



# Globális környezeti problémák és fenntartható fejlődés modul

## Környezeti elemek védelme I. Levegőtisztaság védelme

KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI AGRÁRMÉRNÖKI MSC  
TERMÉSZETVÉDELMI MÉRNÖKI MSC



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



# A porszenyezés és hatásai

15. előadás  
43.-45. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg





# A por fogalma és fajtái. Néhány fontosabb por fizikai tulajdonság. A porrobbanás

## 43. lecke





- A por elnevezést gyakrabban használjuk a levegővédelemben, mint az aeroszolt, bár mindkettő ugyanazt jelenti. A továbbiakban a port használjuk.
- Korábban a porok sokféleségét a származási helyük megjelölésével vették figyelembe; pl. szénpor, cementpor stb. A számtalan variációja napjainkig is megmaradt, de bővült egy új definícióval.

A por két vagy három fázisú, lebegő vagy laza halmazállapotú anyagokból álló diszperz rendszer, melynek (1 bar nyomáson és 20°C-os léghőmérsékleten) süllyedési sebessége  $< 3$  m/s, s vetületi mérete 2000  $\mu\text{m}$ -nél kisebb.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg





- Kétfázisúnak tekinthető a por, ha pl. hiányzik belőle a cseppfolyós halmazállapotú komponens.

Főbb kategóriái a szemcsék mérete alapján:

- Poros anyag- durvább szemcsézetnél jelentkezik
- Kolloid poroknak a legapróbb méretű szemcsézettel rendelkező anyagokat nevezzük, melyek rendkívül labilis képződmények. A kolloid poroknál a hordozó tulajdonságai dominálhatnak
- Lebegő porok részecskéinek mérete általában  $< 1 \mu\text{m}$ . Ezen anyagoknál számos technikai probléma szokott fellépni.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A méret szerinti csoportosításban létezik egy egészen új keletű lehetőség:
  - PM 10
  - PM 2,5
  - PM 0,1

A mértékegység mindhárom esetben a mikron. Az egyes kategóriák az adott határérték alatti részecskék arányát jelenítik meg; a PM 10 ezek szerint azt a pormennyiséget jelenti az összes porból, ahol a részecskék vetületi mérete  $10 \mu\text{m}$  alatti.

Az emberi hajszál átmérője mintegy  $60 \mu\text{m}$ .



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg







## A por szemcsézete

- A por méretének ismerete az egyik legmeghatározóbb porfizikai tulajdonság. Gyakori mutatója a por szemcsézete, mely nem más, mint egy adott méret kategóriába tartozó por-arány. A por kezelésében, leválasztásában alapvető fontosságú az ismerete.
- Amennyiben ábrázoljuk a különböző osztályközökben található tömeg %-os arányt, ún. hisztogramot kapunk, amelyből rátekintésre megállapítható az adott mérettartományban található frakció mennyisége. Kialakulására nagy hatással a két eltérő irányú erő(k) meghatározottsága van: az adhézió és a diszperzió aránya.







## Származás (eredet) szerinti csoportosítás

- Természetes porok kétfélék lehetnek
  - kozmikus és földi porok. A földi porok sokfélék, pl. talaj erózió, vulkán-tevékenység, szerves eredetű porok, erdőtüzek porai stb.
- Az ipari porok – minden ipari tevékenység porral jár. A sokféleség itt is tetten érhető; gyakorlatilag szinte annyiféle por van, ahány technológiával terméket állítunk elő.

### Levegővédelmi csoportosítás:

Lebegő (szálló) és ülepedő porok



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## Emberközelségben leggyakrabban fellép:

- Közlekedésből, a kipufogógázokban lévő anyagokból kémiai átalakulással képződve
- Kevesen ismerik, hogy a dohányzás a környezetünk egyik nagy porforrása. A finom aeroszol nemcsak annak az egészségét veszélyezteti, aki szívja a cigarettát!
- Gyakorlatilag minden ipari és mezőgazdasági tevékenység porforrásnak számít. Csupán a keletkező por mennyisége az, ami eltérő lehet.
- Az ipari tevékenységhez hasonlóan a háztartásban végzett néhány munka erős porforrás, kezdve akár a főzéssel és takarítással.







