

# HASADÓ, HASADÓ-NYÍLÓ FELÜLETEK KIALAKÍTÁSA: EURÓPAI KITEKINTÉS



**Dr. Takács Lajos Gábor**  
BME Építészmérnöki Kar  
Épületszerkezzettani Tanszék



# HASADÓ FELÜLETEK MÉRETMEGHATÁROZÁSA

A hasadó-nyíló felület nagyságát a következő számítással kell meghatározni:

$$A_h = f_h \cdot V$$

ahol:

- $A_h$  a hasadó felület nagysága,  $m^2$ ;
- $f_h$  fajlagos hasadó felületi tényező,  $m^2/m^3$ ;
- $V$  a helyiség beépítetlen térfogata,  $m^3$ .



$V \leq 200 \text{ m}^3$  esetén:

$$f_h = 0,2 - \frac{0,05 \cdot V}{200}$$

$200 \text{ m}^3 < V \leq 2.000 \text{ m}^3$  esetén:

$$f_h = 0,15 - \frac{0,05 (V - 200)}{1800}$$

$2.000 \text{ m}^3 < V \leq 10.000 \text{ m}^3$  esetén:

$$f_h = 0,10 - \frac{0,045 (V - 2000)}{8000}$$

$10.000 \text{ m}^3 < V \leq 100.000 \text{ m}^3$  esetén:

$$f_h = 0,055 - \frac{0,040 (V - 10000)}{90000}$$

$100.000 \text{ m}^3 < V \leq 500.000 \text{ m}^3$  esetén:

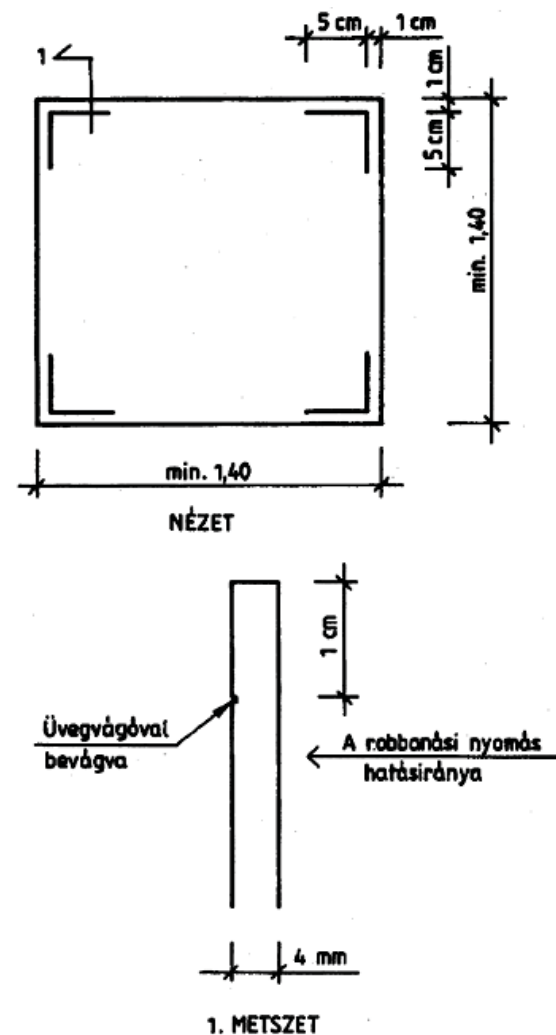
$$f_h = 0,015 - \frac{0,005 (V - 100000)}{400000}$$

$500.000 \text{ m}^3$  felett  $f_h = 0,01$ .



# HASADÓ FELÜLETKÉNT VIZSGÁLAT NÉLKÜL IS MEGFELELŐ SZERKEZETEK (28/2011 (IX.06. BM R. KIADOTT OTSZ SZERINT))

- egyrétegű, legfeljebb 2 mm vastag, húzott síküvegezés, amely 0,40 m-nél nagyobb befogási méretű és legalább 0,16 m<sup>2</sup> egybefüggő felületű,
- egyrétegű, legfeljebb 3 mm vastag húzott síküvegezés, 0,80 m-nél nagyobb befogási méretben és legalább 0,64 m<sup>2</sup> egybefüggő felületben,
- egyrétegű, legfeljebb 4 mm vastag húzott síküvegezés, 1,40 m-nél nagyobb befogási méretben és legalább 1,96 m<sup>2</sup> egybefüggő sokszög alakú felülettel, a sarkain a 27. melléklet 11. ábrán megadott mérettel, a robbanási túlnyomás hatásirányával ellentétes oldalon készített bemetszéssel,
- egyrétegű, legfeljebb 6 mm vastag, huzalbetét nélküli U profilú idomüveg-szerkezet, ha az egybefüggő megtámasztás legkisebb mérete 1,00 m × 1,50 m,



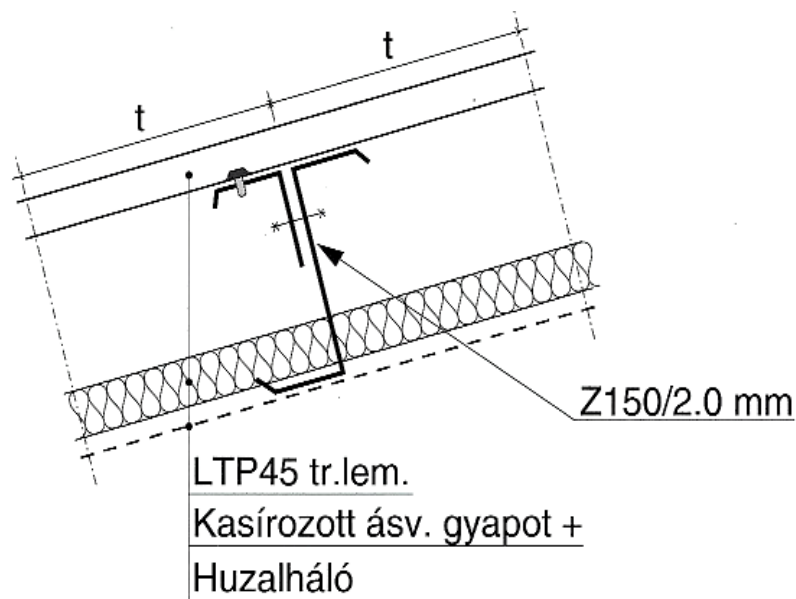
# HASADÓ FELÜLETKÉNT VIZSGÁLAT NÉLKÜL IS MEGFELELŐ SZERKEZETEK (28/2011 (IX.06. BM R. KIADOTT OTSZ SZERINT))

