes with heat.
<b>Solubility in Water</b>	2 kg per litre
<b>Specific Gravity</b>	1.59
<b>pH Value</b>	Not available
<b>Vapour Pressure</b>	Not applicable
<b>Vapour Density (Air=1)</b>	Not applicable
<b>Evaporation Rate</b>	Not applicable
<b>Flash Point</b>	Not applicable
<b>Flammability</b>	Combustible, product will burn in surrounding fire situation.
<b>Auto-Ignition Temperature</b>	500°C
<b>Flammable Limits - Lower</b>	Combustible
<b>Flammable Limits - Upper</b>	Combustible
<b>Molecular Weight</b>	342
<b>Explosion Limit - Lower</b>	25-45 g/m <sup>3</sup>
<b>Solubility in other solvents (kg/m<sup>3</sup>)</b>	Not applicable
<b>Other Information</b>	For further information refer to Sugar Australia's 'White Sugar Properties'.

GESTIS-DUST-EX

GESTIS-DUST-EX

GESTIS-DUST-EX

Search

Search

Search

Home > Results > Detailed information

Home > Results > Detailed information

Home > Results > Detailed information

### Detailed information on: Sugar (+ 5480)

characteristic	
+ Particle size <250 µm [% by weight]	100
+ Particle size <125 µm [% by weight]	98
+ Particle size <63 µm [% by weight]	77
+ Particle size <32 µm [% by weight]	49
+ Median Value [µm]	34
+ Moisture Content [% by weight]	0,2
+ Lower Ex-Limit [g/m <sup>3</sup> ]	60
+ Max.Ex-Overpressure [bar]	8,2
+ K <sub>St</sub> Value [bar m/s]	90
+ Explosibility	St 1
+ Minimum Ignition Energy [mJ]	10/30
+ Ignition Temperature BAM [°C]	360
+ Combustibility BZ	2(5)

### Detailed information on: Sugar (+ 2099)

characteristic	
+ Particle size <71 µm [% by weight]	84
+ Particle size <32 µm [% by weight]	50
+ Particle size <20 µm [% by weight]	20
+ Median Value [µm]	32
+ Lower Ex-Limit [g/m <sup>3</sup> ]	30
+ Max.Ex-Overpressure [bar]	9,0
+ K <sub>St</sub> Value [bar m/s]	123
+ Explosibility	St 1
+ Ignition Temperature G-G [°C]	480
+ Glowing Temperature [°C]	n.g.u.450

### Detailed information on: Sugar (+ 229)

characteristic			
+ Particle size <250 µm [% by weight]		100	
+ Particle size <71 µm [% by weight]	79		
+ Particle size <63 µm [% by weight]		100	
+ Particle size <32 µm [% by weight]	52		
+ Particle size <20 µm [% by weight]	40		
+ Median Value [µm]	30	<30	<30
+ Lower Ex-Limit [g/m <sup>3</sup> ]			100
+ Max.Ex-Overpressure [bar]	8,5		
+ K <sub>St</sub> Value [bar m/s]	138		
+ Explosibility	St 1		(St 2)
+ Ignition Temperature G-G [°C]	480		
+ Glowing Temperature [°C]	melts		
+ Combustibility BZ			2(3)

# Robbanásveszélyes-e a por?

Test	Standard
KST, Pmax	EN14034 - Part 1:2004, and Part 2:2006 EN 13673-1; EN 13673-2
Minimum Explosible Concentration (LEL)	ASTM E2019, EN14034-3:2006, VDI 2263 Blatt 1 /Part 2.1.1
Minimum ignition energy (MIE)	ASTM E2019-02 and EN 13821; ASTM E582; EU Method A11, VDI 2263 Part 1 and MI 21885/24-1989
Minimum autoignition temperature of dust clouds (MIT)	ASTM E1491, EN 50281-2-1, IEC 61241-2-1
Minimum ignition temperature of a dust layer (LIT)	ASTM E2021, EN 50281-2-1
Limiting Oxygen Concentration - (LOC)	EN 14034-4
Autoignition Temperature of Solids	ASTM E1491; EU Method A.16
BAM fall hammer (impact tester)	EN 13631-4
BAM friction test	ASTM D1894, ASTM D202, ASTM D4918, ISO 8295
Powder Resistivity Test - fajlagos térfogati ellenállás	EN 61241-2-2; BS 5958 Part1; BS 7506 Part2; ASTM D257
Powder Chargeability - elektrosztatikus feltöltődési hajlam	ASTM D257
Charge Decay Test - töltéscsökkenési idő	ASTM D257; AST D4496; ISO 3915
Éghetőség/égési idő szilárd anyagokra	UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Part III, sub-section 33.2.I.; EU Method A.10; VDI 2263 Blatt 1, Part 1.2.3

