

**Intézmény:** Budapesti Műszaki Egyetem

**Kar:** Építészmérnöki Kar

**szak:** A Kar összes képzése számára

**tárgy jellege:** szabadon választható

## TANTÁRGY ADATLAP

### és tantárgykövetelmények

dátum: 2016. május 25.

- 1.) **A tantárgy címe:** Épületszerkezetek transzportfolyamatai II.  
**A tantárgy angol címe:** Transport processes of building constructions - Part II.

2.)	tárgykód (a kari adminisztrátor tölti ki)	szemeszter (választható tárgynál: 0)	követelmény (ea+gyak+lab   a/f/v/s <sup>1</sup> )	kredit pont	az oktatás nyelve	tárgyfélév <sup>2</sup>
	BMEEP...	-	1+1+0 v	2	magyar	1/1

- 3.) **Tantárgyfelelős személy:** dr. Dobszay Gergely  
**tantárgyfelelős tanszék<sup>3</sup>:** Épületszerkezettani Tanszék

- 4.) **A tantárgy előadója:**

név	beosztás	tanszék, intézet
dr. Dobszay Gergely, Bakonyi Dániel	egy. docens, egy. tanársegéd	Épületszerkezettani Tanszék

- 5.) **A tantárgy az alábbi témakörök ismeretére épít:**

Épületszerkezettan, Épületfizika, Matematika

- 6.) **A tantárgy kötelező/ajánlott előtanulmányi rendje:**

Neptunkód	Tárgycím	Előtanulmányként
BMETE90AX34	Építész Matematika II.	ajánlott
BMEEPEGA301	Épületfizika	ajánlott
BMEEPESA101	Bevezetés az épületszerkezettanba	ajánlott
BMEEPES....	Épületszerkezetek transzportfolyamatai I. aláírás megléte	ajánlott

**Tematika ütközés miatt a tantárgyat csak azok vehetik fel, akik korábban nem hallgatták a következő tárgyakat:**

-	-
---	---

<sup>1</sup> a=aláírás, f= félévközi jegy, v=vizsga, s=szigorlat

<sup>2</sup> (egy féléves tárgynál 1/1, többféléves tárgynál adott/összes)

<sup>3</sup> Egy tárgy csak egy tanszékhez rendelhető!

## 7.) A tantárgy célkitűzései:

Az épületszerkezetek fejlődésével egyre kevésbé kielégítő az azok belsejében lejátszódó összetett transzportfolyamatok egyszerű ökölszabályokkal való közelítése a tervezés folyamán. A tárgy célja a tömör és transzparens épületszerkezetekben lejátszódó folyamatok minél valóságosabb számítására szolgáló HAM (Heat Air Moisture, azaz hő-, nedvesség- és légáramlás) modellek használatához szükséges minimális elméleti és gyakorlati tudás átadása.

A második tantárgy keretében a hallgatók különféle csatolt hő- nedvesség- és légáramlási problémák kapcsán ismerkednek meg a transzportfolyamatok modellezésének matematikai és fizikai alapjaival, a csatolt parciális differenciálegyenletek megoldásához szükséges numerikus módszerekkel.

Az Épületszerkezetek Transzportfolyamatai I. tantárgy anyagára építve, azokat a páradiffúzió, kapilláris nedvességvezetés, nedvességkapacitás stb. leírásához szükséges fizikai és matematikai ismeretekkel kiegészítve ismerkednek meg a hallgatók az opak szerkezetek higrotermikus viselkedésének modellezésével, az arra használható számítógépes programokkal. A programismertetéseken túl sor kerül az azok sikeres használatához elengedhetetlenül szükséges további ismeretek átadására is (numerikus hiba, konvergencia problémák, anyagjellemzők és peremfeltételek bizonytalanságának kezelése, szenzitivitás vizsgálat, MonteCarlo szimuláció).

A hallgatók a gyakorlati és féléves feladatok során konkrét tervezési feladatokkal sajátítják el hogy hogyan tudják kihasználni a számítógépes szimulációk által kínált lehetőségeket az épületszerkezettani tervezésben.

## 8.) A tantárgy részletes tematikája:

### • Bevezetés (előadás)

Rövid épületfizikai ismétlés: a nedves levegő tulajdonságai, páratartalom, ideális gáztörvény, H-X diagram. Az energia és nedvességáramlással összefüggő jelenségek az épületszerkezetekben. A szerkezetek higrotermikus szimulációjának céljai. Klimatikus adatok.

### • HAM modellezés elméleti alapjai 1 (előadás)

Az építőanyagok nedvességtartalma: bevezetés, alapfogalmak, szorpció, szorpciós izoterma. Páradiffúzió: Fick törvénye, az építőanyagok páradiffúziós ellenállásának számításának módjai. Stacioner páradiffúziós számítások: Glaser módszer és a nedvességtárolással implicit módon kiegészített Glaser módszer. A módszerek alapfeltevései, elhanyagolásai és az érvényességi körük.

### • HAM modellezés elméleti alapjai 2 (előadás)

Az építőanyagok nedvességtartalmáról részletesebben: a mögöttes fizikai jelenségek, az építőanyagok mikroszkopikus szerkezete, nedvességtechnikai csoportosításuk, porozitás, póruseloszlás, szabad és maximális vízfelvétel, Kelvin törvény és a kapillaritással kiegészített nedvességtartalom függvény. Nedvességkapacitás. A nedvességfelvétellel kapcsolatos anyagjellemzők mérése.

### • HAM modellezés elméleti alapjai 3 (előadás)

A páradiffúzió modellezésének részletei, felületi diffúzió, nedvességtartalom függő páradiffúziós ellenállás. Kapilláris nedvességvezetés: jelenségek, felületi feszültség, kapilláris szívás és emelkedés, vízfelvétel és vízfelvételi tényező, kapillárköteg modell, az anyagok valós mikroszerkezete és a kapillaritás pontosabb modellezési lehetőségei. A számításokhoz szükséges transzporttulajdonságok mérése. Csapóeső.

- **HAM modellezés elméleti alapjai 4 (előadás)**

A nedvességvezetés differenciálegyenletének levezetése Künzel alapján. A nedvességvezetés hőmérséklet függése. A hővezetés nedvességtartalom függése. A hővezetés egyenletének kiegészítése, a hő és nedvességvezetés kapcsolt differenciálegyenlet rendszere. A HAM egyenletek numerikus megoldásának speciális problémái.

- **HAM modellezés gyakorlata 1 (gyakorlat)**

Egyszerű páradiffúziós számítás gyakorlat (Glaser módszer, magyar szabvány szerinti számítás). HAM modellezés gyakorlat (Fraunhofer IBP Wufi Pro / 2D, EPICAC). Hálózás. A program különböző modellezési lehetőségeit egymás után bekapcsolva bemutatható az egyes fizikai folyamatok jelentősége, az eltérés a leegyszerűsítő modellektől.

- **HAM modellezés gyakorlata 2 (gyakorlat)**

Épületszerkezetek higrotermikus viselkedésének szimulációja több gyakorlati példán keresztül. A számítások ellenőrzésének lépései: konvergenciahibák ellenőrzése, eredmények hihetősége, hálófüggőség vizsgálat. Az eredmények kiértékelése: teljes nedvességtartam vizsgálata, kiszáradási potenciál, nedvességáramok, kritikus pontok és rétegek, stb. Tapasztalatok levonása, alternatív tervezési javaslatok és összehasonlításuk.

- **Laborlátogatás (elmélet)**

A higrotermikus anyagtulajdonságokkal kapcsolatos anyagjellemzők méréseinek rövid bemutatása.

- **HAM modellezés további kérdései 1 (előadás)**

Kitekintés a konvektív áramokkal kiegészített HAM modellezésre: konvektív hő- és nedvességáramok, Darcy törvénye. Empirikus és félempirikus filtrációs modellek a szerkezetek légzárósági hibákkal szembeni ellenállóságának megítélésére. Entalpiaáramok, fázisváltás, fagyási-olvadási ciklusok. A szerkezeti fagykárosodás megítélésének lehetőségei.

- **HAM modellezés további kérdései 2 (előadás)**

A penészesedés higrotermikus modellezése. Sedlbauer és Viitanen penészesedés modelljei. Hiszterézis szerepe a nedvességkapacitásban. Hiszterézis modellek.

Kitekintés a helyiség és épület szintű higrotermikus modellezésre: a tömör térelhatároló szerkezetek nedvességkapacitásának szerepe a belső levegő nedvességtartalmának számításában. Effektív kapacitás, effektív nedvességbehatolási mélység (EMPD) és csatolt HAM modellek.

- **HAM modellezés gyakorlata 3 (gyakorlat)**

További gyakorlati példák. Infiltráció mint nedvességforrás. Penészesedési vizsgálatok. További posztprocesszási lehetőségek. Bizonytalanságok kezelése (elmélet)

A számításokhoz szükséges anyagtulajdonságokban és peremfeltételekben elkerülhetetlenül meglévő bizonytalanságok kezelésének lehetőségei. A modellek szenzitivitás vizsgálata: lokális és globális módszerek, elemi hatások módszere. Monte Carlo szimuláció elmélete és gyakorlata.

- **Esettanulmányok**

A higrotermikus modellezés használatának bemutatása, fontosságának szemléltetése a tervezési gyakorlatból vett példákon keresztül.

**9.) A tantárgy előadásának módja:** Előadás és gyakorlat jellegű foglalkozások felváltva

**10.) Követelmények:**

a) A szorgalmi időszakban (az aláírás megszerzésének feltételei):

A jelenlét a tanórák 70%-án kötelező (TVSz 13.§ alapján). Ezt az oktatók rendszeresen ellenőrzik, hiányzás esetén orvosi igazolás elfogadott.

Egy kisebb és egy nagyobb méretű önálló (otthoni) modellezéssel alátámasztott tervezési feladat határidőre történő teljesítése.

A tárgy teljesítéséhez a gyakorlati órákon saját számítógép biztosítása és a szükséges programok telepítése szükséges.

b) A vizsgaidőszakban:

A vizsga a félév során önállóan elkészített modellezési-tervezési feladat szóbeli bemutatásából áll.

A félév végi jegy megszerzéséhez az aláírás megléte és a szóbeli vizsgán legalább elégséges eredmény elérése szükséges. Az osztályzat a félév során teljesítendő két feladat és a vizsga súlyozott átlaga alapján történik (20% kis féléves tervfeladat, 40% nagy féléves tervfeladat, 40% szóbeli vizsga) :

0% – 50% elégtelen (1)

51% – 60% elégséges (2)

61% – 75% közepes (3)

76% – 90% jó (4)

91% – jeles (5)

**11.) Pótlási lehetőségek:** A házi feladatokat a mindenkori ZH-ütemterv szerint lehet pótolni.  
A vizsga pótlása a TVSz-ben előírtak szerint.

**12.) Konzultálási lehetőségek:** A félév során az oktatók fogadóóráján

**13.) Jegyzet, tankönyv, felhasználható irodalom:**

Az órákon kiadott segédanyagok

**14.) A tantárgy elvégzéséhez szükséges tanulmányi munka:**

Kontakt óra: 28 óra

Önálló modellezési-tervezési feladat elkészítése: 30 óra

Vizsga: 2 óra

Összesen: 60 óra

**15.) A tantárgy tematikáját kidolgozták:**

név	beosztás	tanszék, intézet
dr. Dobszay Gergely	egy. docens	Épületszerkeztani Tanszék
Bakonyi Dániel	egy. tanársegéd	Épületszerkeztani Tanszék