- e) egyrétegű, legfeljebb 4 mm vastag, cementkötésű szálerősítésű síklemez, 1,00 m-nél nagyobb befogási mérettel és megtámasztással, sokszög alakú felülettel, a sarkain a c) pontban megadott méretű, a robbanási túlnyomás hatásirányával ellentétes oldalon készített bemetszéssel, akkor alkalmazható, ha a megengedett minimális méretű próbatest statikusan felhordott terheléses vizsgálata során legfeljebb 3 kN/m<sup>2</sup> nyomás hatására tönkremegy, vagy e vizsgálatot gyári műbizonylat igazolja
- f) egyrétegű, legfeljebb 6 mm vastag, cementkötésű szálerősítésű hullámlemez, 1,20 m-nél nagyobb megtámasztási (mindenirányú) távolság felett,
- g) egyrétegű, hornyolt cserépfedés: a cserépfedés alatt nem lehet csak A1 és A2 tűzvédelmi osztályú lécezés, nem vehető figyelembe kettős, korona- és betoncserépfedés, a felületbe nem számítható be a gerinckúp és az alatt levő két sor, a viharkapcsos szegések és a mellettük levő két sor, a hasadni nem képes bádogos és egyéb szerkezetek,
- h) minden olyan szerkezet, amelynek fajlagos tömege legfeljebb 20 kg/m<sup>2</sup>, és rögzítései **kísérletileg igazoltan**, 1,20 kN/m<sup>2</sup>-nél kisebb megnyílási nyomást adnak,
- i) minden olyan szerkezet, amelynek fajlagos tömege legfeljebb 10 kg/m<sup>2</sup> és rögzítései **kísérletileg igazoltan** legfeljebb 3,00 kN/m<sup>2</sup>-nél kisebb megnyílási nyomást adnak,
- j) minden olyan szerkezet, amelynek megnyílási nyomása kísérletileg igazolt és az ehhez tartozó, a belső térben benmaradó redukált túlnyomás ismert és ezen ismert túlnyomásra van az épület teherhordó szerkezeteinek méretezése.



Egy  $10 \text{ kg/m}^2$  alatti felülettömegű hasadó felületet mutat a példa. A szerkezet működési elve, hogy a Z150 szelemen és a trapézlemez fogadó „L” profil kapcsolatát biztosító csavarozott kötés nyírt igénybevétel esetén kis erőhatásra megnyílik. Vizsgálva nem volt!

## HASADÓ FELÜLET PÉLDA?



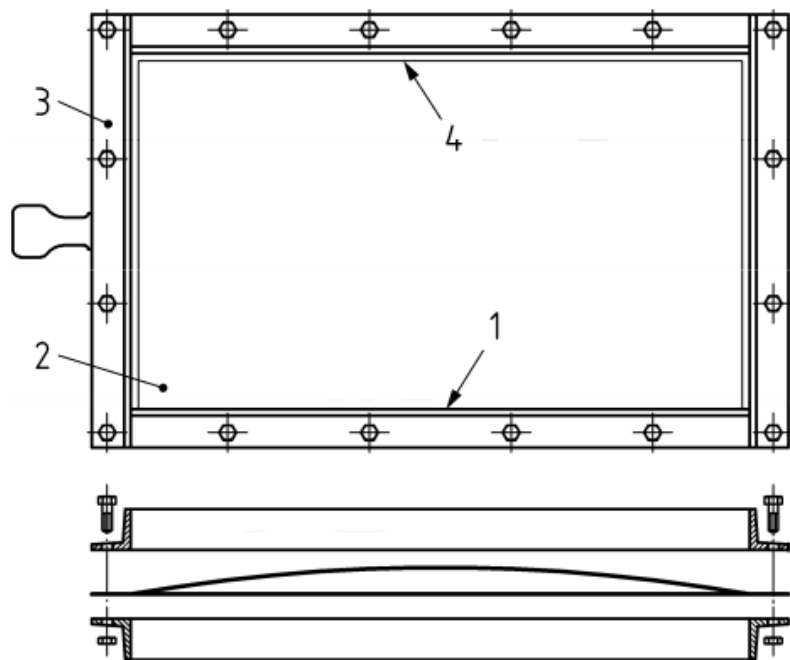
Súlyelemzés

	5,35 $\text{kg/m}^2$
	4,00 $\text{kg/m}^2$
$\Sigma$	9,35 $\text{kg/m}^2$

A hasadó felület gyors megnyílása és a hőszigetelésre vonatkozó előírás egymásnak ellentmondó követelmény (pl. egyrétegű üvegszerkezetek). A fenti példa páratechnikailag megoldatlan...

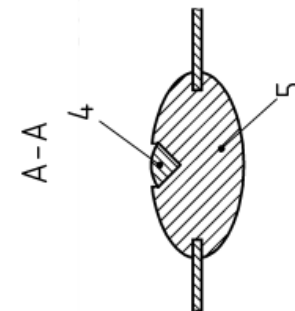
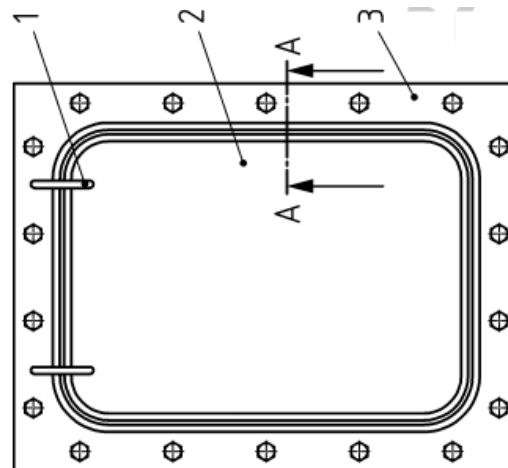


# HASADÓ FELÜLET FAJTÁK - EXPLOSION VENTING DEVICES WITH NON-REUSABLE ELEMENTS MSZ EN 14797:2006 (EXPLOSION VENTING DEVICES) A MELLÉKLET (INFORMATÍV)



Hasadótárcsák, - panelek  
(bursting panel devices)

1: keret, 2: hasadópanel,  
3: hasadópanel kerete  
4: elnyíródó felület



Hasadótárcsák, - panelek (Pop-out  
panel devices)

1: rögzítő szerelvény  
2: hasadópanel  
3: keret  
4: beakasztott elem  
5: tömítés (műanyag vagy műgumi)



# HASADÓ-NYÍLÓ FELÜLETEK MÉRETMEGHATÁROZÁSA

A hasadó-nyíló felület nagyságát a következő számítással kell meghatározni:

$$A_{hn} = f_{hn} \cdot V$$

ahol:

- $A_{hn}$  a hasadó-nyíló felület nagysága,  $m^2$ ;\*\*\*
- $f_{hn}$  fajlagos hasadó-nyíló felületi tényező,  $m^2/m^3$ ;
- $V$  a helyiség beépítetlen térfogata,  $m^3$ .