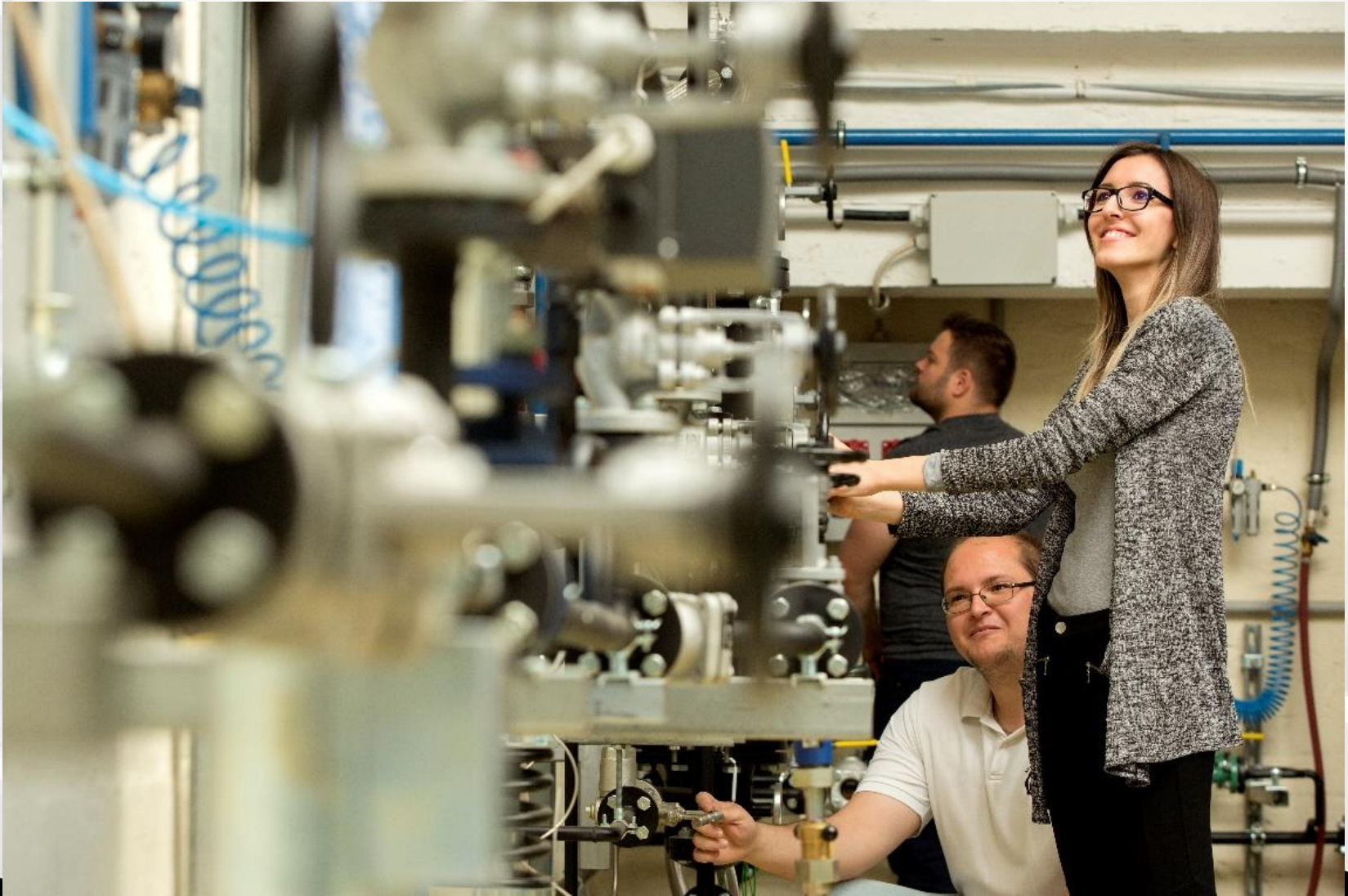


# Vizsgálati háttér – Dustlab (ME-Veproil)

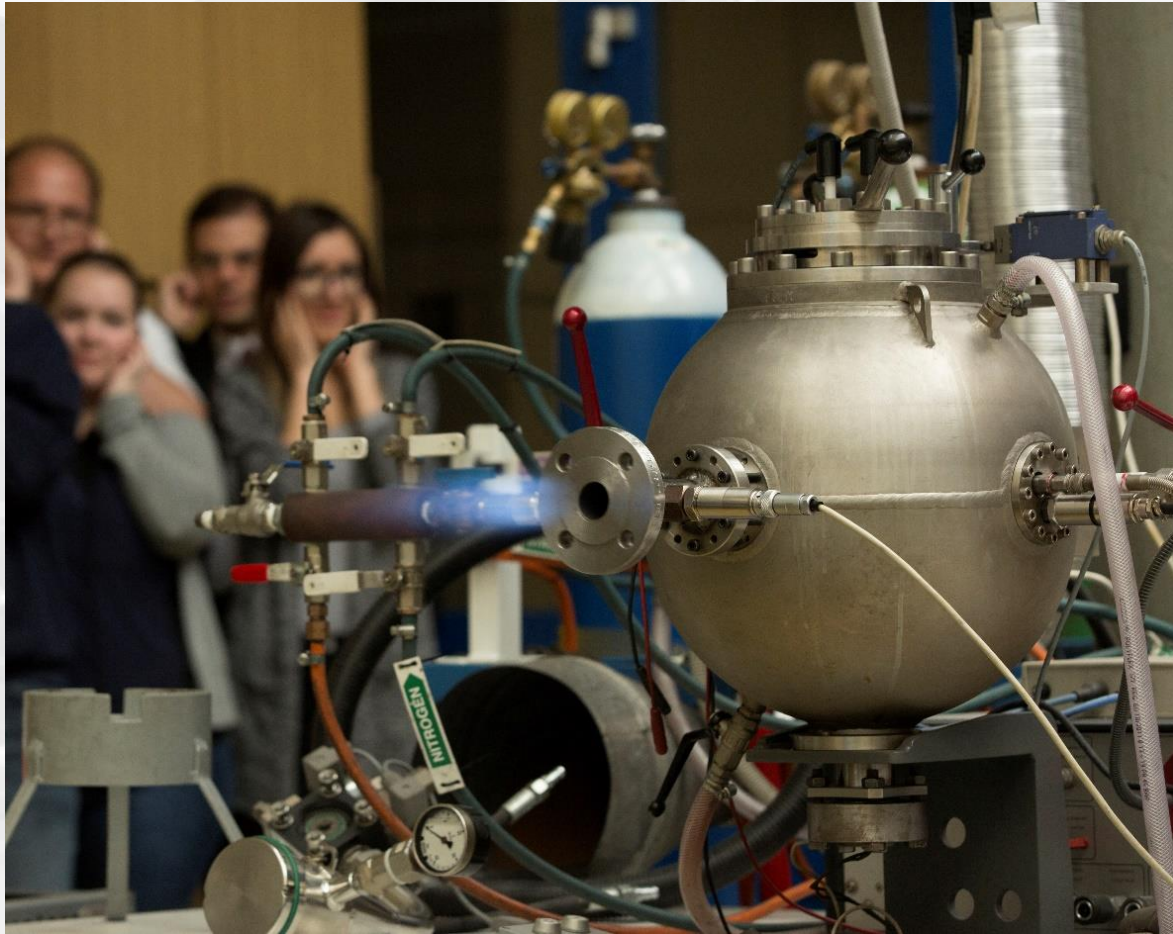
- ❑ BSc, MSc képzés: Gépészmérnöki szak vegyipari gépészeti specializáció
- ❑ Fontos pillér a biztonságtechnika
  - Túlnyomás elleni védelem (biztonsági szelepek, hasadótárcsák)
  - Veszélyes anyagok, kockázatok
  - Rendszerbiztonságtechnika
  - Porok, gázok, gőzök, hibrid keverékek robbanási tulajdonságai
  - Porrobbanás elleni védelem tervezése
- ❑ Tananyagfejlesztés: TÁMOP-4.1.2 Por és gázrobbanás elleni védelem (<http://www.tankonyvtar.hu>)
- ❑ PhD képzés: Robbanás elleni védelemmel ellátott rendszerek elméleti, szimulációs és kísérleti vizsgálata
- ❑ **Biztonságtechnikai Kompetencia Központ (Miskolci Egyetem - SciencePark)**