## Porrobbanás

- Ott, ahol a részecskék mérete kisebb mint  $100\mu\text{m}$ , a porrobbanás veszélye fokozott. Robbanás csak akkor következik be, ha annak mindhárom feltétele egyszerre van jelen a rendszerben:
  - Éghető anyag
  - Oxigén
  - Gyulladás hőmérséklet, gyújtási energia

Porrobbanás a két gyúlési határ közötti helyzetben következhet be.

- Alsó gyúlési határ azon a porkoncentráción van, mely alatt nem gyullad meg a por (kevés éghető anyag)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- Felső gyúlási határ- e felett az oxigén (levegő) hiánya miatt nem gyullad meg a por.

Az egyéb tényezők, mint pl.

- a víz jelenléte
- a hőmérséklet
- a nyomásviszonyok

Egyenként és együttesen is mind befolyásolják a porrobbanás folyamatát.

A robbanás = detonáció.







Az öngyulladás megelőzésére két dolgot tehetünk;  
vagy alacsonyan tartjuk a porkoncentrációt, vagy  
ugyanazt tesszük az oxigénkoncentrációval.

Elkerülhetetlen esetekben magunk szabályozzuk  
a robbanás bekövetkezésének helyét és idejét  
robbanófelületek kiképzésével.

Porleválasztó felületek nagysága a berendezés  
térfogatának ill. felületének %-ában adható meg.  
Értéke általában 4-5%.





# Példa a porrobbanásra. Porszennyezési helyzetkép. A por hatása a környezetre I. (ember)

## 44. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



# 111. ábra Porrobbanás kára kukorica szárítóban



[somogy.katasztrofavedelem.hu/hireink/archiv20...](http://somogy.katasztrofavedelem.hu/hireink/archiv20...)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

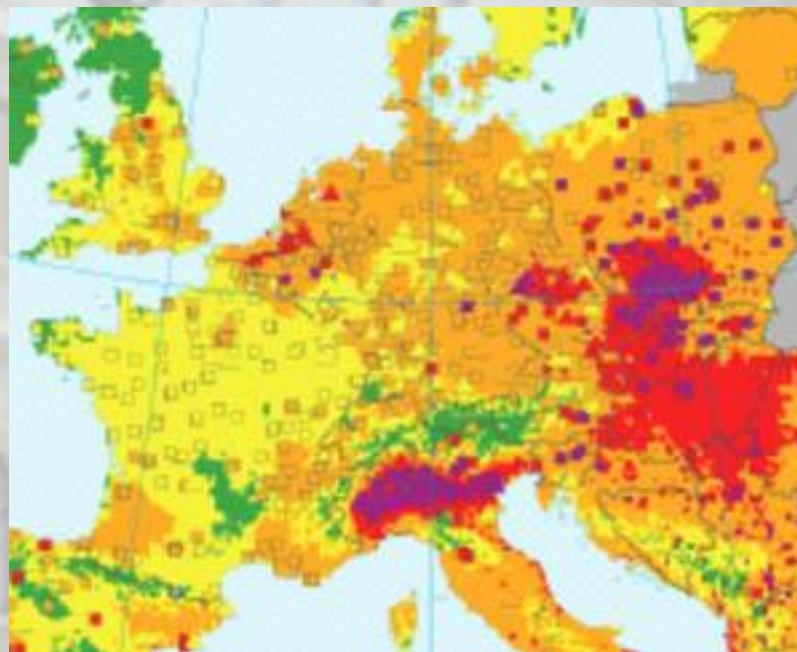


- Kaposfüreden 2006. okt. 24.-én egy szárító üzemben kb. 60 tonna kukoricát tartalmazó siló porrobbanás következtében rádőlt a mellette álló vezérlő épületre. A robbanás következtében kiömlő kukorica betemette a vezérlő épületet és maga alá temette a bent tartózkodó két személyt is. A kimentett személyeket átadták a mentősöknek, azonban életüket már nem sikerült megmenteni.
- A porrobbanás nem ritkán követel áldozato(ka)t!
- A 111. ábra a káresemény helyszínén készült az összedőlt épületről. Az anyagi kár meghaladta az 5 M Ft-ot.





