

# 1. Éghető porok által okozott veszélyek

Minden éghető anyag pora porrobbanásveszélyes!

Az éghető anyagok poraihoz kapcsolódó technológiai ágazatokat lényegében 5 csoportba oszthatjuk:

- faipar
- élelmiszeripar
- gyógyszeripar
- textilipar
- műanyagok poraival folyó műveletek

A következőkben röviden ismertetjük az egyes technológiákra jellemző veszélyes műveleteket és az ott általánosan használt – az ide vonatkozó előírásokban is előírt – védelmi megoldásokat.

## 1.1. Faipar

### *1.1.1. A tevékenység veszélyességének megítélése*

A tevékenység veszélyességének megítélése két szempont szerinti értékelés eredménye:

A famegmunkálás során keletkező hulladék méretét figyelembe véve osztályozzuk a veszélyességet:

- forgács
- por és forgács együttesen
- túlnyomórészt por keletkezik

A legveszélyesebb fahulladék a por, amely robbanóképesség szerint St 1-től St 3-ig sorolható porrobbanási osztályba. A porrobbanásra hajlamos por szemcsemérete 100 µm alatti, tehát a magyar nyelvben „fűrészpor”-ként nevezett valójában csak forgács.

A hulladék kezelése szempontjából osztályozva a veszélyességet:

- közvetlen helyi elszívás
- gépcsoport helyi elszívása/leválasztás kis teljesítményű (esetleg mobil) berendezéssel
- nagy teljesítményű központi elszívó/leválasztó berendezés alkalmazása

A veszély a nagy teljesítményű és nagy anyagmennyiséget nagy távolságon mozgó központi elszívó/leválasztó rendszerek esetében a legnagyobb.

### ***1.1.2. Lakkcsiszolatpor***

Külön figyelmet igényel az az eset, amikor a felületkezelt fa csiszolatporáról van szó, miután itt már nem a fa porának, hanem a felületkezelő anyag (lakk, műgyanta, stb...) jellemzői az irányadók. Sajnos ezen bevonóanyagokról a legritkább esetben van információ a bevonat kikeményedése utáni állapotban, miután a biztonságtechnikai adatlapok csak a felhordás előtti állapotra adnak információkat és jó, ha azok igazak! Egyetlen lakkról sincs információ a megszáradt porára vonatkozóan, kizárólag a nitro-bázisú lakkokról lehet tudni azt, hogy száradás után nitrocellulóz marad belőlük vissza – ez pedig robbanóanyag!

A többi bevonóanyag csiszolatporáról a következőket érdemes megjegyezni (ami segít az éghető porok robbanási jellemzőihez való hasonlítás során):

- nem vesznek fel a levegőből nedvességet, tehát nagyon érzékenyek a gyújtásra és alacsony a gyulladási hőmérsékletük
- igen kicsi a szemcseméretük a csiszolásból adódóan, ezért magas a robbanási nyomásemelkedés mértéke
- más, esetleg kevésbé érzékeny porokkal való keveredés esetén nagy a másodlagos porrobbanás előidézésének a veszélyes
- elektrosztatikusan igen jól töltődnek

### ***1.1.3. A faipari por/forgácskezelés legfontosabb általános tűz- és robbanásvédelmi szabályai***

Az elszívó berendezés szempontjából kétféle megoldás létezik:

**„Nyomott” rendszer**

## 6. MELLÉKLET – POROS TECHNOLÓGIÁK

---

- itt a szállítandó közeg átmegy a ventilátoron és utána kerül a szűrőberendezésbe
- előírás a szikramentes kivitelű ventilátor
- a légköri nyomásnál magasabb üzemi nyomás robbanás esetén sokkal magasabb robbanási nyomásértéket okoz

### „Szívott rendszer”

- itt a ventilátor a már tisztított levegőt szívja, tehát nincs szükség különösebb védelemre a ventilátor tekintetében
- a robbanási nyomás alacsonyabb, mivel depressziós állapotban keletkezik a robbanás

A szűrőházas berendezések esetében a „szívott” vagy „nyomott” rendszer az üzemi nyomásra való méretezés, valamint a nyomásleeresztők megnyílási nyomásértéke szempontjából jelent különbözőséget.