# Vizsgálati háttér – Dustlab (ME-Veproil)



# Vizsgálati háttér – Dustlab (ME-Veproil)



# Vizsgálati háttér – Dustlab (ME-Veproil)



# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

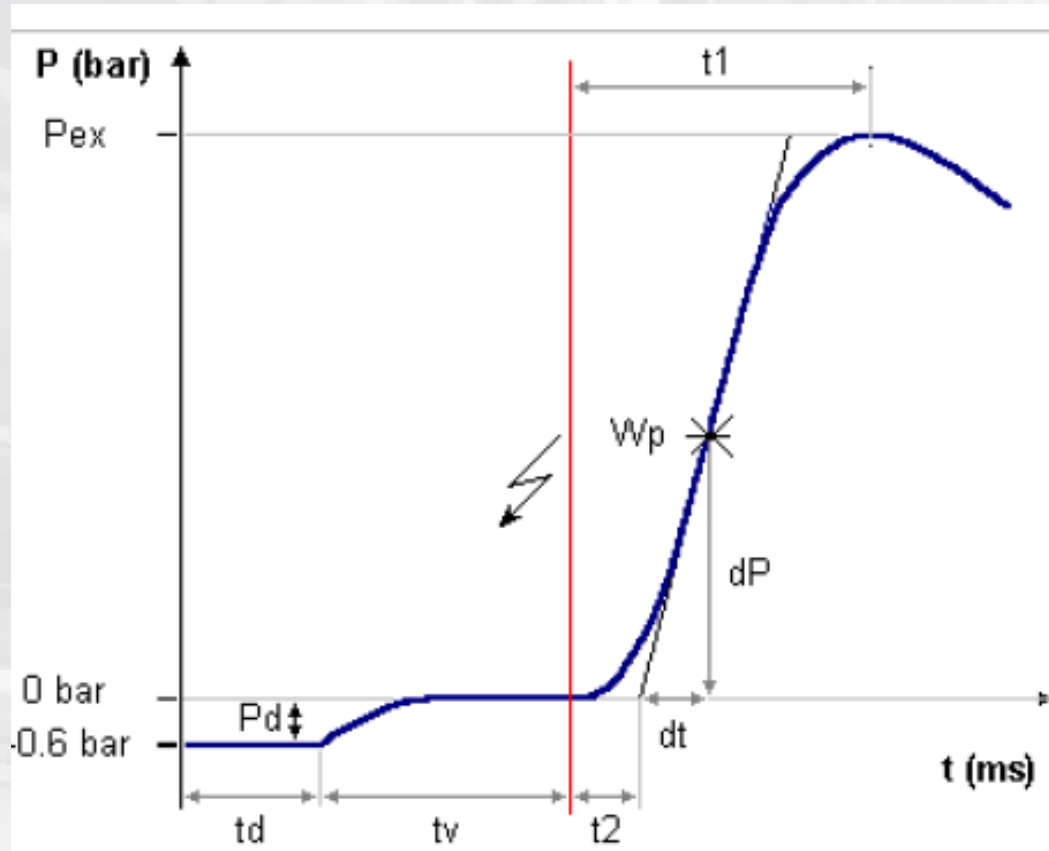
## ☐ Screening Test

- Hartmann cella (1,2 liter; átmérő 70 mm)
- Porkoncentráció 36 - 3000 mg / 1.2 liter (30 - 2500 g/m<sup>3</sup>)
- Gyújtási energia 10 J - folyamatos



# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## □ P<sub>max</sub>, K<sub>st</sub>



# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## □ P<sub>max</sub>, K<sub>st</sub>

- Porrobbanási osztályba sorolás (St 1, St 2, St 3)
- Gyújtóforrás: kémiai gyújtó;  
Gyújtó energia (IE) 2 x 5 kJ  
Gyújtás késleltetés (tv) 60 ms
- Nedvességtartalom meghatározása, szitaanalízis

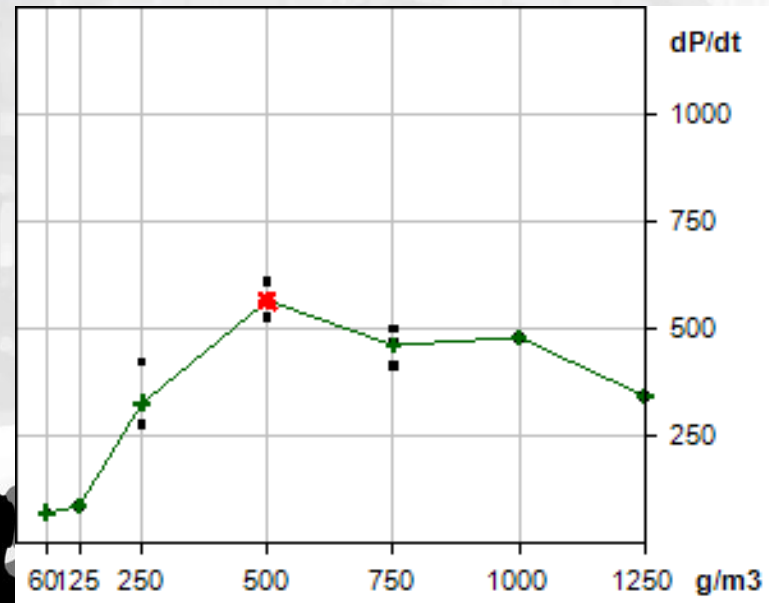
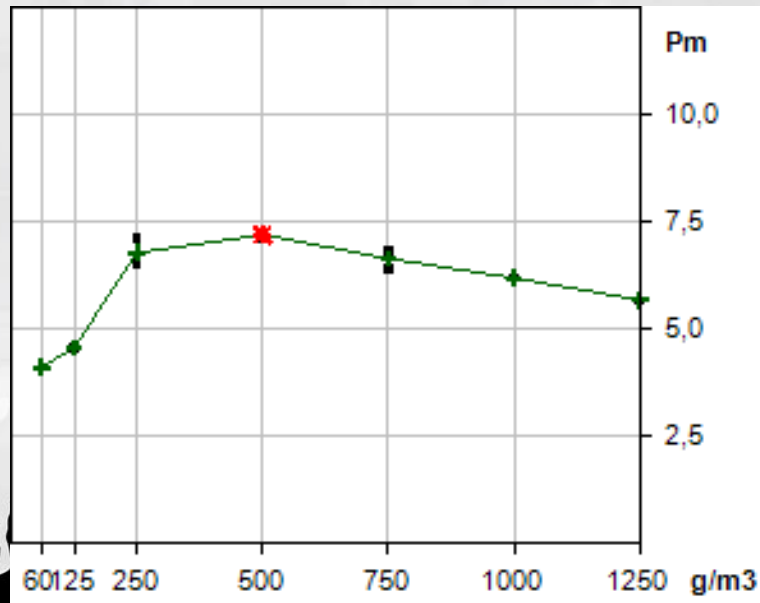
Porrobbanási osztály	Robbanás nyomásnövekedési sebessége [bar m/s]
St1	$0 < K_{\max} < 200$
St2	$200 < K_{\max} < 300$
St3	$K_{\max} > 300$

# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## □ P<sub>max</sub>, K<sub>st</sub> – vizsgálati eredmények

### Explosion Characteristics

Max. explosion pressure:	P <sub>max</sub>	=	7,2 bar	± 10%
Max. rate of pressure rise:	(dP/dt) <sub>max</sub>	=	566 bar / s	± 12%
Product specific constant:	K <sub>max</sub>	=	154 m·bar / s	± 12%