$f_{hn}$  értéke:

$2.000 \text{ m}^3 < V \leq 10.000 \text{ m}^3$  esetén:

$$f_{hn} = 0,05 - \frac{0,02 (V - 2000)}{8000}$$

$V \leq 200 \text{ m}^3$  esetén:

$$f_{hn} = 0,15 - \frac{0,05 \cdot V}{200}$$

$10.000 \text{ m}^3 < V \leq 100.000 \text{ m}^3$  esetén:

$$f_{hn} = 0,03 - \frac{0,02 (V - 10000)}{90000}$$

$200 \text{ m}^3 < V \leq 2.000 \text{ m}^3$  esetén:

$$f_h = 0,10 - \frac{0,05 (V - 200)}{1800}$$

$100.000 \text{ m}^3 < V \leq V = 400.000 \text{ m}^3$  esetén:

$$f_{hn} = 0,01 - \frac{0,005 (V - 100000)}{400000}$$

$500.000 \text{ m}^3$  felett  $f_{hn} = 0,004$





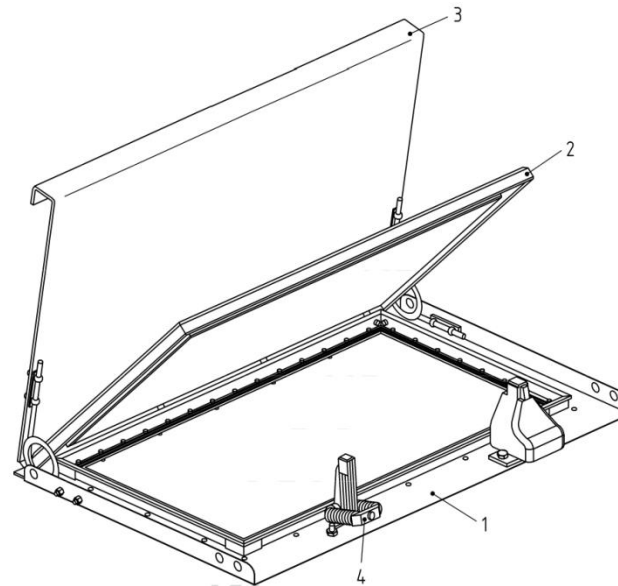
# HASADÓ FELÜLET FAJTÁK - EXPLOSION VENTING DEVICES WITH REUSABLE ELEMENTS MSZ EN 14797:2006 (EXPLOSION VENTING DEVICES) A MELLÉKLET (INFORMATÍV)

Automatikusan  
visszacukódó hasadó-nyíló  
felületek (Re-closing  
explosion venting devices)

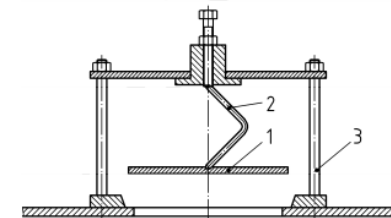
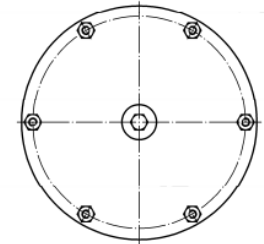
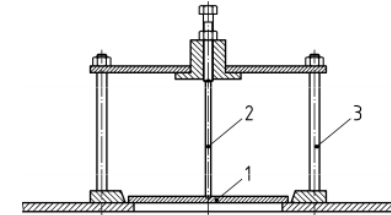
- Súlyterhelésű  
robbanásvédelmi nyílások
- Rugóterhelésű  
robbanásvédelmi nyílások

Manuálisan alaphelyzetbe  
állítható hasadó-nyíló  
felületek

- Deformálódó rúddal  
működő felületek  
(buckling rod devices)



- 1 keret
- 2 hasadó-nyíló felület
- 3 terelőlemez
- 4 zárszerkezet

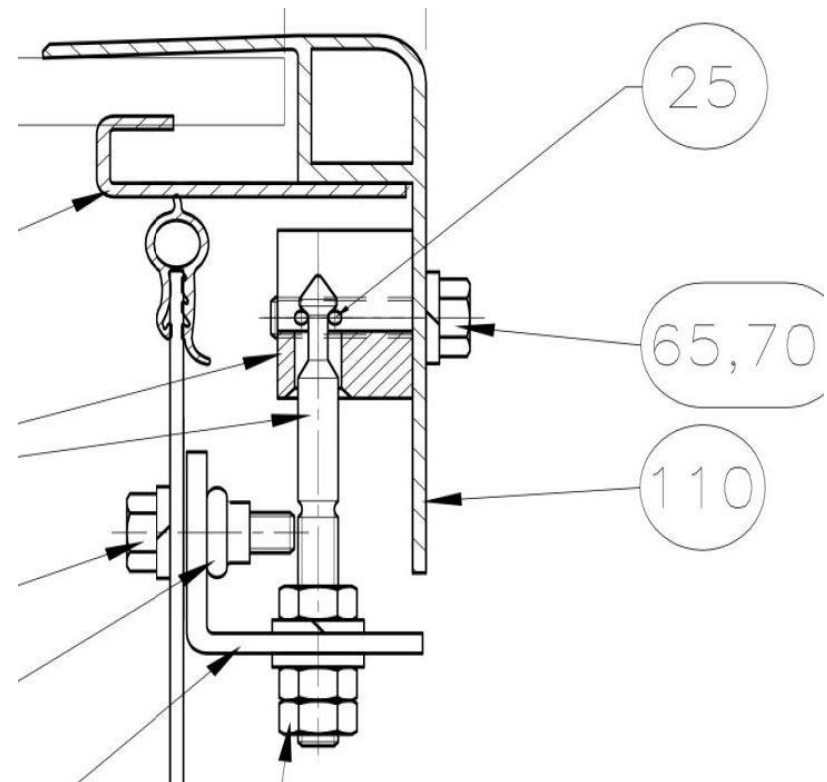
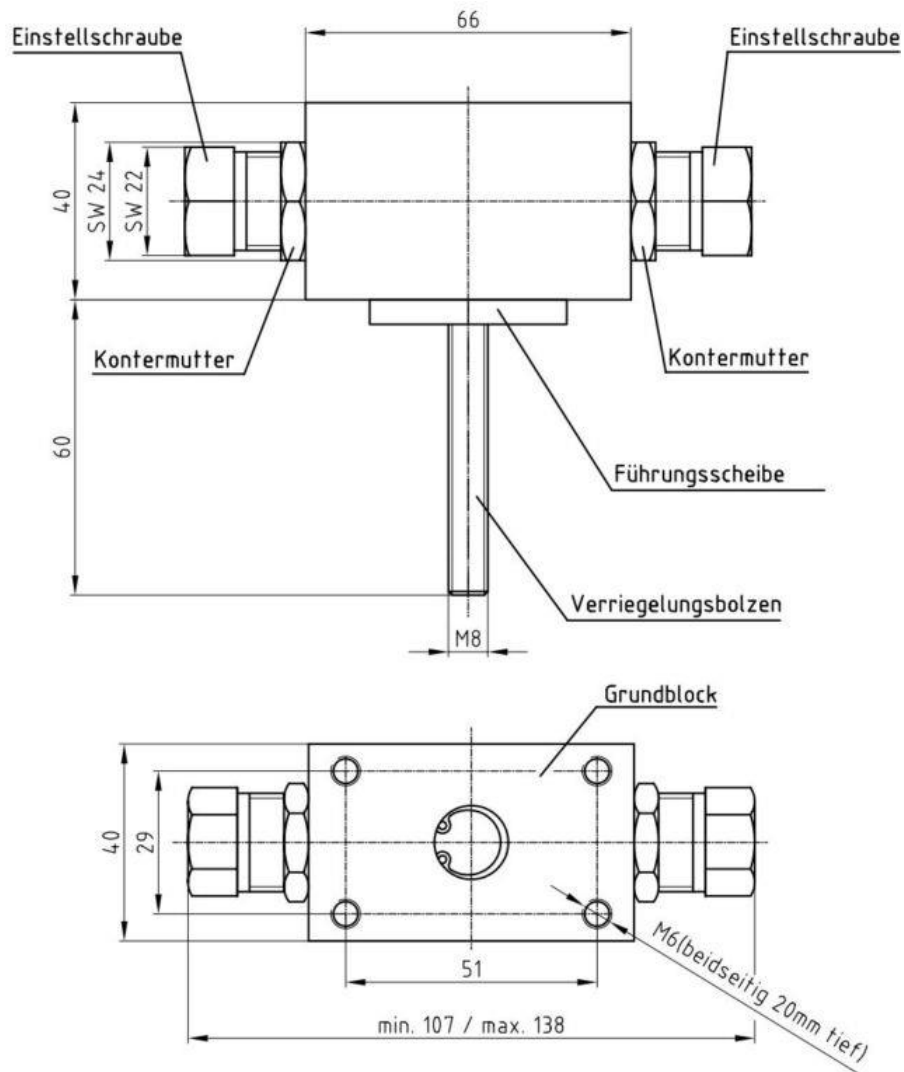