A szűrőanyag kialakítása szerint azok két csoportba sorolhatók:

- zsákos (mélységi) szűrők (ezeknél idővel alapos tisztítás (mosás) vagy csere szükséges)
- patronos (felületi) szűrők (ezek sűrítettlevegős lefúvatással tisztíthatók folyamatosan)

A szűrő/leválasztó berendezések kialakítása szempontjából 3 különböző kialakítás köré lehet csoportosítani a követelményeket:

### Kisteljesítményű forgácselszívók

- igen egyszerű beltéri berendezések
- egy-két megmunkálógép mellé telepítve rövid úton elszívják a keletkező forgácsot
- egyszerű, keretre húzott szűrőzsákban történik a leválasztás
- a szűrőzsák alá rögzített fóliazsákban gyűlik össze a forgács
- a szűrt levegő a helyiségben marad
- ezek a berendezések csiszolatport leválasztására nem alkalmasak, ezért TILOS a finom port és főként a lakkcsiszolatport ilyen berendezésekkel elszívni, miután a kialakításból adódóan csak beltéri alkalmazásra felel meg

**6. MELLÉKLET – POROS TECHNOLÓGIÁK**

---

- semmiféle biztonsági megoldás nem alkalmazható az ilyen kialakítású berendezések esetében

Tulajdonképpen ezekre a berendezésekre nem lenne szükséges T.M.T-t kiadni, ugyanis a faforgács nem porrobbanásveszélyes anyag?!

Kis faipari műhelyek esetében, amikor a szükséges teljesítmény igénye nem mérhető össze egy nagyteljesítményű porleválasztó rendszer költségeivel azt a megoldást javasoljuk – megfelelő körültekintéssel – alkalmazni, hogy az elszívóberendezést egy speciálisan erre a célra kialakított „korlátozottan átszellőzött szabadtéren” állítsák fel, a megszívott gép(ek)et pedig a lehető legközelebb helyezték el a csarnokon belül.



A fenti berendezésre példa a 28. sz. ábrán látható.



Kisteljesítményű forgácselszívó

## **Közepes teljesítményű por/forgácselszívó és leválasztó berendezések**

- az elszívóteljesítmény határa 6.000 m<sup>3</sup>/h
- a kivitel lehet telepített, vagy mobil, de mindenképpen szűrőházas kialakítással
- a berendezések munkatérben és szabadtéren is telepíthetők
- csak „szívott” rendszerben készülhetnek
- a szűrőház robbanási nyomáshullámnak ellenálló kivitelű legyen, min. 0,2 bar nyomásértékig (kisebb anyagmennyiségek vannak jelen)
- a szűrőház és az elszívóvezeték találkozásánál egy pillangószelepet kell beépíteni bármilyen nyomáshullám a munkatérbe való visszajutásának megakadályozására
- a szűrőházat fel kell szerelni egy automatikus, hőérzékelővel vezérelt vízzel-oltó rendszerrel (a rendszer lehet a vízhálózatra kapcsolt, vagy saját oltóvíztartályos is)
- a hőérzékelő vagy pillangószelep működésével egyidőben az elszívást automatikusan le kell kapcsolni
- finom porok, illetve lakkcsiszolatporok esetében a szűrők anyaga antisztatikus legyen
- ezek a szűrőberendezések automatikus szűrőtisztítással kell, hogy rendelkezzenek



A fenti berendezésre példa a 29. sz. ábrán látható közepes teljesítményű por/forgácselszívó és leválasztó