# 112. ábra A porszennyezés mértéke Európában



[levego.hu/lelegzetnyi/0907.htm](http://levego.hu/lelegzetnyi/0907.htm)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A 112. ábrát a Levegő munkacsoport tette közzé némi kiegészítő magyarázattal.
- A Levegő munkacsoport tagjainak közleménye szerint a súlyosan egészségkárosító részecskeszennyezettség miatti halálozás Magyarországon a legmagasabb a 38 vizsgált európai ország között. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség tanulmánya szerint főleg a közlekedésből, a fűtésből és az ipari tevékenységekből származó porszennyezés miatt nálunk évente körülbelül 16 000 ember hal meg. Ezek az emberek átlagosan csaknem 10 évet veszítenek az életükből.



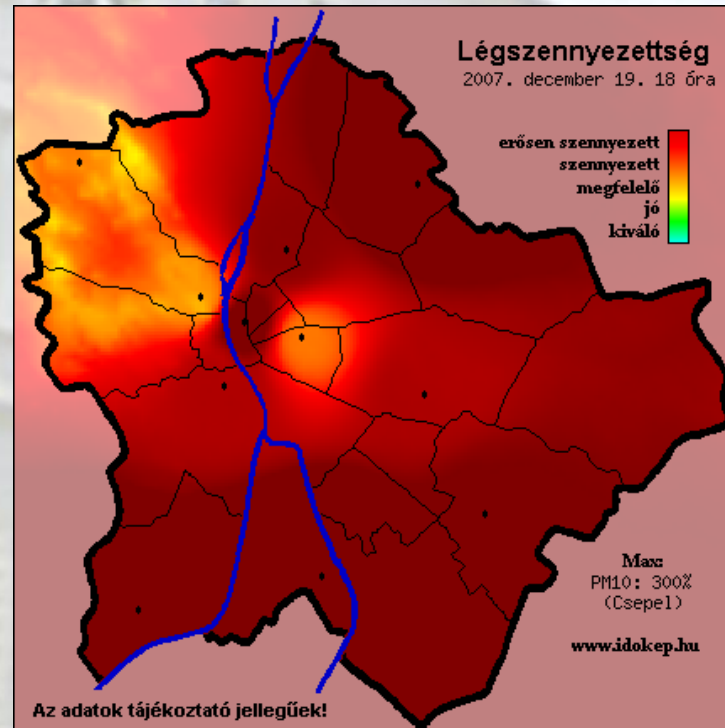


## 19. táblázat A hazai porszennyezés és annak ágazati eredete

Ágazat	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994
Lakosság	75.8	94.3	75.0	66.1	44.6	47.4	44.2
Szolgáltatás	12.2	13.9	11.0	13.6	11.1	7.2	10.4
Közlekedés	19.4	10.8	6.0	11.3	12.2	12.1	12.8
Hőerőművek	220.0	129.0	33.0	22.5	20.9	19.5	19.0
Egyéb hőtermelés	3.2	2.2	1.0	1.5	1.6	1.7	1.6
Ipar – fűtési eredetű			20.0	17.0	14.0	12.4	13.5
Ipar	239.1	232.9	-	-	-	-	-
Ipar – technológiai			51.0	59.8	49.8	50.0	48.0
Mezőgazdaság	6.9	8.5	8.0	6.7	5.4	6.3	5.9
<b>Összesen</b>	<b>576.6</b>	<b>491.6</b>	<b>205.0</b>	<b>198.5</b>	<b>159.6</b>	<b>156.6</b>	<b>155.4</b>