- 1 hasadó-nyíló  
felület
- 2 összecukló rúd
- 3 tartószerkezet

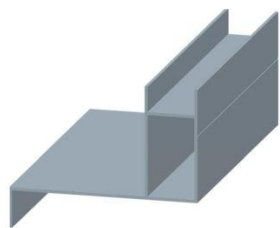




# HASADÓ-NYÍLÓ FELÜLET PÉLDA

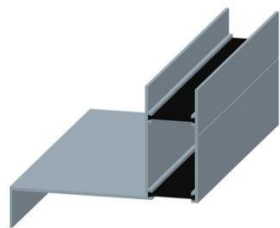
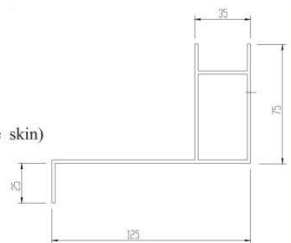


# HASADÓ-NYÍLÓ FELÜLET PÉLDA



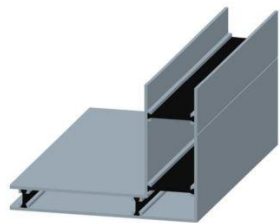
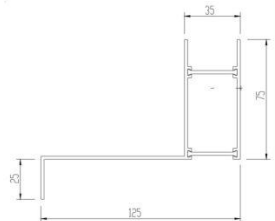
**Standard:** 75mm

**Construction:** E (extruded)  
**Insulation:** I (insulated / double skin)  
**Flange type:** N5



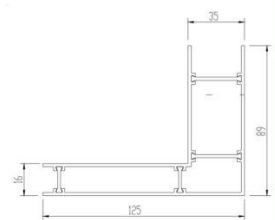
**Standard:** 75mm

**Construction:** E (extruded)  
**Insulation:** T (thermally broken)  
**Flange type:** N5

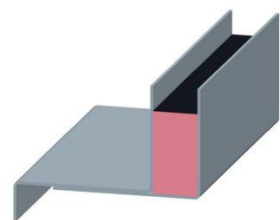


**Standard:** 75mm

**Construction:** E (extruded)  
**Insulation:** T (thermally broken)  
**Flange type:** N1-16

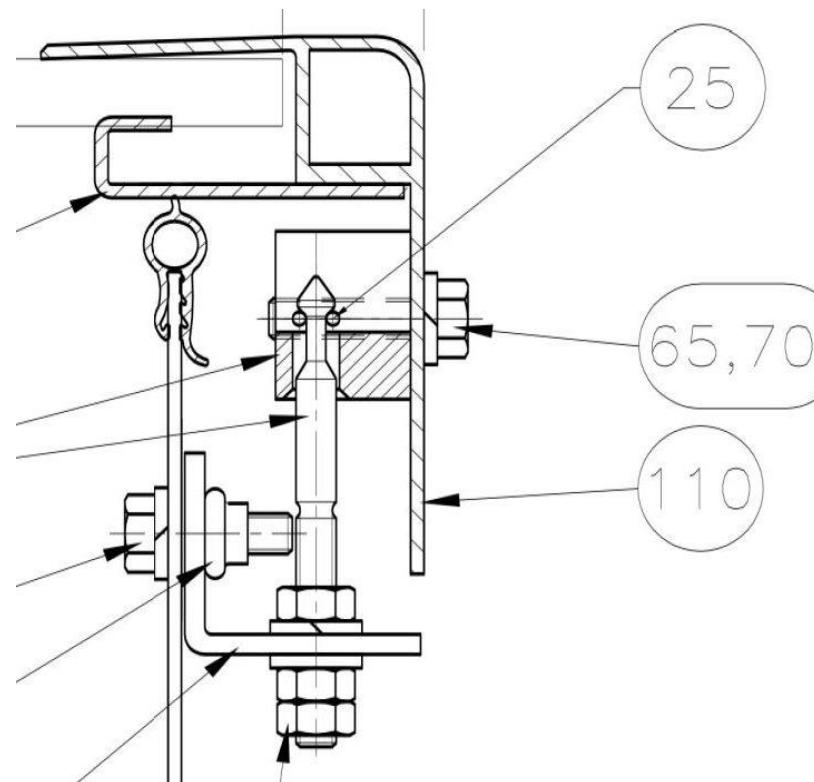
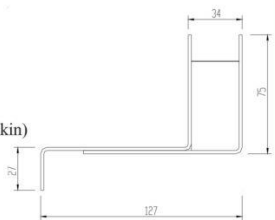


Select a N1-16 flange to install the unit into glazed openings. Other flange thicknesses need to be adapted by the glazing system seal, or by making adaptations with flat profiles.



**Standard:** 75mm

**Construction:** S (sheet metal)  
**Insulation:** I (insulated / double skin)  
**Flange type:** NX

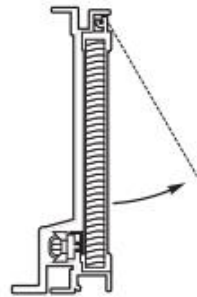
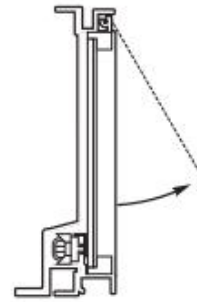


# HASADÓ-NYÍLÓ FELÜLET PÉLDÁK



A robbanási túlnyomás levezetésén kívüli egyéb teljesítmény-jellemzők:

- Ellenállás szélszívásra
- Hőszigetelő képesség
- Légzárás
- Csapóeső állóság
- Léghanggátlás



# HASADÓ-NYÍLÓ FELÜLET PÉLDA



BME Épületszerkezet-tani Tanszék

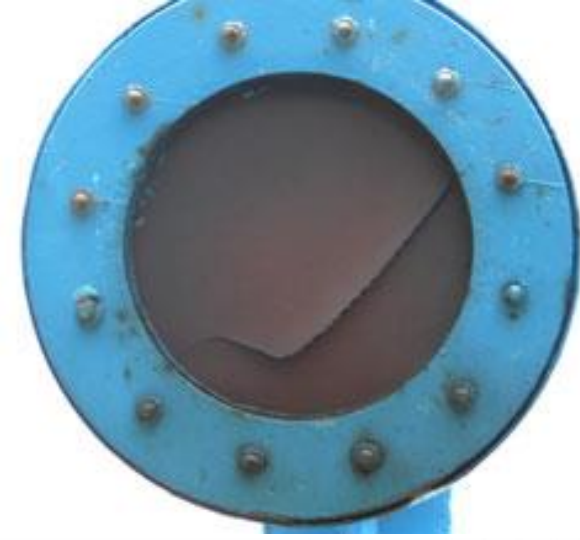
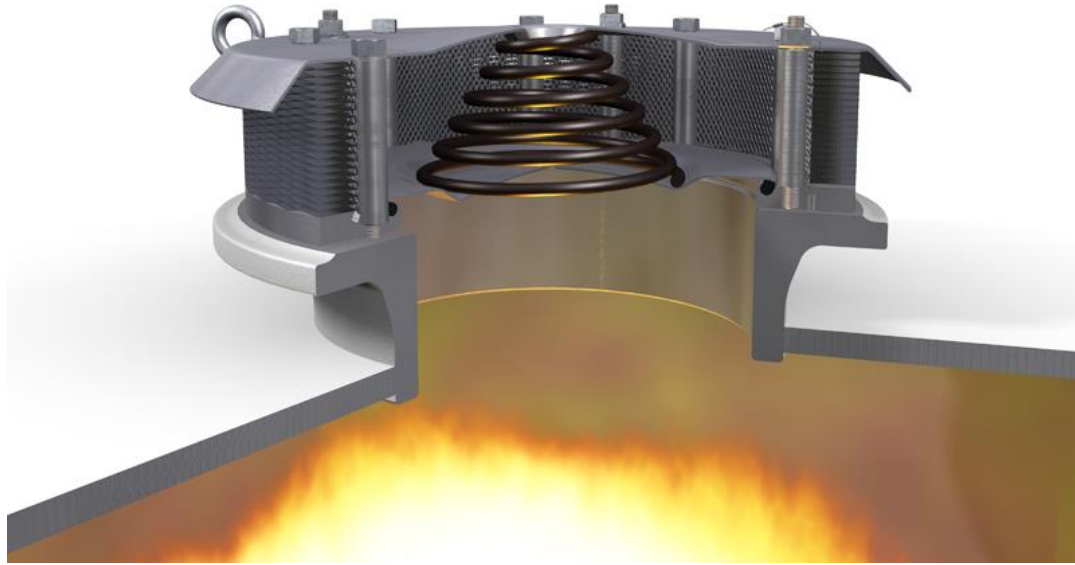
© Dr. Takács Lajos Gábor

**Robbanásvédelmi esettanulmány**

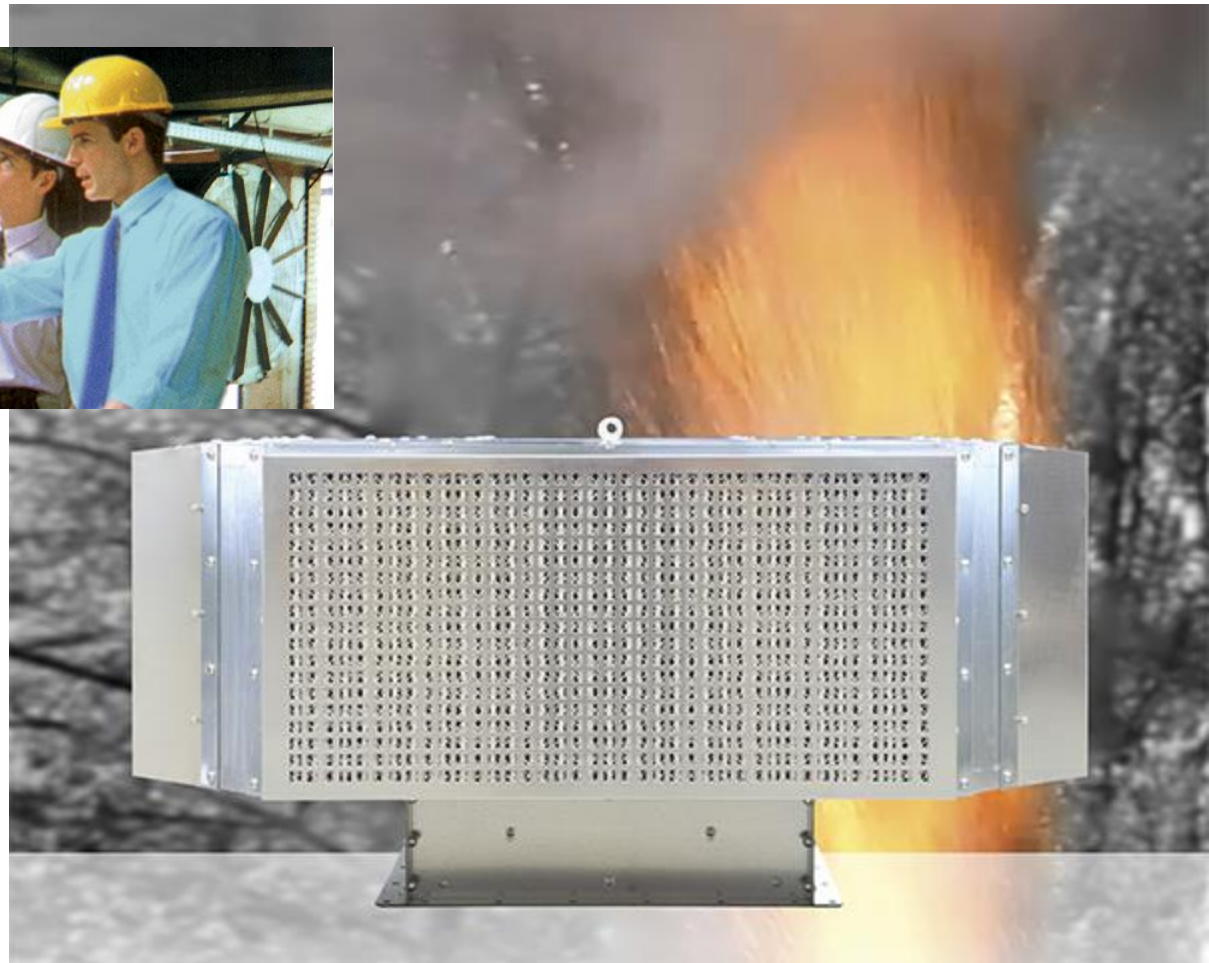
V. Tűzesetek vizsgálatai és tapasztalatai



# HASADÓ ÉS HASADÓ-NYÍLÓ FELÜLETEK



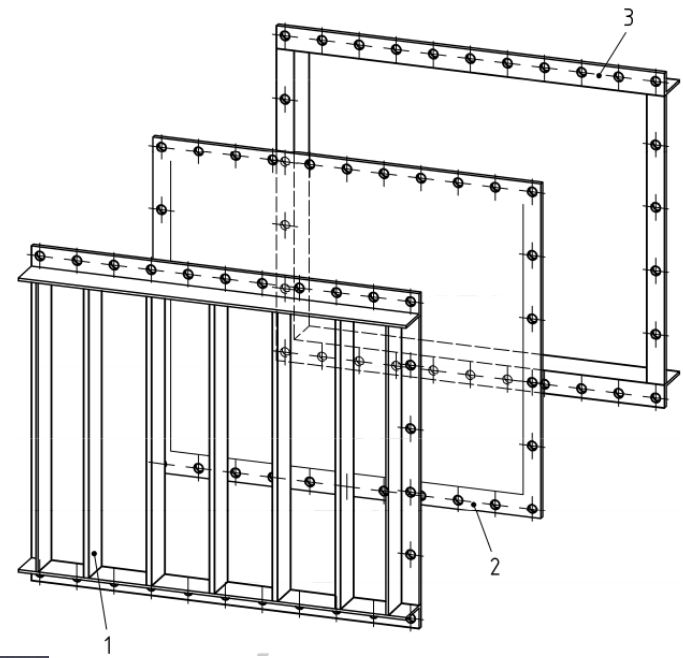
# LÁNGFOGÓS HASADÓ-NYÍLÓ FELÜLET PÉLDA



Hasadó-nyíló felületek példái lángfogóval (csak a szűrőt és a nyomáslevezetőt kell cserélni robbanást követően)



# BACK-PRESSURE SUPPORTING



A hasadó vagy hasadó-nyíló felület megnyílásával egyidőben megnyíló felület, amely megakadályozza hogy a robbanási túlnyomás levezetését követően depresszió alakuljon ki





# PORROBBANÁS ELLENI MÉRETEZÉS (MSZ EN 14797:2006)

$K_{st}$  = robbanási nyomásemelkedés sebessége (néha  $(d_p/d_t)_{max}$ -ként jelölve) - a következő tényezők függvénye:

- anyag jellemzői (gyulladásási hőmérséklet, gyújtási energiaszint)
- por szemcsemérete, porszemcsék eloszlása
- inert anyagok jelenléte
- turbulencia
- tartály, vagy helyiség formája
- gyújtóforrás jellemzői

Robbanóképes porok osztálybesorolása:

St1 ( $K_{st} = 0...200 \text{ bar}\cdot\text{m/s}$ )

St2 ( $K_{st} = 200...300 \text{ bar}\cdot\text{m/s}$ )

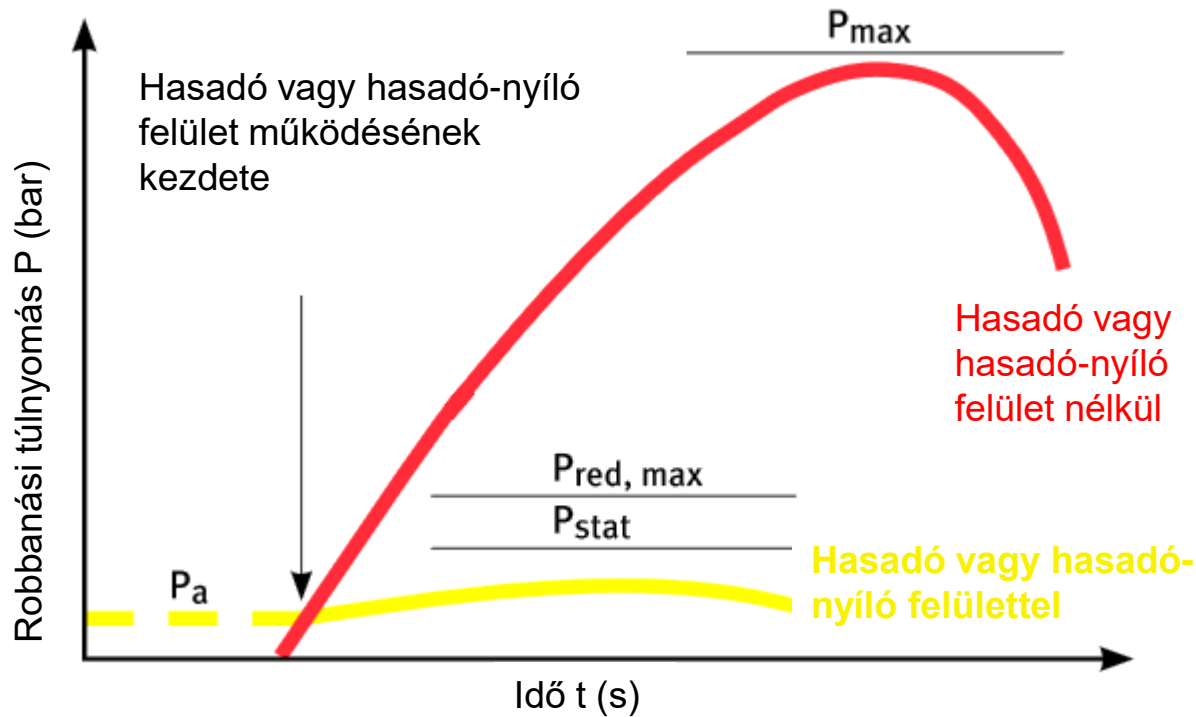
St3 ( $K_{st} = >300 \text{ bar}\cdot\text{m/s}$ )

Minden éghető anyag porrobbanásveszélyes, de nem éghető anyagok porai is – főleg fémek, amelyek oxidációra való hajlamuk miatt porrobbanásveszélyesek



# PORROBBANÁS ELLENI MÉRLETEZÉS (MSZ EN 14797:2006)

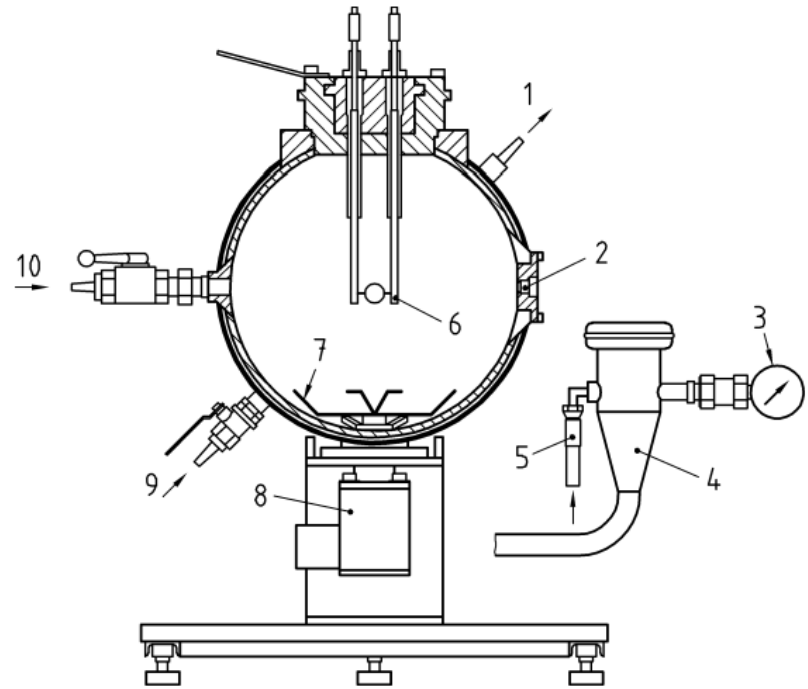
$P_{red,max}$ : redukált maximális túlnyomás:  
Zárt, robbanásveszélyes térben, robbanás által generált maximális túlnyomás optimális éghető anyag koncentráció mellett, hasadó vagy hasadó-nyíló felület megfelelő működése esetén



# PORROBBANÁS ELLENI MÉRETEZÉS VIZSGÁLATOK

Méretezés lépései:

1. A tárolandó anyag  $K_{st}$  robbanási nyomásemelkedési sebességének és  $P_{max}$  maximális nyomásának meghatározása kísérlettel (pl. Robb-Szig Kft.)
2. Vizsgálati eredménnyel rendelkező hasadó vagy hasadó-nyíló felület kiválasztása
3. Peremfeltételek ellenőrzése
  - Térfogat
  - Redukált maximális túlnyomás
  - Maximális túlnyomás
  - Hossz/átmérő arány L/D
  - Környezeti feltételek (hőmérséklet, oxigén koncentráció)
4. Hasadó-nyíló felület méretének meghatározása



20 literes vizsgálóberendezés  
(MSZ EN 14034)

2: nyomásérzékelő 4: portartály 5:  
levegőbevezetés 6: gyújtóforrás



# PORROBBANÁS ELLENI MÉRETEZÉS VIZSGÁLATOK

Méretezés lépései:

1. A tárolandó anyag  $K_{st}$  robbanási nyomásemelkedési sebességének és  $P_{max}$  maximális nyomásának meghatározása kísérlettel (pl. Robb-Szig Kft.)
2. Vizsgálati eredménnyel rendelkező hasadó vagy hasadó-nyíló felület kiválasztása
3. Peremfeltételek ellenőrzése
  - Térfogat
  - Redukált maximális túlnyomás
  - Maximális túlnyomás
  - Hossz/átmérő arány L/D
  - Környezeti feltételek (hőmérséklet, oxigén koncentráció)
4. Hasadó-nyíló felület méretének meghatározása



20 literes vizsgálóberendezés  
(MSZ EN 14034)

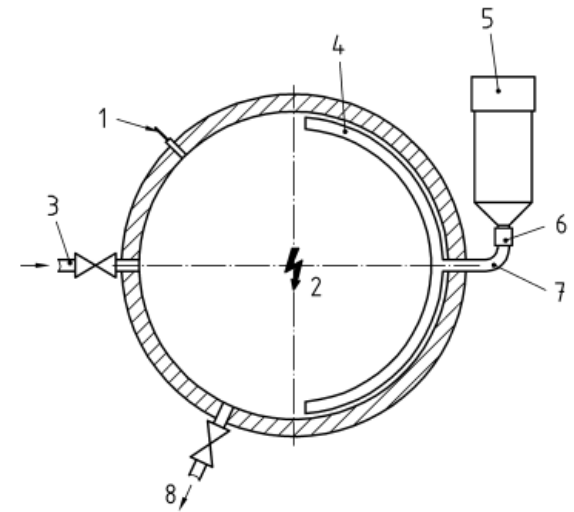
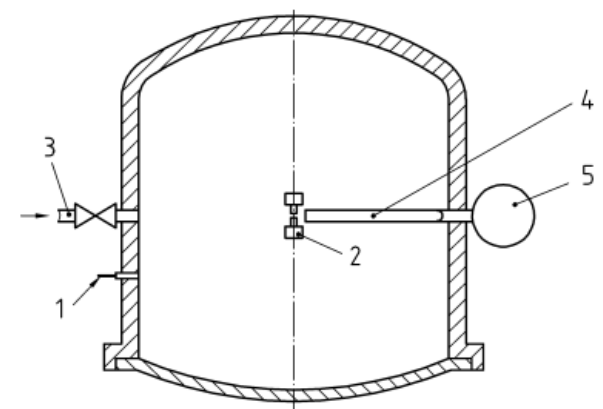
2: nyomásérzékelő 4: portartály 5:  
levegőbevezetés 6: gyújtóforrás



# PORROBBANÁS ELLENI MÉRETEZÉS VIZSGÁLATOK

Méretezés lépései:

1. A tárolandó anyag  $K_{st}$  robbanási nyomásemelkedési sebességének és  $P_{max}$  maximális nyomásának meghatározása kísérlettel (pl. Robb-Szig Kft.)
2. Vizsgálati eredménnyel rendelkező hasadó vagy hasadó-nyíló felület kiválasztása
3. Peremfeltételek ellenőrzése
  - Térfogat
  - Redukált maximális túlnyomás
  - Maximális túlnyomás
  - Hossz/átmérő arány L/D
  - Környezeti feltételek (hőmérséklet, oxigén koncentráció)
4. Hasadó-nyíló felület méretének meghatározása



1 m<sup>3</sup> vizsgálóberendezés (MSZ EN 26184-1:1991)

2: gyújtóforrás 4: porbejuttatás és elosztás 5: portartály 8: nyomáslevezetés





# PORROBBANÁS ELLENI MÉRETEZÉS VIZSGÁLATOK

Méretezés lépései:

1. A tárolandó anyag  $K_{st}$  robbanási nyomásemelkedési sebességének és  $P_{max}$  maximális nyomásának meghatározása kísérlettel (pl. Robb-Szig Kft.)
2. Vizsgálati eredménnyel rendelkező hasadó vagy hasadó-nyíló felület kiválasztása
3. Peremfeltételek ellenőrzése
  - Térfogat
  - Redukált maximális túlnyomás
  - Maximális túlnyomás
  - Hossz/átmérő arány L/D
  - Környezeti feltételek (hőmérséklet, oxigén koncentráció)
4. Hasadó-nyíló felület méretének meghatározása



1 m<sup>3</sup> vizsgálóberendezés (MSZ EN 26184-1:1991)

2: gyújtóforrás 4: porbejuttatás és elosztás 5: portartály 8: nyomáslevezetés



# PORROBBANÁS ELLENI MÉRETEZÉS VIZSGÁLATOK

Méretezés lépései:

1. A tárolandó anyag  $K_{st}$  robbanási nyomásemelkedési sebességének és  $P_{max}$  maximális nyomásának meghatározása kísérlettel (pl. Robb-Szig Kft.)
2. Vizsgálati eredménnyel rendelkező hasadó vagy hasadó-nyíló felület kiválasztása
3. Peremfeltételek ellenőrzése
  - Térfogat
  - Redukált maximális túlnyomás
  - Maximális túlnyomás
  - Hossz/átmérő arány L/D
  - Környezeti feltételek (hőmérséklet, oxigén koncentráció)
4. Hasadó-nyíló felület méretének meghatározása

	$K_{st}$	$P_{max}$	ST
Szénpor	85	6,4	1
Liszt	63	9,7	1
Cukor	138	8,5	1
Fűrészpor	224	10,3	1
Alu por	515	11,2	3





# PORROBBANÁS ELLENI MÉRETEZÉS

A = hasadó-nyíló felület szükséges méretének meghatározása:

a)  $0,1 \text{ bar} \leq p_{\text{red,max}} < 1,5 \text{ bar}$  esetén

$$A = B * (1 + C \times \log L/D) \text{ (m}^2\text{)},$$

ahol

$$B = [(3,264 \cdot 10^{-5} p_{\text{max}} \times K_{\text{st}} \times p_{\text{red,max}}^{-0,569} + 0,27 \times (p_{\text{stat}}^{-0,1}) \times p_{\text{red,max}}^{-0,5}] \times V^{0,753}$$

$$C = (-4,305 \times \log p_{\text{red,max}} + 0,758)$$

b)  $1,5 \text{ bar} \leq p_{\text{red,max}} < 2,0 \text{ bar}$  esetén

$$A = B$$

A kiszámított A felületből a tényleges geometriai felületet a következő képlet alkalmazásával kapjuk:

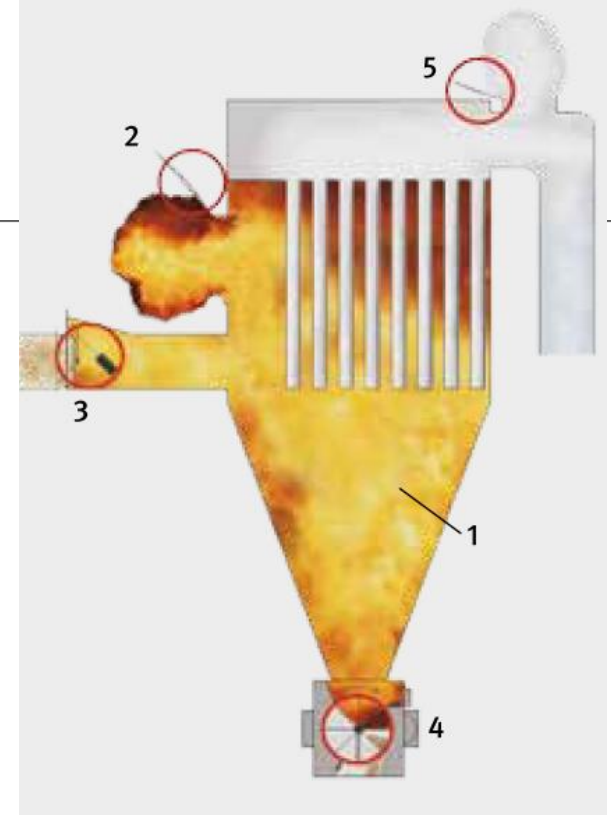
$A_E = A/E_f$ , ahol  $E_f$  a hasadó-nyíló felület vizsgálattal meghatározott hatékonysági tényezője (mindenképp kisebb mint 1)



# PORROBBANÁS ELLENI MÉRETEZÉS

Alkalmazási feltételek:

- A tervezett porrobbanásveszélyes tér térfogata  $0,1 - 10.000 \text{ m}^3$  közötti
- A statikus megnyílási nyomás  $0,1 \text{ bar} \leq p_{\text{stat}} \leq 1 \text{ bar}$  (ha  $0,1 \text{ bar} \leq p_{\text{stat}}$  akkor  $0,1 \text{ bar}$  tervezési érték alkalmazandó)
- Maximális robbanási túlnyomás:
  - $10 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \leq K_{\text{st}} \leq 300 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  robbanási nyomásemelkedés sebességű porok esetén  $5 \text{ bar} \leq p_{\text{max}} \leq 10 \text{ bar}$ ;
  - $300 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \leq K_{\text{st}} \leq 800 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  robbanási nyomásemelkedés sebességű porok esetén  $5 \text{ bar} \leq p_{\text{max}} \leq 12 \text{ bar}$
- Hossz/átmérő arány csőszerű tereknél:  $1 \leq L/D \leq 20$
- A környezeti körülmények: abszolút nyomás  $110 \text{ kPa}$  alatt, oxigén koncentráció  $21 \%$  alatt, hőmérséklet  $-20 \dots +60 \text{ }^\circ\text{C}$  között.

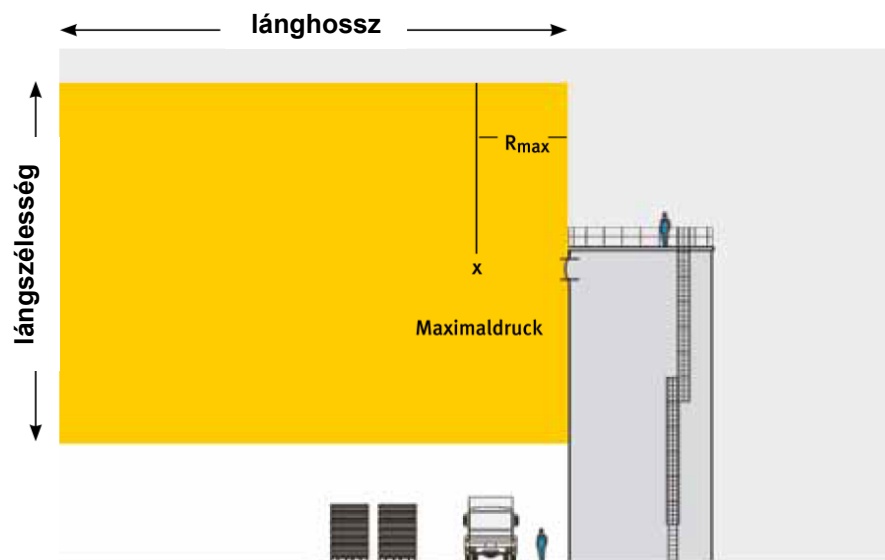


Egyéb feltételek:

- **Az építmény statikai méretezése redukált robbanási túlnyomásra**
- Visszacsapó szelepek alkalmazása (3)
- Nyomáslevezetés a kapcsolódó terekben (5)



# PORROBBANÁS ELLENI MÉRETEZÉS



Lánghosszúság ellenőrzése hasadó-nyíló felületnél

Túlnyomásállóság (forrás: BGI-739-2)

- Ablaküveg 0,02-0,07 bar
- Ajtók 0,02-0,05 bar
- Drótüveg 0,06-0,065 bar
- Fémszerkezetek 0,1-0,4 bar
- 20 cm vasalatlan betonszerkezet 0,15-0,2 bar
- **Vasbeton szerkezet 0,50-1,50 bar**



# SZAKIRODALOM, ANYAGOK

---

- Perlinger Ferenc: Terményszárító üzemek: A technológiájukból adódó veszélyek és kezelési módjuk. Védelem 2007. XIV. évfolyam, 5. szám
- Koburger Márk: Robbanásveszélyes terek zónabesorolása (gázok/gőzök/ködök)
- EN 14034:1-2-3: Determination of explosion characteristics of dust clouds
- VDI-Richtlinien 2263, Blatt 1: Untersuchungsmethoden zur Ermittlung von sicherheitstechnischen Kenngrößen von Stäuben (1990)
- Kühner AG, Operating instructions for the 20 litre apparatus
- W. Bartknecht, Staub Explosionen: Ablauf und Schutzmassnahmen (1987)
- R.K. Eckhoff, Dust explosions in the process industries (1997)
- BGI-739-2 Absauganlagen und Silos für Holzstaub und -späne - Brand- und Explosionsschutz
- <http://www.adinex.be/en/dust-explosions/explosion-indices.htm>
- <http://www.rexotec.de/45-0-Flammenlose-Druckentlastung.html>