**6. MELLÉKLET – POROS TECHNOLÓGIÁK**



29. sz. ábra





*30. sz. ábra (nagyteljesítményű por/forgácselszívó és leválasztó)*

### **Nagyteljesítményű por/forgácselszívó és leválasztó berendezések**

- ezek a berendezések is csak szűrőházas kivitelben készülhetnek, de léteznek silóra építhető, sőt silóval egybeépített kivitelek is
- „szívott” és „nyomott” rendszerben is működtethetők, a szűrőháznak azonban csak az üzemi nyomásértékeket kell alakváltozás nélkül kibírnia
- ezen szűrőberendezések, silók nem létesíthetők méretezett robbanási nyomásleeresztő szerkezetek nélkül
- robbanási nyomáshullám levezetésére különböző megoldások léteznek: hasadótárcsák, nyílóajtók, stb..., azonban minden esetben gondoskodni kell arról, hogy a lefúvatás iránya ne veszélyeztessen személyt, vagy más technológiát
- a szűrőházat, silót el kell látni ún. „száraz oltóvezetékekkel” és vízpermetező rendszerrel
- a biztonság irányába tehetünk egy lépést, ha a szárazoltóvezetékét egy fűtött helyiségben elhelyezett és hő-, vagy hősebesség érzékelővel vezérelt mágnesszelepen keresztül rákapcsoljuk a vízhálózatra

**6. MELLÉKLET – POROS TECHNOLÓGIÁK**

---

- az elszívó és az esetlegesen visszatápláló csővezetéseket tűzvédelmi csappantyúkkal kell ellátni
- ha a megmunkálógépek között van olyan, amelyik üzemszerűen szikrát vagy izzó csomót (ezt a szaknyelv „glimmelés”-nek hívja) termel, akkor automatikus szikraérzékelő- és oltórendszerrel kell az elszívórendszert felszerelni (ezen megmunkálógépek: szalagcsiszoló, kontaktcsiszoló, sorozatvágó)
  - Megjegyzés: Ennek az előírásnak a teljesítése néha fizikai akadályba ütközik, amikor is a csővezeték hossza miatt nem építhető be az automatikus szikraoltó, mert a működéséhez szükséges távolságok nem biztosíthatók. Ilyenkor a veszélyt okozó gépeket célszerű leválasztani a nagy rendszerről és a védelmükről külön gondoskodni.



A fenti berendezésre példák a 30. sz. ábra gyűjteményen láthatóak.

#### ***1.1.4. Az új MSZ EN 12779:2005 szabvány és alkalmazása***

A szabvány a helyhez kötött telepített elszívóberendezésekre vonatkozik, amelyek fa, és lakkozott, vagy műanyaggal bevont fa megmunkálásakor keletkező port és forgácsot szívják el, választják le, és tárolják. Vonatkozik az elszívó ventilátorra, a csővezetékre, a ciklonra, a szűrőkre és a gyűjtőberendezésekre, így pl. a silókra is, azonban a silók kihordó (kitároló) berendezései nélkül. Az elszívóteljesítmény  $6.000 \text{ m}^3/\text{h}$  fölötti.

Nem vonatkozik a szabvány:

- a  $6.000 \text{ m}^3/\text{h}$  alatti elszívóteljesítményű helyváltoztatásra alkalmas, vagy helyiségbe helyhez kötött telepített elszívórendszerekre;
- a fával kombinált fém, műanyag laminált, műanyag, üveg, vagy kő megmunkálásától elszívó berendezésekre;
- a munkaegészségügyi előírásokra az elszívott, vagy visszakeringtetett levegőben;
- a  $K_{st} > 200 \text{ bar m/s}$  fölötti értékre konstruált berendezésekre (csak az St1 porrobbanási osztályra);



- a silók kihordószerkezeteire.

A szabvány részletesen tartalmazza az előadásunkban ismertetett alapvető követelményeket, ezekhez a szükséges számításokat közli, ábrákat, példákat tartalmaz.

Egyetlen – szerintünk igen fontos – előírás a szabványban csak ajánlásként maradt meg: az üzemszerűen szikrázást, „glimmelést” okozó berendezések elszívórendszereibe csak javasolják a szikraérzékelő- és oltórendszer beépítését, míg a korábbi szabványtervezetek, illetve az alapként felhasznált ZH 1/730 előírás ezt kötelezően előírta!

