



MISKOLCI EGYETEM

---

**MŰSZAKI FÖLD- ÉS  
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI  
KAR**

**Tantárgy neve: Levegőtisztaság-védelem**

**MŰSZAKI FÖLD- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR BSc KÉPZÉS  
(nappali munkarendben)**

**TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ**

**MISKOLCI EGYETEM  
MŰSZAKI FÖLD- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR  
NYERSANYAGELŐKÉSZÍTÉS ÉS KÖRNYEZETTECHNOLÓGIA INTÉZET**

**Ajánlott félév: 6. félév**

## Tartalomjegyzék

1. Tantárgyleírás, tárgyjegyző, óraszám, kreditérték
2. Tantárgytematika (óraóra lebontva)
3. Minta zárthelyi
4. Vizsgakérdések
5. Egyéb követelmények

## 1. TANTÁRGYLEÍRÁS

Tantárgy neve: <b>Levegőtisztaság-védelem</b> Tárgyfelelős: <b>Prof. Dr. Faitli József</b> egyetemi tanár	<b>Tantárgy kódja: MFEET6218</b> <b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> <b>Nyersanyagelőkészítési és Környezeti</b> <b>Eljárástechnikai Intézet</b> <b>Tantárgyelem: K</b>
<b>Javasolt félév: 6.</b>	<b>Előfeltétel: GEFIT6102; GEMAN6218B;</b> <b>AKKEM6003</b>
<b>Óraszám/hét (ea+gyak): 2ea+1gy</b>	<b>Számonkérés módja (a/gy/k): aláírás,</b> <b>vizsga</b>
<b>Kreditpont: 3</b>	<b>Tagozat: nappali</b>

**Tantárgy feladata és célja:** A tárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék az ahhoz szükséges ismereteket, hogy az ipari tevékenység mellett is megőrizzük a levegő tisztaságát. A tárgy keretén belül a hallgatók megismerik a leggyakoribb légszennyező anyagokat, a vonatkozó törvényi előírásokat, a por- és gázszenyezések tisztításával kapcsolatos berendezéseket. Megszerzett tudásuk alapján képesek a megfelelő levegőtisztántartási módszer- eljárás és berendezés- kiválasztására, üzemeltetésére.

### **Fejlesztendő kompetenciák:**

Tudása:

- Ismeri a környezetvédelmi szakterület műveléséhez szükséges általános és specifikus matematikai, természet- és társadalomtudományi elveket, szabályokat, összefüggéseket.
- Korszerű informatikai ismeretek birtokában használni tud szakmai adatbázisokat és specializációtól függően egyes tervező, modellező, szimulációs szoftvereket.
- Ismeri a külfejtéses bányüzemekben és a hozzájuk kapcsolódó ásványelőkészítő művekben működő komplex rendszereket, azok irányításának módját.

Képes:

- Képes a környezeti elemek és rendszerek korszerű mérőeszközökkel történő mennyiségi és minőségi jellemzőinek alapfokú vizsgálatára, mérési tervek összeállítására, azok kivitelezésére és az adatok értékelésére.
- Képes víz-, talaj-, levegő-, sugár- és zajvédelmi, valamint hulladékkezelési és -feldolgozási feladatok javaslat szintű megoldására, döntés előkészítésben való részvételre, hatósági ellenőrzésre és e technológiák üzemeltetésében részt venni.
- Képes a műszaki földtudományi szakterület legfontosabb műszaki elméleteit, módszertani ismereteit az adott specializációhoz tartozó szakmai feladatok végrehajtásakor alkalmazni.
- Képes rendszerbe foglalva értelmezni a földtudományi szakterülethez kapcsolódóan megszerzett természettudományi elveket, összefüggéseket, ismeretanyagot.
- Képes a műszaki földtudományi szakterület adott specializációjának alapvető tervezési elveit, eljárásait rutinszerűen alkalmazni.