- Forrás: KSH évkönyv

# 113. ábra Budapest porszennyezettsége, amikor a szmogriadót már be kell jelenteni



<http://criticalmass.hu/files/szmog07dec19.png>



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



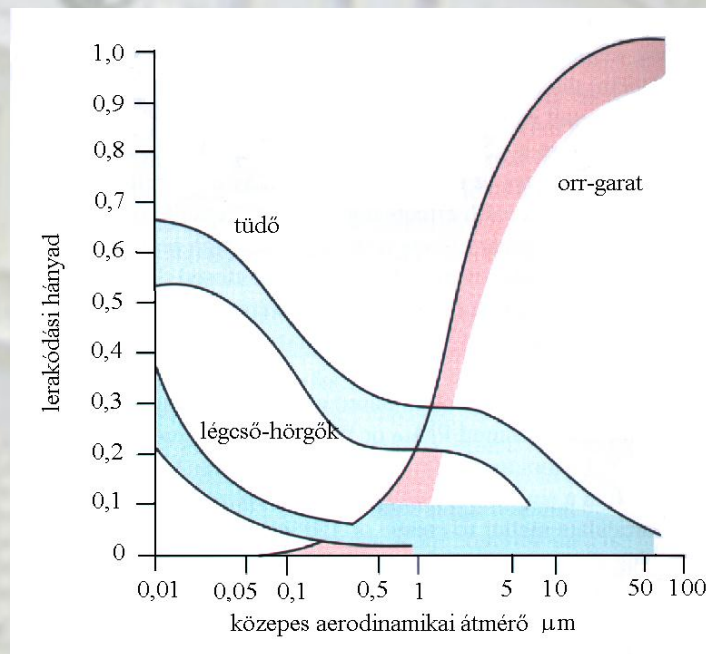


## A por hatása az emberre

- A por mérete és az emberi szervezetbe történő bejutása szoros kapcsolatban van egymással. A  $10\ \mu\text{m}$ -nél nagyobb részecskék csaknem teljes egészében, az ennél valamivel kisebb  $5\ \mu\text{m}$  körüliek 60-80 %-a benn marad az orrban, esetleg a garatig juthat el. Az  $1\ \mu\text{m}$ -nál kisebb részecskék mélyebben behatolhatnak a légző szervrendszerbe, s eljuthatnak akár a tüdőig is.
- Megfigyelések szerint a növekvő porkoncentráció hatással volt a légzőszervi, érrendszeri és rákos halálesetek, valamint a tüdőgyulladás, asztma és más légzőszervi megbetegedések számára.



# 114. ábra A por mérete és behatolása a légzőszervrendszerbe







## A szilikózis

Legsúlyosabb hatású a porok közül az ásványi kovasavat tartalmazó por, mely a közismert szilikózist okozza.

1. A bejutó kvarc kristály apró, s lejut a tüdőig, ahol a szövetnedvben feloldódik
2. A feloldódott anyag irritálja a tüdő kötőszövetét, s kötőszöveti szaporulatot hoz létre. Az irritált felszín miatt rendellenes keringés lesz, az alveolus fala kitágul, aminek hatására az aktív tüdőfelület csökken.
3. A csökkent lélegző felület  $O_2$  hiányos állapotot okoz, mely előbb-utóbb súlyos szívbántalomhoz vezet.
4. Szívbántalmak, korai halál együtt járnak.



# 115. ábra Beteg (szilikózisos) és egészséges tüdő



[www.teara.govt.nz/en/gold-and-gold-mining/4/6/1](http://www.teara.govt.nz/en/gold-and-gold-mining/4/6/1)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg





# A por hatása a környezetre II. (szilikózis, növények, állatok)

## 45. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A szilikózis napjainkban a foglalkozási betegségek 25%-át teszi ki. Mindenhol megjelenhet.

### Egyéb por-tünetek

- Nyálkahártya ingerlő (szem, felső légutak). Orrfolyás
- Köhögés, fulladás érzet, nehéz légzés.

Légzőszervi problémákkal küzdők állapotát tovább rontja. A bronchitis és az asztma megjelenése fokozódik

- A tüdő ellenálló-képessége csökken
- Toxikus anyagok (nehézfémek) és kórokozók hordozója is lehet a por (sajátos tünetek)







- Továbbá:
  - Ekcéma
  - a bőr felszínes gyulladása
  - hólyagosodás
  - bőrpír
  - duzzanat
  - nedvedzés
  - pörkképződés
  - hámlás
  - rendszerint viszketés stb.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## Veszélyeztetett munkások

- Építőipari dolgozók
- bányászat
- Robbantási folyamatokban dolgozók
- kőművesek
- kézművesek
- Üvegiparban dolgozók
- Kerámia iparban dolgozók
- Útépítés-javítás, karbantartás dolgozói
- Festékiparban dolgozók
- Vízvezeték, csővezeték szerelők



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## 116. ábra Szilikózis veszély



<http://www.hossleyembry.com/images/sandblast2.jpg>



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## Növényeken jelentkező hatások

Növényeken közvetlenül legtöbbször alig jelent károsítást – azért vannak kirívó esetek is -, hanem inkább a későbbi felhasználónál, pl. állat takarmányában fejt ki negatív hatását.