Sajnos ránk – a tanúsító, vizsgáló szakemberekre nézve ez azt fogja jelenteni, mintha mi a szabvány előírásain túlmenő, sajnos nem olcsó többletelőírást tennénk. A kockázatértékelés során azonban figyelembe kell vennünk azt, hogy normál üzemben, üzemszerűen kialakuló gyújtóforrásokról van szó, és annak porrobbanást iniciáló hatását lehetőleg meg kell akadályozni, azt pedig csak a szikraérzékelő- és oltórendszer képes!

## **1.2. Élelmiszeripar**

Az élelmiszeriparban a liszttel, a cukorral, a fűszerekkel, a kakaóval, kávéval dolgozó iparágak kisebb-nagyobb mértékben veszélyeztetettek a porrobbanás lehetősége által. Kezdve a gabonasilókkal, malmokkal, cukorgyárakkal és folytatva a sütődékkal, édesipari üzemekkel, valamint a fűszereket őrlő-kiszerező vagy felhasználó üzemekig a korszerűsítések és az automatizálás igénye a pneumatikus szállítási módok elterjedését hozta magával – ezzel azonban nőtt a porrobbanás lehetősége is. A korszerűsítések a termelékenységet is növelték, ebből adódóan a tárolt és feldolgozásra kerülő mennyiségek is nőttek, ami még jobban növelte a porrobbanásveszélyt.

A porrobbanások elleni védekezéshez nem állnak rendelkezésünkre külön élelmiszeripari szabványok – az itt alkalmazható védekezés azonos az éghető porokra vonatkozó általános előírásokban foglaltakkal. Ez azt is jelenti, hogy a faipari szabványok – mert ott készültek ilyen előírások – egyes előírásai, természetesen csak körültekintő egyeztetésekkel, de alkalmazhatók a megelőzés és védelem területén.

## 6. MELLÉKLET – POROS TECHNOLÓGIÁK

---

A veszélyek megítélésekor és a szükséges és elégséges védelem kialakításakor a következő szempontok alapján célszerű megvizsgálni a kérdéses technológiát:

Zárt rendszerű-e, illetve hol kell veszélyes mértékű üzemszerű anyagkilépéssel számolni.

- mennyire veszélyeztetik a rendszer (technológiai folyamat) elemei a közvetlen környezetüket
- a fentiek elemzése után el kell készíteni a zónabesorolást (MSZ EN 1127-1:2000 szerint)
- végig kell vizsgálni a teljes technológiai folyamatot a gyújtóforrások jelenléte szempontjából (MSZ EN 1127-1:2000 szabvány szerint)
- amennyiben a lehetséges 13 gyújtóforrás közül akár csak egy is nem zárható ki teljes bizonyossággal, akkor fel kell mérni, hogy milyen aktív vagy passzív robbanásvédelmi mód alkalmazható sikeresen az adott rendszerben

Megjegyzés: Ebből a felmérésből nem hiányozhat a technológiában részt vevő berendezések vizsgálata abból a szempontból, hogy a robbanásvédelmi módok közül melyik alkalmazható a berendezés konstrukciójához!

### 1.3. Gyógyszeripar

A gyógyszeriparban a porokkal kapcsolatos tevékenység két fő csoportra osztható:

- por alakú alapanyag gyártása, kiszerezése
- oldatok készítése szerves, vagy szervesetlen oldószerekből és porokból

Az első csoport szerinti tevékenység gyakorlatilag azonos az élelmiszeripari porokkal kapcsolatban tárgyaltakkal – így azoknál ugyanazon módszerekkel lehet vizsgálni a tűz- és robbanásvédelem kérdéseit. A második csoport már izgalmasabb kérdéseket vet fel, ugyanis a szerves oldószerek jelenlétében a porokkal való művelet már a hibrid-keverék megjelenését jelenti.