Attitűd:

- Felelősséggel vallja és képviseli a mérnöki szakma értékrendjét, nyitottan fogadja a szakmailag megalapozott kritikai észrevételeket.
- Megosztja tapasztalatait munkatársaival, így segítve fejlődésüket.
- Törekszik a műszaki földtudományi szakterületen alkalmazott legjobb gyakorlatok, új szakmai ismeretek, módszerek megismerésére.
- Törekszik kreatív megoldások megtalálására feladatának megoldása során.
- Motivált a gyakran változó munka-, földrajzi és kulturális körülmények közötti tevékenységek végzésére.

Autonómiája és felelőssége:

- Felelősséget vállal a társadalommal szemben a környezetvédelmi téren hozott döntéseiért.
- Munkáját a fenntartható természeti erőforrás gazdálkodás elveinek tiszteletben tartásával végzi.
- Önálló véleménnyel rendelkezik a földtudományi szakterület adott specializációját érintő szakmai kérdésekről.
- Felelősséget vállal a szakvéleményében közölt megállapításokért és szakmai döntéseiért, az általa, illetve irányítása alatt végzett munkafolyamatokért.
- Képesítésének megfelelően képes az önálló munkavégzésre, és beosztottak irányítására.
- Figyel beosztottjai szakmai fejlődésének előmozdítására, ilyen irányú törekvéseik kezelésére és segítésére.
- Képes a különböző társadalmi csoportok tagjaival együttműködést kialakítani.
- Az ágazati biztonsági szabályok ismeretében hozza meg döntéseit.

**Tantárgy tematikus leírása:** A levegőtisztaság védelmének története. A leggyakoribb szennyező anyagok, szennyező anyagcsoportok rendszerezése. Porok fizikai tulajdonságai. Légszennyezés elleni védekezési módok. A megfelelő munkahelyi levegő biztosítása. Az emisszió- és imisszió mérése. Törvényi szabályozás. Porleválasztók eljárás technikai méretezése. A por- és cseppleválasztás fizikai alapjai. Porleválasztó ciklonok. Nedves porleválasztók. Szűrő típusú porleválasztók. Az elektrosztatikus porleválasztók. Főbb gázhalmazállapotú légszennyezők és a leválasztásukra szolgáló eljárások és berendezések. Levegőtisztaság védelmi technológiák tervezésének alapjai, üzemeltetési kérdései.

**Félévközi számonkérés módja:** Az aláírás megszerzésének feltétele:

- 20 %-nál nem több órai hiányzás.
- Legalább elégséges zárthelyi dolgozat megírása.

**Értékelés:** Vizsga: Szóbeli vizsga alapján az alábbi szempontok szerint (ötfokozatú skála).

Alapvető ismereteknek nincs birtokában - **elégtelen**

Alapvető ismeretekkel rendelkezik - **elégséges**

Alapvető ismeretekkel rendelkezik, ezeknek gyakorlatban való alkalmazását is be tudja mutatni - **közepes**

Ismereteinek részterületeit rendszer szinten, azok összefüggéseiben ismeri - **jó**

Kiemelkedő részletességű, rendszerszintű ismeretekkel rendelkezik – **jeles**

**Értékelése:**

> 85%: jeles;

75 – 84%: jó;

63 – 74%: közepes;

50 – 62%: elégséges;

< 50%: elégtelen

**Kötelező és ajánlott irodalom:**

Tarján G.: Ásványelőkészítés II. Tk., Bp., 1989.

Tarján I.: A mechanikai eljárás technika alapjai. Miskolci Egyetemi Kiadó, 1997.

Szűcs I. - Kovács A. - Serédi Á. - Erőss M.: Ipari környezetvédelem 1993.

Fejes G. - Tarján G.: Vegyipari gépek és műveletek. Tk., Bp., 1979.

Faitli J. – Mucsi G. – Gombkötő I. – Nagy S. – Antal G.: Mechanikai Eljárás technikai Praktikum. Miskolci Egyetemi Kiadó, 2017.

Barry A. Wills, Tim Napier-Munn: Mineral Processing Technology. 2006 Elsevier Science & Technology Books ISBN: 0750644508

N.L. Weiss (ed): SME Mineral Processing Handbook; Kingsport Press 1985

## 2. TANTÁRGYTEMATIKA

### Levegőtisztaság-védelem Tantárgytematika (ÜTEMTERV) Aktuális tanév őszi félév

Földtudományi mérnöki, Nyersanyagelőkészítési szakirány BSc, 6. félév, törzsanyag tárgy

#### Előadás tematika

1.

Balesetvédelmi oktatás. Balesetvédelmi napló aláírása és a félévközi követelmények (gyakorlati jegy és aláírás megszerzésének feltételei) ismertetése a hallgatókkal. Mottó. A levegőtisztítás rövid története. Atmoszféra. A levegő összetétele. Védekezés koncepciója: aktív – passzív. Porok eredete: természetes (kozmosz – földi) – antropogén.

2.

Porszennyezés veszélyei: klimatikus – korróziós – egészségügyi hatás. Fotokémiai- fotofizikai- téli szmog. Emisszió – imisszió – transzmisszió. Szennyezők szétterjedésének differenciál egyenlete és közelítő megoldásai.

3.

Por definíciója. Porok jellemzői. Szemcsemozgás. Stacionér és instacionér szemcsemozgás levegőben. Brown mozgás – kontinuum közeg. Szemcsekörüli áramlási tartományok.

4.

Fajlagos elektromos ellenállás. Töltés. Nedvesedés. Tapadás - koagulálás. Égés, robbanás.

5.

Porimisszió- és emisszió gravimetriás és szemcseszám alapú mérése. Törvényi szabályozás.

6.

Porleválasztók méretezésének elvi alapjai. Környezetvédelmi (emisszió csökkentése) és technológiai alkalmazás. Az elválasztási szemcseméret, a teljes porkezelés és a Tromp függvény fogalma, mérése.

7 – 9. Porciklon felépítése működési elve. Sebesség és nyomáseloszlás porciklonban. Az egyensúlyi keringési sugár. A Ter Linden féle elválasztási szemcseméret modell. Porciklonok tipikus szétválasztási függvénye. Adott Tromp függvényű porciklon tervezése. Porciklonok nyomásvesztése. Perdületdiffúzor a nyomásesés csökkentésére. Multiciklonok.

10 - 11. Zsákos szűrők felépítése működési elve. A szűrési jelleggörbe. A szűrési jelleggörbe meghatározása mérésrel. Szűrőközeg kiválasztásának szempontjai. Szűrőközeg kiválasztása a jelleggörbe alapján. Zsákos szűrők nyomásvesztése.

12. Gázmosók felépítése működési elve. Az egyszerű kivitelű gázmosó torony felépítése. Az ütközési térfogat és a szükséges mosófolyadék mennyiségének a meghatározása. A Venturi mosók felépítése.

13. Az elektrofilterek felépítése működési elve. Süllyedési végsebesség elektrosztatikus térben, a Qulomb erő. A különbség az elektrosztatikus szeparátor és az elektrofilter között. Az ún. „legkedvezőtlenebb helyről induló” elválasztási szemcseméret modell.

## Gyakorlati tematika

1.

Balesetvédelmi oktatás. Balesetvédelmi napló aláírása és a félévközi követelmények (gyakorlati jegy és aláírás megszerzésének feltételei) ismertetése a hallgatókkal.

2-3.

A porimisszió számítása a „Sutton” modell segítségével különböző viszonyokra.

4 - 6.

Szemcsemozgás számítások. Instacionér és stacionér szemcsemozgások számítása levegőben.

7. Mérés Sartorius porgraviméterrel és koniméterrel.

8. Adott termék feladása egy ismert Tromp függvényű porleválasztóra, a két termék szemcseméret-eloszlásának és a kihozatalnak a számítása.

9. Mérési gyakorlat porciklon Tromp függvényének a mérésére.

10 - 11. Számítási feladatok porciklon elválasztási szemcseméretének, nyomásveszteségének, Tromp függvényének a számítására.

12. Gázmosók ütközési térfogatának és szükséges mosóvíz mennyiségének a számítása.

13. Számítás süllyedési végsebesség elektrosztatikus térben számítására.

### 3. MINTA ZÁRTHELYI

#### Zárthelyi feladat

##### Levegőtisztítás (BSc)

1. Egy kicsi piros gumilabdát leejtünk az erkélyről, a tizedik emeletről. A levegő hőmérséklete  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nyomása 1 bar, így sűrűsége és kinematikai viszkozitása:  $\rho_1 = 1,2\text{ kg/m}^3$ ,  $\nu_1 = 1,5 \cdot 10^{-5}\text{ m}^2/\text{s}$ . A gumilabda külső átmérője 8 cm, a gumi falvastagsága 1 mm, a gumi sűrűsége 1,3 kg/liter. Mekkora a labda süllyedési végsebessége?

2. Egy szabványos méretarányú porciklon örvénykereső csövének az átmérője  $d = 10\text{ cm}$ , a ciklonhenger átmérője  $D = 2,8 \cdot d$ ; a beömlő csonk szélessége  $b = 0,4 \cdot d$ , a beömlő csonk magassága  $1,2 \cdot d$ . Az adott cikloncsalád szétválasztási függvénye jó közelítéssel a Rosin-Rammler-Intelmann függvény, ahol a kitevő 0,9. A ciklon  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten és atmoszférikus nyomáson üzemel, a feladott por sűrűsége  $\rho_s = 1450\text{ kg/m}^3$ , ( $m = 0,8$ ), a beáramló levegő sebessége  $v_b = 20\text{ m/s}$ . a. Mekkora a ciklon elválasztási szemcsemérete? b. Mekkora a ciklon kapacitása? c. Mekkora a ciklon kihozatala a  $15 - 20\text{ }\mu\text{m}$ -es por szemcsefrakcióra?

3. A cementgyártás során a klinkerkemence füstgáztisztító rendszerébe új zsákos porszűrő berendezést szeretnénk beépíteni. A környezetvédelmi előírások miatt a porleválasztó portalanítási foka legalább 99,8 % -os kell, hogy legyen. A szűrőközeg kiválasztása érdekében 3 szűrőanyaggal elvégeztük a szűrési jelleggörbe kimérését. A laboratóriumi ventilátor állandó légáramot szállít, így a szűrési sebesség mindig  $u = 10\text{ cm/s}$  a szűrő áramlásra merőleges keresztmetszete  $A = 10\text{ dm}^2$ . A klinkerpor feladása vibrációs adagolóval történt, a feladás tömegárama állandó  $0,01\text{ g/s}$ . Minden egyes szűrőnél adott szűrési idő eltelte után megmértük a nyomáscsökkenést és a szűrőfelületre lerakódott por tömegét. Adatok:

Idő [h]	$m_I$ [g]	$\Delta p_I$ [Pa]	$m_{II}$ [g]	$\Delta p_{II}$ [Pa]	$m_{III}$ [g]	$\Delta p_{III}$ [Pa]
0	0	60	0	50	0	60
1	35,96	200	35,71	179,3	35,96	204,3
2	71,93	300	71,42	268,5	71,93	308,6
3	107,9	400	107,1	357,7	107,9	412,9

Határozza meg a szűrők  $S_R^*$ ,  $S_N$  és  $K$  paramétereit, ill. válassza ki a megfelelő szűrőt.



**A MINTA ZH MEGOLDÁSA** (a helyesen megadott válaszokra adható pontszámok feltüntetésével)

Levegőtisztaságvédelem

1./

$\Sigma$  20 p.



$$D_k = 8 \text{ cm} = 80 \text{ mm} = 0,8 \text{ dm}$$

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

$$D_b = 78 \text{ mm} = 0,78 \text{ dm}$$

$$V_k = \frac{D_k^3 \pi}{6} = \frac{0,8^3 \pi}{6} = 0,268 \text{ dm}^3$$

$$V_b = \frac{0,78^3 \pi}{6} = 0,248 \text{ dm}^3$$

$$V_G = V_k - V_b = 0,02 \text{ dm}^3$$

$$m_G = \rho_G \cdot V_G = 1,3 \cdot 0,02 = 0,026 \text{ kg}$$

$$\rho_{\text{levegő}} = \frac{0,026}{0,268} = 0,097 \text{ kg/dm}^3 \quad 4$$

$$X = 80 \text{ mm}$$

$$\rho_s = 0,097 \text{ kg/dm}^3$$

levegőben

$$v_0 = ?$$

fell. II. Newt.

$$v_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot X}{3 \cdot C_D} \cdot \frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,81 \cdot 0,08 \cdot \cancel{0,097} \cdot (97 - 1,2)}{3 \cdot 0,445 \cdot 1,2}}$$

$$v_0 = 13,7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad 4$$

$$Re_x = \frac{v_0 \cdot D \cdot \rho}{\mu} = \frac{13,7 \cdot 0,08 \cdot 1,2}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 7,3 \cdot 10^4 \quad 2$$

2.1

$$X_c = 3 \sqrt{\frac{V_p}{3 \left( \frac{S_s}{S_e} - 1 \right)}} \cdot 0,65^u \cdot \sqrt{\frac{b}{U_{be}}}$$

$$X_c = 3 \cdot \sqrt{\frac{1,5 \cdot 10^{-5}}{\frac{1450}{1,2} - 1}} \cdot 0,65^{0,98} \cdot \sqrt{\frac{0,04}{20}}$$

$$\cancel{4,10} \cdot 6,29 \cdot 10^5$$

4

$$d = \cancel{0,1} 0,1 \text{ m} \quad e, \quad X_c = 5,98 \cdot 10^{-6} \text{ m} \approx 6 \mu\text{m}$$

$$b = 0,04 \text{ m}$$

$$b, \quad \dot{Q} = A \cdot v = 0,04 \cdot 0,12 \cdot 20 = 0,096 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = 346 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad 2$$

$$c, \quad T(18 \mu\text{m}) = 1 - \exp \left\{ - \ln 2 \cdot \left( \frac{18}{6} \right)^{0,9} \right\}$$

$$T(18 \mu\text{m}) = \cancel{K} = 0,84 \Rightarrow \sim 84\%$$

4

## 4. VIZSGAKÉRDÉSEK

### Levegőtisztaságvédelem

1. Védekezés koncepciója: aktív – passzív. Porok eredete.
2. Szemcsemozgás levegőben. Stacionér és instacionér szemcsemozgás levegőben. Brown mozgás – kontinuum közeg. Szemcsekörüli áramlási tartományok.
3. Porimisszió- és emisszió gravimetriás és szemcseszám alapú mérése. Törvényi szabályozás.
4. Porleválasztók méretezésének elvi alapjai. Az elválasztási szemcseméret, a teljes porkihozatal és a Tromp függvény fogalma, mérése.
5. Porciklon felépítése működési elve. Sebesség és nyomáseloszlás porciklonban. Az egyensúlyi keringési sugár. A Ter Linden féle elválasztási szemcseméret modell. Porciklonok tipikus szétválasztási függvénye. Porciklonok nyomásvesztése. Perdületdiffúzor a nyomásesés csökkentésére. Multiciklonok.
6. Zsákos szűrők felépítése működési elve. A szűrési jelleggörbe. A szűrési jelleggörbe meghatározása mérésel. Szűrőközeg kiválasztásának szempontjai. Szűrőközeg kiválasztása a jelleggörbe alapján. Zsákos szűrők nyomásvesztése.
7. Gázmosók felépítése működési elve. Az egyszerű kivitelű gázmosó torony felépítése. Az ütközési térfogat és a szükséges mosófolyadék mennyiségének a meghatározása. A Venturi mosók felépítése.
8. Az elektrofilterek felépítése működési elve. Süllyedési végsebesség elektrosztatikus térben, a Qulomb erő. A különbség az elektrosztatikus szeparátor és az elektrofilter között. Az un. „legkedvezőtlenebb helyről induló” elválasztási szemcseméret modell.

## 5. EGYÉB KÖVETELMÉNYEK

### 1 mérési jegyzőkönyv.

A zárthelyi dolgozat írása és a vizsga közben a mobiltelefon használata tilos!

Miskolc, 2023. április 11.

Dr. Nagy Sándor  
intézetigazgató egyetemi docens

Prof. Dr. Faitli József  
egyetemi tanár