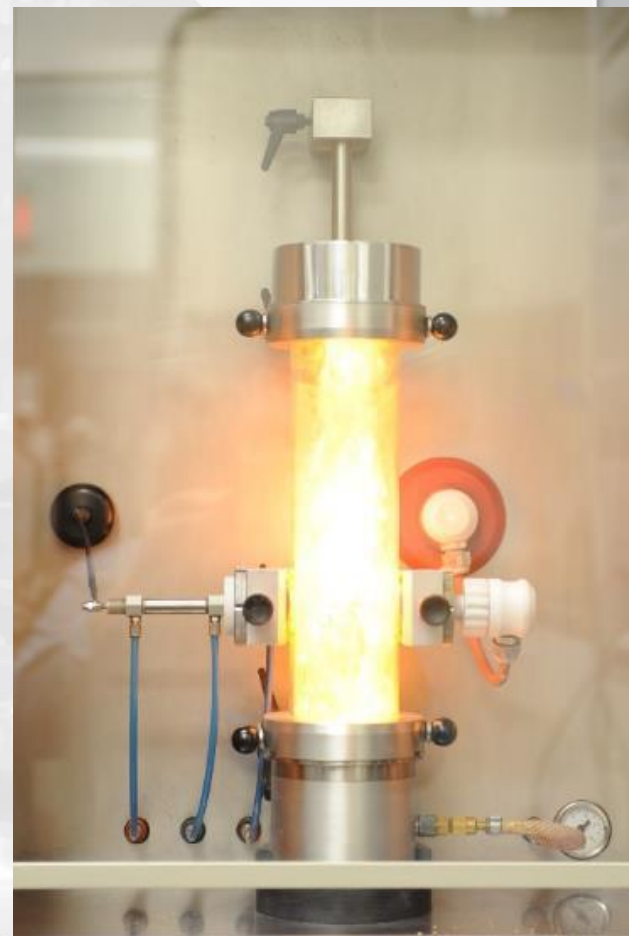




# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## □ MIE

- Minimális gyújtási energia a porfelhő meggyulladásához vezető, kondenzátorban tárolt legkisebb energia. Környezeti feltételek: atmoszférikus nyomás, szobahőmérséklet
- Tesztelt energiaszintek: 1000-300-100-30-10-3-1 mJ
- 10 db sikertelen teszt adja a MIE értékét



# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## □ LIT (Layer Ignition Temperature)

- A vizsgált pormintának át kell hullania a 200 micronos névleges nyílású szitán

Gyulladás akkor következik be ha

- látható izzás vagy lángolás figyelhető meg,
- legalább 450°C hőmérséklet mérhető,
- a forró felülethez képest 250K melegedés tapasztalható.



# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## Porrobbanás veszélyessége függ

- a) a por fizikai és kémiai tulajdonságaitól;
- b) a por koncentrációjától a por-levegő keverékben;
- c) a por-levegő keverék homogenitásától és turbulenciájától;
- d) a gyújtóforrás típusától, energiájától és helyétől;
- e) a tartály formájától;
- f) a robbanó por-keverék hőmérsékletétől, nyomásától és nedvességtartalmától.



# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## ☐ Kevertség hatása

- A keveredés foka jobbra a gyújtási késleltetés (tv) függvénye. A tv idő a porbefúvás pillanata és a por/levegő keverék begyújtása közötti időtartam. Befolyásolja a nyomásemelkedés maximális értékét, azaz a  $K_{max}$  értéket is. Ezért porok vizsgálatához szabványosították a gyújtás késleltetési időt. Vizsgáló berendezésünkre (20 liter) ez az érték  $tv = 60ms$

# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## ☐ Nedvességtartalom hatása

- A porok esetében legalább 50%-os relatív nedvességtartalom kell ahhoz, hogy a por robbanóképességét elveszítse.
- 10% alatti relatív nedvességtartalom beállítása szükséges ahhoz, hogy a robbanási adatok jelentősen ne módosuljanak, a vonatkozó szabványok is ezt az értéket írják elő a vizsgálatok megkezdéséhez.

# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## ☐ Szemcseméret hatása

- A porszemek méretének eloszlása lényeges hatást gyakorol a robbanási adatokra. A szemcseméretet az M mediánnal jellemezzük.
- A finomabb por erőteljesebb robbanásra képes, mint a durvább szemcsékből álló. Ezért a vizsgálatra kész por szemcseméretének mediánja  $M < 63\mu\text{m}$  kell legyen.

# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## ☐ Kezdeti hőmérséklet hatása

- Lineáris az összefüggés a hőmérséklet növekedése és a  $P_{max}$  csökkenése között. A jelenség az oxigén tartalom csökkenésével függ össze.
- A  $K_{max}$  értékét is befolyásolja a hőmérséklet. A reakcióképesebb poroknál a magasabb hőmérséklet a  $K_{max}$  lineáris csökkenését okozza. A lassabban reagáló poroknál viszont nő a  $K_{max}$  érték. A gyakorlatban a hőmérséklet hatását a  $K_{max}$  értékére elhanyagolhatónak tekinthetjük.

# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## ☐ Kezdeti nyomás hatása

- A  $P_{max}$  és  $K_{max}$  robbanási jellemzők egyenesen arányosak a kezdeti nyomással, mely a gömb belsejében a gyújtás pillanatában fennáll. Az összefüggés egészen  $\sim 3$  bar nyomásig fennáll.



# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## □ Gyújtóforrás hatása

### Kémiai gyújtók

- Pmax, Kmax: 2 db 5kJ E = 10kJ összenergia
- LEL, LOC: 2 db 1kJ E = 2kJ összenergia
- Az ilyen tulajdonságokkal bíró kémiai gyújtók használata döntő fontosságú, hogy a különböző laboratóriumok mérési eredményei összevethetők legyenek.

# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## □ Gyújtóforrás hatása

### Folyamatos szikra (ív)

- Ha kémiai gyújtó helyett egy körülbelül 10kJ energiájú elektromos ívet alkalmazunk, akkor a mért  $K_{max}$  értékek 60%-kal alacsonyabbak lehetnek. Ez akkora eltérés, hogy ennek a gyújtóforrásnak a használata nem megengedhető, hiszen az éghető porok robbanási paramétereinek jelentős alábecsülésével járhatna, ami biztonsági szempontból kockázatos.

# Robbanási anyagjellemzők vizsgálata

## □ Gyújtóforrás hatása

### Izzó fémszál

- A kémiai gyújtókhoz képest végzett számos összehasonlító kísérlet azt mutatta, hogy ez a gyújtási mód nem alkalmazható.
- Számos por nem mutatkozott robbanásveszélyesnek az izzó fémszálat alkalmazva, vagy az eredmények a robbanás erejének alábecsülésére vezettek. Ezért ez a gyújtási módszer nem alkalmas sem a robbanásveszélyes porok felismerésére, sem a robbanási paraméterek megbízható meghatározására.

# Védelem tervezése

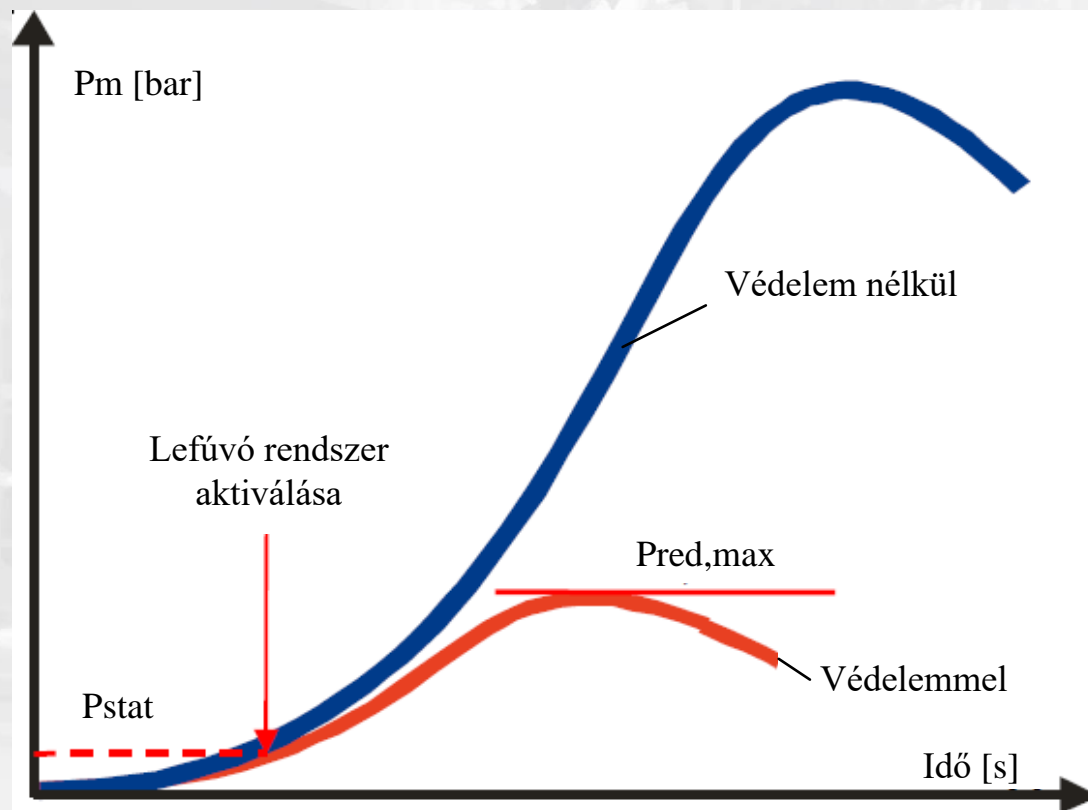
## ☐ Robbanási nyomás lefúvatása

### Szabványi háttér

- MSZ EN 14491 Dust Explosion venting protective systems
- VDI 3673 Part 1. Pressure Venting of Dust Explosions
- NFPA 68 Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting

# Védelem tervezése

## □ Robbanási nyomás lefúvatása



# Védelem tervezése

## ☐ Robbanási nyomás lefúvatása

A szükséges lefúvófelület nagyságát befolyásolja:

- a berendezés szilárdsága;
- a robbanás hevedése (szokásos módon a legnagyobb időbeli nyomásnövekedés és a legnagyobb robbanási nyomás jellemzi);
- a lefúvatóeszköz működési nyomása;
- a lefúvatóeszköz típusa és tömege;
- a berendezés térfogata és geometriája;
- a lefúvatócsatornák (ha vannak) méretei;
- a kezdeti vagy az indukált turbulencia a berendezésben.

2019 - UP RENDEZVÉNYTÉR

2014 - GRÓF SZÉCHENYI RENDEZVÉNYHAJÓ

2019 - UP RENDEZVÉNYTÉR

2018 - ELTE GÖMBAULA

2014 - GRÓF SZÉCHENYI RENDEZVÉNYHAJÓ

2018 - ELTE GÖMBAULA

2011 - AQUAWORLD

2011 - AQUAWORLD

2008 - PÁTY

2005 - PÁTY

2005 - PÁTY

2017 - KISCELLI MÚZEUM

2009 - KINCSEM PARK

2009 - KINCSEM PARK

2017 - KISCELLI MÚZEUM

2010 - SILVERKART GOKART

2010 - SILVERKART GOKART

2016 - VASÚTTÖRTÉNETI PARK

2010 - SILVERKART GOKART

2012 - KOPASZI-GÁT

2013 - DUNYHA VENDÉGLŐ PARK

2012 - KOPASZI-GÁT

2006 - PÁTY

2015 - PLANETÁRIUM

2007 - PÁTY

2015 - PLANETÁRIUM

2007 - PÁTY



FÓRUM



A large, bright orange and yellow fireball erupts from a green pipe in a laboratory setting. The fireball is large and billowing, with a smaller flame extending downwards from its base. The background shows industrial equipment, including pipes and valves. The scene is framed by a white border with a faint, large watermark of the letters 'Gx' on the right side. Silhouettes of a group of people are visible at the bottom of the image.

**Köszönjük a figyelmet!**