A növények felületére rakódva rontja a termék piaci értékét (gyümölcs minősége). A por a növény felületére tapadva csökkenti a sugárzás hasznosulását, a fotoszintézis intenzitását.

A növények növekedése visszaesik, fejlődése felgyorsul; kényszerérés következhet be. Terméscsökkenés is várható a minőségi problémák mellett.







- Az erdő nemcsak a talaj és a víz védelmében játszik szerepet, hanem a legjobb természetes porfogónak is számít. A légtisztító hatása főleg lakott területeken, azok közelében és az iparosodottabb vidékeken fontos. Az egyes fajok tűrőképessége változó.
- Jól bírja a magas porterhelést az óriás nyárfa, a vadgesztenye és a platán.
- Kevésbé tűrőképes a tölgy, a bükk és a fenyőfa.
- Az örökzöldek, többféle tuja tűrőképessége meglehetősen változó.
- A porfogók ültetésénél alapvető választási szempont, hogy önmaga ne termeljen allergén virágport!



# 117. ábra A korom, mint a közlekedés egyik leggyakoribb porforrása

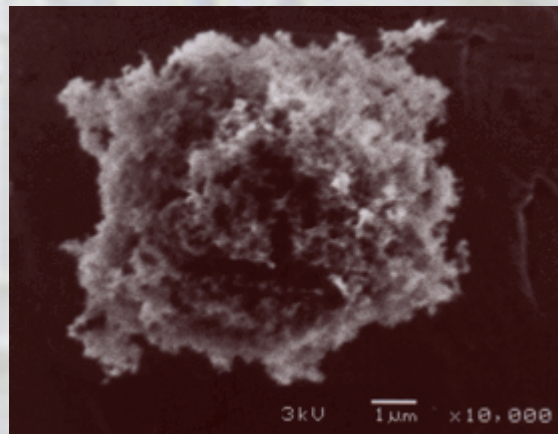


Image credit: D.M. Smith, University of Denver  
[www.earthinstitute.columbia.edu/news/2003/sto](http://www.earthinstitute.columbia.edu/news/2003/sto)

...





## Állatokon jelentkező hatások

- Leggyakoribb probléma a porral együtt érkező nehézfém megjelenés, mely az állatoknál súlyosabb tüneteket okoz, mint a növényeknél. Leggyakrabban az alábbi nehézfémek megjelenése várható a takarmányokban: Pb; Zn; F; As; Cd; Cr; V; Hg; Cu és Fe. Tünetek:
  - étvágytalanság, hasmenés, emésztési zavar, fogyás
  - ivari ciklus zavarai, vetélés, gyenge utódok
  - bőrszárazság, törékeny- vagy borzas szőrzet, bőrgyulladás, ekcéma
  - vitamin anyagcsere zavarai, paralízis
  - fogékonyság más betegségre (immunrendszeri problémák) stb.





## Üzemi porszennyezés csökkentés elvei (kültéri porszennyezés csökkentés)

- Üzem telepítésekor megfelelő helyszín megválasztása. A poros üzem legyen kellő távolságra a lakott területektől.
- Az uralkodó szélirány ismeretében tervezendő a nyílászárók tájolása. Az ajtók, ablakok mindig az uralkodó szélirányba nézzenek a megfelelő szellőzés biztosításához.
- Nagyon poros termelésnél zárt rendszerek alkalmazása szükséges.
- Megfelelő padló-burkolatot válasszunk.
- A jó rácsozat sokat segíthet a pormennyiség csökkentésében.







- Ahol a technológia része egy erősen porkeltő momentum, ott a nem porkeltővel együtt alkalmazva „tisztább” eredmény érhető el.
- Nagyon poros munkahelyen a kézi munka helyett gépesíteni szükséges
- Az elkülönített kezelés, külön terem alkalmazása is célravezető lehet.
- Az üzem területén a tisztaság folyamatos fenntartása sokat segíthet a környezet terhelésének csökkentésében. A takarítást minden nap szükséges végezni még akkor is, ha tudjuk, hogy másnap ugyanolyan poros lesz minden.





Debrecen Egyetem  
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és  
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem  
Georgikon Kar



Köszönöm figyelmüket!



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg