



ÉPÍTŐANYAGOK (MFBGT6403)

a Műszaki Földtudományi és Környezetmérnöki (B. Sc.) alapszakoknak

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

Miskolci Egyetem
Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar
Bányászat és Energia Intézet

Miskolc, 2025. február 4.

Érvényes: visszavonásig

Tantárgy neve: Építőanyagok angolul: Construction Materials Tárgyjegyző: Dr. Molnár József	Tantárgy kódja: MFBGT6403 Tárgyfelelős tanszék/intézet: Bányászat és Energia Intézet Tantárgyelem: K
Javasolt félév: 4.	Előfeltételek: Anyagismeret (GEMTT600100), Általános és szerves kémia 1. (AKKEM6001), Ásvány- és kőzettan (MFFAT6236)
Óraszám/hét (ea+gyak): 1+1	Számonkérés módja (a/gy/v): aláírás és gyakorlati jegy
Kreditpont: 2	Tagozat: nappali
<p>Tantárgy feladata és célja: A tantárgy célja – a hivatalos iratokban meghatározott kompetenciáknak megfelelően – az, hogy a hallgatókat megismertesse a bányászati tevékenység eredményeként előálló és értékesíthető primer építőanyagokkal, az ásványvagyon kutatásban, a bányászatban, a földalatti létesítmények építésében, a földmunkáknál, a mélyépítésben és a geotechnika más területein alkalmazott szerkezeti anyagokkal és azok műszaki jellemzésével. Kiemelt szerep jut a műszaki anyagjellemzőknek, melyeket számos más területen is ismerniük kell. Ugyancsak alapvető cél, hogy helyesen tudják kiválasztani az adott célra megfelelő szerkezeti anyagokat.</p> <p>Fejlesztendő kompetenciák: tudás:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áttekintően ismeri a nyersanyag-kitermelő ágazat felépítését, az ásványi nyersanyagok és felszín alatti vízkészlet megkutatására, kitermelésére és előkészítésére alkalmazott munkafolyamatokat, ezek sorrendiségét, a szakterületet érintő alapvető tervezési elveket és módszereket. • Ismeri a földtani közeget felépítő egységeket, ezeket rendszerbe tudja foglalni. <p>képesség:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Képes rendszerbe foglalva értelmezni a földtudományi szakterülethez kapcsolódóan megszerzett természettudományi elveket, összefüggéseket, ismeretanyagot. <p>attitűd:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Törekszik a műszaki földtudományi szakterületen alkalmazott legjobb gyakorlatok, új szakmai ismeretek, módszerek megismerésére. <p>autonómia és felelősség:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Munkáját a fenntartható természeti erőforrás gazdálkodás elveinek tiszteletben tartásával végzi. 	
<p>Tantárgy tematikus leírása: Bevezetés, a tárgy teljesítésének követelményei. Szerkezeti anyagok műszaki jellemzői (a műszaki jellemzés szabályozása, a jellemzők osztályozása és értelmezése). Szemcsés anyagok szemcseméretének jellemzése. Építési kompozitok (kompozitok fajtái és összetevői, szén hamu, kohósalak, hidraulikus cementkiegészítő anyagok). Nemhidraulikus kötőanyagok (agyagok, vízüveg, magnézia, építési mész és gipsz). Építési kőanyagok. Cementek. Betonok. Habarcsok. Bitumenek, aszfaltok. Szilikátkerámiák. Az anyag elsajátítását egy tervező feladat (kötelező) megoldása segíti.</p>	
<p>Félévközi számonkérés módja: A tárgy teljesítésére érvényesek a Bányászati és Geotechnikai Intézet által gondozott tantárgyak teljesítésének általános követelményei. A tárgyból két alkalommal van számonkérés: egy tervező feladat és egy zárthelyi dolgozat. Az aláíráshoz mindkettőnek legalább elégséges színvonalon kell sikerülnie. A gyakorlati jegy azonos a zárthelyi dolgozatra kapott osztályzattal. A tervező feladat számottevő mértékű órán kívüli munkát kíván meg az oktatótól és a hallgatóktól egyaránt.</p> <p>Értékelése: > 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.</p>	

Kötelező és javasolt irodalom jegyzéke:

Kötelező irodalom: A kötelezően elsajátítandó anyaghoz való irodalmat a tárgy oktatója a tárgy hallgatóinak rendelkezésére bocsátja.

- Darling, Peter (editor): SME Mining Engineering Handbook. Third Edition. Published by Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Printed in the United States of America, 2011

Javasolt irodalom:

- Balázs György: Építőanyag praktikum. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985.
- Balázs György: Beton, vasbeton. I. kötet: A beton története. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1995.
- Palotás László: Mérnöki szerkezetek anyagtana. I. kötet: Általános anyagismeret. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979.
- Palotás László: Mérnöki szerkezetek anyagtana. II. kötet: Fa, kő, fém, kötőanyagok. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979.
- Palotás László – Balázs György: Mérnöki szerkezetek anyagtana. III. kötet: Beton, habarcs, kerámia, műanyag. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979.

A tanulmányi félév során tárgyalt témák

A félév során oktatási szünettel is számolunk, mely munkaszüneti napok, valamint a rektor vagy a dékán által elrendelt szünet miatt lehet.

Előadások:

naptári hét	téma
7.	Bevezetés, a tárgy teljesítésének követelményei. Szerkezeti anyagok műszaki jellemzői (a műszaki jellemzés szabályozása, a jellemzők osztályozása és értelmezése) – 1.
8.	Szerkezeti anyagok műszaki jellemzői – 2.
9.	Szerkezeti anyagok műszaki jellemzői – 3.
10.	Szemcsés anyagok szemcseméretének jellemzése.
11.	Építési kompozitok (kompozitok fajtái és összetevői, szén hamu, kohósalak, hidraulikus cementkiegészítő anyagok).
12.	Nemhidraulikus kötőanyagok (agyagok, vízüveg, magnézia, építési mész és gipsz).
13.	Építési kötőanyagok.
14.	Cementek.
15.	Betonok.
16.	Zárthelyi dolgozat írás
17.	Oktatási szünet
18.	Oktatási szünet
19.	Habarcsok. Bitumenek, aszfaltok.
20.	Szilikátkerámiák.
21.	Összefoglalás, konzultáció

Gyakorlatok: A gyakorlatok témái az előadásokéival *szinkronban* vannak. Azok gyakorlati kérdéseivel foglalkoznak

Néhány példa a félévközi zárthelyi dolgozatban előforduló kérdésekre és feladatokra**Néhány minta kérdés:**

1. Mit nevezünk az építőanyagok vizsgálatakor mintának?

Válasz: A minta az alaphalmazból kivett rész, melyen a minősítő mérést elvégzik. A kapott eredményekből következtetnek az alaphalmaz vizsgált tulajdonságára. A mintától elvárják, hogy reprezentáns legyen, azaz hogy tükrözze az alaphalmaz megfelelő tulajdonságát.

2. Hogyan értelmezzük a zúzottkövek kopásállóságát?

Válasz: A zúzottkő mintát forgó (Deval- vagy Los Angeles) dobban koptatják. A kopásállóság mértékét a minta relatív tömegcsökkenése adja.

3. Mik az építési kompozitok?

Válasz: Olyan (szilárd) építőanyagok, melyek legalább két komponensből épül fel úgy, hogy benne alkotóelemei felismerhetők. Gyakoribb fajtái: szemcsés, szálal, lemezes, felületi réteges kompozitok, tartós habok.

4. Miért nevezzük a portlandcementeket hidraulikus kötőanyagoknak?

Válasz: A cementeket azért nevezzük hidraulikus kötőanyagoknak, mert a vízzel kémiai reakcióba lépve levegő híján (akár víz alatt) is képesek megszilárdulni.

5. Mik a betonok?

Válasz: A betonok rendszerint cementkő mátrixú, szemcsés (általában homokoskavics) adalékanyagú kompozitok, melyek teherhordó szerkezetek készítésére alkalmasak.

6. Mik a homogén portlandcementek?

Válasz: A tiszta (homogén) portlandcementek (CEM I) a klinker mellett a kötőanyagot szabályozó gipszkövnél kívül legfeljebb 5 m% hidraulikus cementkiegészítő anyagot tartalmaznak.

Mintafeladatok és megoldásaik:

A felsorolt mintafeladatokból és a tárgyban ismertetett hasonló nehézségű feladatokból a zárthelyi dolgozatokban akkora rész szerepel, hogy 6 kérdés megválaszolására és két feladat megoldására a felkészült hallgatóknak 50 percnyi idő elegendő legyen.

1. Szitaelemzéssel meghatározzuk egy homokoskavics minta szemcseeloszlási jellemzőit. A méréshez használt sziták sorozatának lyukméreteit x_i -vel, a mérés végén az egyes szitákon levő szemcsefrakciók tömegeit m_i -vel jelöljük (lásd a táblázat 1. és 2. oszlopában). Határozza meg a homokoskavics empirikus szemmagyság eloszlás- és sűrűségfüggvényét, átlagos szemmagyságát és a szórását!

Megoldás: A homokoskavics szitaelemzésének eredményei és a minta szemcseeloszlásának statisztikai jellemzőinek számításai a táblázatban a 3. oszloppal kezdődően olcshatók (a *-gal jelölt mennyiségek becslt értékek).

szita lyukmérete, x_i (mm)	a szemcsefrakció tömege, m_i (kg)	a szemcsefrakció tömegtörtje, m_i/m (-)	a szemmagyság empirikus eloszlás értéke, F_i (-)	a szemcsefrakció terjedelme, $\Delta x_i = x_{i+1} - x_i$ (mm)	a szemmagyság empirikus sűrűség értéke, $f_i = m_i / (m \cdot \Delta x_i)$ (mm^{-1})	a szemcsefrakció közepes mérete, $x_{ik} = (x_{i+1} + x_i) / 2$ (mm)
0*	0,100	0,050	0,000	1*	0,050*	0,5*
1	0,250	0,125	0,050	1	0,125	1,5
2	0,250	0,125	0,175	2	0,0625	3
4	0,350	0,175	0,300	2	0,0875	5
6	0,450	0,225	0,475	2	0,1125	7
8	0,550	0,275	0,700	4	0,06875	10
12	0,050	0,025	0,975	2*	0,0125*	13*
14*	$m = 2,000$ kg		1,000			

A szemcsefrakciók tömegeinek összege 2,000 kg. A szemmagyság átlaga $\bar{x} = 6,1125$ mm, empirikus szórása $\sigma = 3,3438$ mm.

2. Szitaelemzéssel meghatároztuk egy homokoskavics minta szemcseeloszlási jellemzőit, melyek a táblázatban olvashatók. Az anyagot 4 mm elválasztási határu szitán tökéletesen szétválasztjuk. Határozza meg a felső termék és az altermék tömegtörtjét, átlagos szemmagyságát, empirikus szórását

és fajlagos felületét! A fajlagos felület becslésekor $\rho = 2700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ testsűrűséggel és $k = 1,4$ alak tényezővel számoljon!

Megoldás: A 4 mm-nél tökéletesen szétválasztott szemcsés anyag felső és alsó termékeinek szemcsefrakciói és azok empirikus jellemzői a megfelelően kettéosztott táblázat alsó és felső részén vannak. A felső és az alsó termék frakciói a hármas vonal alatt illetve fölött találhatóak. A *-gal jelölt mennyiségek becslött értékek.

szita lyukmérete, x_i (mm)	a szemcsefrakció tömege, m_i (kg)	a szemcsefrakció tömegtörtje, m_i/m (-)	a szemmagyság empirikus eloszlás értéke, F_i (-)	a szemcsefrakció terjedelme, $\Delta x_i = x_{i+1} - x_i$ (mm)	a szemmagyság empirikus sűrűség értéke, $f_i = m_i / (m \cdot \Delta x_i)$ (mm^{-1})	a szemcsefrakció közepes mérete, $x_{ik} = (x_{i+1} + x_i) / 2$ (mm)
0*	0,100	0,050	0,000	1*	0,050*	0,5*
1	0,250	0,125	0,050	1	0,125	1,5
2	0,250	0,125	0,175	2	0,0625	3
4	0,350	0,175	0,300	2	0,0875	5
6	0,450	0,225	0,475	2	0,1125	7
8	0,550	0,275	0,700	4	0,06875	10
12	0,050	0,025	0,975	2*	0,0125*	13*
14*	$m = 2,000 \text{ kg}$		1,000			

Ebben az esetben a táblázat két része két külön mintának tekinthető, melynek szemcseeloszlási jellemzőit pontosan úgy kell meghatározni, mint ahogy az a 2.1. példában olvasható. Az altermékre (homok) a 0 mm, az 1 mm és a 2 mm, a felső termékre (kavics) a 4 mm, a 6 mm, a 8 mm és a 12 mm lyukméretű szitán levő frakciókkal számolhatunk. Így az altermék jellemzői:

- tömege: $m_A = 0,600 \text{ kg}$
- átlagos szemmagysága: $\bar{x}_A = 1,5983 \text{ mm}$
- empirikus szórása: $\sigma_A = 0,9456 \text{ mm}$
- fajlagos felülete: $a_{fA} = 2,3333 \text{ m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$

a felső termék jellemzői:

- tömege: $m_F = 1,400 \text{ kg}$
- átlagos szemmagysága: $\bar{x}_F = 7,8929 \text{ mm}$
- empirikus szórása: $\sigma_F = 2,2415 \text{ mm}$
- fajlagos felülete: $a_{fF} = 0,5231 \text{ m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$

3. A magnézit termikus disszociációját a $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CO}_2$ reakcióegyenlet írja le. Az egyenletben szereplő három vegyület moláris tömegei rendre $M_{\text{MgCO}_3} = 84,31435 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M_{\text{MgO}} = 40,3044 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ és $M_{\text{CO}_2} = 44,00995 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, ugyanezen vegyületek (standard) képződéshő $\Delta H_{\text{MgCO}_3}^0$ (s) = $-1095,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, ΔH_{MgO}^0 (s) = $-601,70 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, és $\Delta H_{\text{CO}_2}^0$ (g) = $-393,51 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Döntse el, hogy a reakció endoterm vagy exoterm, valamint határozza meg a termék egységnyi tömegének előállításakor szükséges vagy keletkezésakor felszabaduló hőt! Számítsa ki az egységnyi tömegű magnézia előállításakor a reakcióban keletkező szén-dioxid tömegét!

Megoldás: A reakció endoterm (hőelnyelő), mert a reakcióhő $\Delta H = \Delta H_{\text{MgO}}^0$ (s) + $\Delta H_{\text{CO}_2}^0$ (g) - $\Delta H_{\text{MgCO}_3}^0$ (s) = $+100,59 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ pozitív. A magnézit nyersanyag egységnyi tömegére számított hőigény $\Delta H/M_{\text{MgCO}_3} = 1,193 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, ha a hővesztéssel nem számolunk. A magnézia termék egységnyi tömegére $\Delta H/M_{\text{MgO}} = 2,4958 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ hőigény adódik. Az égetési reakció eredményeként várható szén-dioxid emisszió fajlagos értéke ugyancsak egységnyi tömegű magnéziára számítva $M_{\text{CO}_2}/M_{\text{MgO}} = 1,0919 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Tervező feladat

A tervező feladatot órán kívüli munkával, de a tanórákon biztosított konzultációkkal kell megoldani. A feladat szövegét és az egyes hallgatóknak a személyre szabott adatokat a tárgy oktatója elektronikus formában bocsátja a hallgatók rendelkezésére. A feladat részletei olyan jellegűek, hogy azok zárthelyi dolgozatra (lásd a zárthelyi dolgozattal kapcsolatos részt) és egyben a későbbi szakmai életre készítik

fel az azt önálló munkával megoldókat. A tervező feladat megoldása időben megelőzi a zárthelyi dolgozatot.

A záróvizsgán minimálisan szükséges ismeretek a tárgyból

A Műszaki földtudományi (B. Sc.) alapszak bányá- és geotechnikai szakirányán ebből a tárgyból a következő záróvizsga kérdésekben szerepelnek tételes ismeretek:

- **A kőbányászat fejtésmódjai.** Termékei az építőipar és az építőanyag ipar számára.
- **Vízszint alóli kavics termelés.** Fejtés és szállítás. A jövesztés és a szállítás rendszerei és berendezései. Termékei az építőipar és az építőanyag ipar számára.

Miskolc, 2025. január 4.

Dr. Szunyog István
egyetemi docens
intézetigazgató

Dr. Molnár József
egyetemi docens
a tárgy jegyzője, a műszaki földtudományi
alapszak bányá- és geotechnika mérnök
specializációjának felelőse