Szerencsénkre a gyógyszeripari folyamatok legnagyobb része inertizált technológiai folyamatban kerül megvalósításra, így gyakorlatilag csak azt kell vizsgálnunk, hogy az inertizálás mennyire megbízható módon kerül kivitelezésre. Miután az inertizálás az a módszer, amely az

égéshez/robbanáshoz szükséges oxigén jelenlétét zárja ki a technológiai folyamatból, ezért itt sem a koncentráció, sem pedig a gyújtóforrás jelenléte nem okoz fejtörést, ha az inertizálás folyamata megbízhatóan működik. Az inertizálásnak egy nagy veszélye van – az inertgáz kijutása esetén a környezetben dolgozó személyekre való mérgező hatás!

## **1.4. Textilipar**

A textiliparnak azok az ágazatai veszélyeztetettek porrobbanásveszély (vagy helyesebben szálrobbanásveszély) által, ahol az elemi szálak törésre, darabolásra kerülnek és itt a munkaegészségügyi követelmények következtében elszívórendszereket kell üzemeltetni. A veszélyforrások illetve a megoldások gyakorlatilag a faiparban alkalmazottakkal azonosak. Az egyetlen különbség az, hogy az alapanyagok itt nem csak természetes alapúak lehetnek, hanem többségében szintetikus alapúak, így lényegesen megnő az elektrosztatikus feltöltődésekből eredő gyújtás veszélye.

## **1.5. Műanyagok poraival folyó tevékenységek**

Porrobbanásveszély gyakorlatilag három tevékenység esetében áll fenn:

- felületbevonás műanyagporokkal vagy műanyag szálakkal
- műanyag (esetleg gumi) alkatrészek mechanikus megmunkálása
- szemcseszórás

### **Felületbevonás**

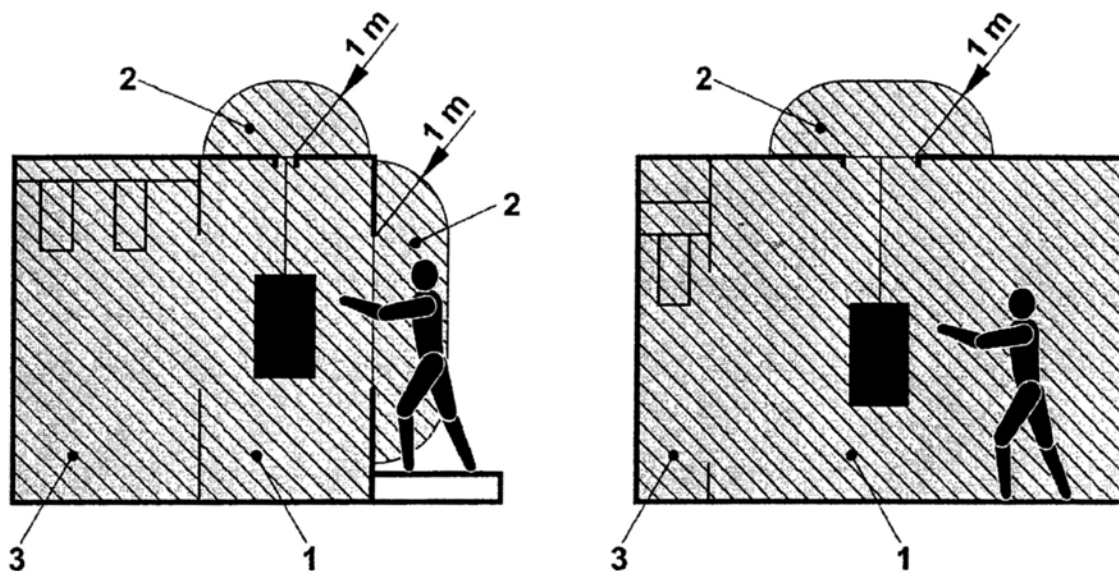
#### Elektrosztatikus porszórás

- az itt alkalmazott szóróberendezések gyújtásbiztonság szempontjából vizsgálatra kötelezettek – ekkor kizárhatók, mint gyújtóforrás
- a szórókabinokban nem alakulhat ki az ARH 50%-nál magasabb koncentráció – tehát nincs potenciális robbanásveszély
- az automatikus szórások esetében automatikus tűzelfojtó berendezést kell beépíteni – a tűz vagy robbanás kezdeti stádiumban megfogható



A prEN 12981:2004 szerinti zónabesorolás a 26. és 27. sz. ábrákon látható.

6. MELLÉKLET – POROS TECHNOLÓGIÁK

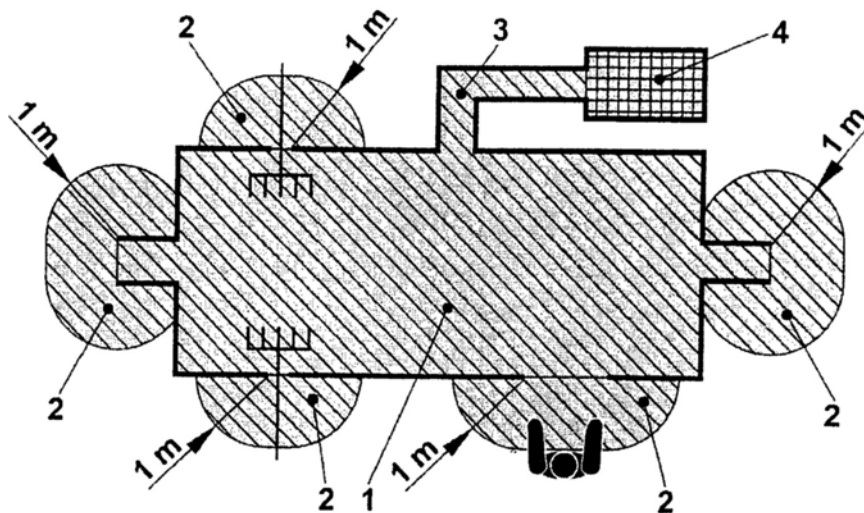


- 1 Belső tér: 22-es zóna
- 2 Üzemszerűen nyitott részek: 22-es zóna
- 3 Nyitott (patronos) porleválasztó: 22-es zóna

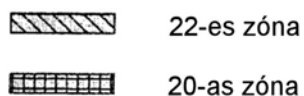
A.1. a.) - Porszóró kabin nyitott porvisszanyerő rendszerrel, a dolgozó kabinon kívülről szór

A.1. b.) - Porszóró kabin nyitott porvisszanyerő rendszerrel, a dolgozó a kabinban szór

26. sz. ábra (MSZ-05-20.0510-2:1992 szerinti zónabesorolás 4/4)



- 1 Belső tér: 22-es zóna
- 2 Üzemszerűen nyitott részek: 22-es zóna
- 3 Elszívó csővezeték: 22-es zóna
- 4 Zárt porvisszanyerő rendszer: 20-as zóna



A.2. - Porszóró kabin zárt porvisszanyerő rendszerrel

27. sz. ábra (MSZ-05-20.0510-2:1992 szerinti zónabesorolás 4/4)

## 6. MELLÉKLET – POROS TECHNOLÓGIÁK

---

A beépített – patronszűrővel ellátott – porszórási kabinok esetében a porleválasztó tér is a szórókabin része, így az is 22-es zóna besorolású.

A ciklonnal és utószűrővel felépített porvisszanyerő rendszerek esetében ezek az egységek 20-as zónába sorolt belső terűek.

A porszórási kabinokra vonatkozó prEN 12981:2004 szabványtervezet a számunkra és a szórást végző dolgozókra nézve is fontos kérdéseket nem válaszol meg, sőt, nem is ad rá előírást! Például:

- hogyan védhető meg a zárt kabin belső terében a dolgozó a nagy erőter káros hatásától
- mi a megoldás arra az esetre, amikor az automatikus porszóráshoz előírt automatikus robbanás megelőző rendszer működésbe lép, viszont pl. két szórást végző dolgozó is ugyanabban a kabintérben dolgozik

A konkrét – általunk is elfogadhatónak ítélt javaslatokkal meg kívánjuk várni a szabvány végleges kiadását, viszont azután valószínűleg a meg nem válaszolt kérdésekre úgy fogunk tudni választ adni, hogy a vizsgálatok során külön előírásokat fogunk tenni a hazai felhasználóknak ezen problémák biztonságos kezelése érdekében. Ehhez azonban szükségünk lesz a szakhatóságok közreműködésére is!

### Elektrosztatikus flockszórás

- az itt alkalmazott szóróberendezések gyújtásbiztonság szempontjából vizsgálatra kötelezettek – ekkor kizárhatók, mint gyújtóforrás
- miután a szórási technikánál nem alkalmazható elszívás, így a dolgozók munkaegészségügyi védelméről (a mellészóródó szálak leválasztásáról) egyedi módon kell dönten

### Fluidizálással történő porbevonás

- vagy elektrosztatikus feltöltéssel vagy a műanyagpor olvadási hőmérsékletére melegített tárgy „bemártásával” (rilzánózás) történik a bevonatkészítés
- itt általában az FRH fölötti a porkoncentráció – ezért nincs potenciális robbanásveszély

## **Mechanikus megmunkálások**

Gyakorlatilag a faiparban ismertetett módszerekkel elszívható és leválasztható a műveletek során keletkező por vagy szemcse. A védelem módszerei is azonosak a faiparban alkalmazottakkal.

### **Szemcseszórás**

Különlegesen érzékeny tárgyak felület-tisztítását végzik műanyagpor, esetleg csonthéjas magvak őrleménye segítségével (pl.: félvezetők lapjai, kommutátorok, stb...). A használt módszerek itt is azonosak a faiparban használatos módszerekkel – védelem módszerei is általában azonosak azzal.

## **2. Nem éghető, de robbanóképes porok által okozott veszélyek**

A nem éghető anyagok közül azoknak a porai robbanóképesek, amelyek hő, vagy egyéb energiaközlés hatására oxidációra képesek. Az oxidáció hevessége több körülménytől függ, ezek:

- szemcseméret (szabad felület)
- nedvesség (páratartalom)
- oxigénkoncentráció
- környezeti hőmérséklet
- gyújtóforrás energiája

Természetesen itt csak lebegő porok esetében beszélhetünk porrobbanásveszélyről.

A leggyakrabban előforduló veszélyhelyzetek az iparban a fémek megmunkálásakor – csiszolásakor, polírozásakor – a szemcseszórásos felülettisztítások során, illetve aprításkor, őrléskor állnak elő.

A védelem módjait mindig a konkrét technológia ismeretében, annak sajátosságait figyelembe véve kell kiválasztani. Az általánosan javasolt módszer a következő:

- hogyan védhető meg a zárt kabin belső terében a dolgozó a nagy erőter káros hatásától

**6. MELLÉKLET – POROS TECHNOLÓGIÁK**

---

- meg kell vizsgálni, hogy milyen veszélyt okozó porról van szó, annak milyen jellemzői vannak
- hol és milyen körülmények között keletkezik a por – hogy lehet első lépésként a veszélyt kiküszöbölni (pl.: nedves leválasztás, elszívás, kenőanyag, stb...)
- meg kell vizsgálni, a potenciális gyújtóforrások közül melyik és milyen módon van jelen – hogyan zárható ki
- Feltétlen tisztázásra szorul az a körülmény is, hogy előfordulhat-e hibrid keverék kialakulása, mert akkor teljesen új irányban kell keresni a védelem megoldásait. Hibrid keverék keletkezhet pl.:
  - magas hőmérséklettől, amely bontja a vizet (durranógáz)
  - magas hőmérséklet, amely pl. olajból, vagy kenőanyagból gőzfázist vált ki
  - szemcseszóráskor a felületen levő anyagból alakul ki robbanóképes keverék (pl.: festékmaradék, olajfolt, stb...)

Itt a hibrid keverék gyújtásra sokkal érzékenyebb alkotója képes porrobbanást előidézni olyan gyújtóforrás esetén is, amely a homogén porkeveréket normál körülmények között soha nem gyújtaná be.