

# Az épületgépészet felsőfokú oktatása a Távol-Keleten

Dr. Magyar Zoltán\*, Baráth Géza\*

A Távol-Keleten lévő egyetemeken magas színvonalú épületgépészeti oktatás folyik. Ezek közül érdemes kiemelni a kínai egyetemeket, különösen Hong Kong Polytechnic University-t (HKPU), valamint Dél-Kelet Ázsiában a szingapúri National University of Singapore-t (NUS). Az egyetemeken az oktatáson kívül széleskörű kutatás is folyik. Mindkét egyetem rendkívül szerteágazó nemzetközi kapcsolatokkal rendelkezik, folyamatosan oktatnak vendégprofesszorok Európából és Amerikából. A Távol-Keleten folyó épületgépész felsőfokú oktatások közül részletesen a Hong Kong Polytechnic University-n folyó képzést mutatjuk be.

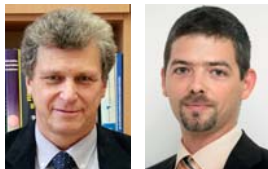
## Épületgépészeti oktatás a Hong Kong Polytechnic University-n (HKPU)

Az Épületgépészeti Tanszék által meghirdetett képzések igen sokszínűek. Az alapképzésnél mindenki BEng diplomát kap. Ez a képzés elnevezésében hasonló a nálunk ismert épületgépész képzéshez, bár az épületgépészetet sokkal tágabban értelmezik, ide tartozik a környezettechnika és az épülethez kötődő minden villamos rendszer is. A képzés 4 éves, ez alatt 124 kreditet kell teljesíteni. A hallgatók az első két évben alapozó tárgyakat, így a belső épített környezet alapjait, matematikát, hőtant és áramlástant tanulnak. A második két évben az épületgépészetben belül hőtermelő berendezéseket, légkondicionálást, épületautomatikát, vízellátást, gázellátást, az épületgépészet alapjain belül pedig rendszerszemléletet tanítanak, de megjelenik az oktatásban a tűzvédelem, a villamos berendezések, az építészeti ismeretek, az épített környezet, az épület üzemeltetése, az integrált tervezői megközelítés és a numerikus szimuláció is. A különböző szinten oktatott tárgyakat az **1. táblázat** mutatja be.

A BEng épületgépészeti képzésen végzett diákok számos területen tudnak elhelyezkedni, ilyen a tervezés, a tanácsadás, az épületüzemeltetés és karbantartás, valamint a létesítménygazdálkodás. A diákok felé elvárás, hogy tanulmányaik során legalább egy félévet külföldön töltsenek. A diákok elsősorban európai, vagy az Egyesült Államokban található egyetemeken töltik ezt a félévet.

Az MSc képzés a megszerzett alapképzés (BEng) kiegészítésére irányul, bővíti a látókört. A posztgraduális képzésnél az MEng kutatói diploma, amely a PhD képzésen történő részvétel előfeltétele. Az MSc egyetemi szintű diploma, amely a műszaki, a gyakorlati élet számára képez okleveles mérnököket. Az MSc szakok nappali és levelező formában is elvégezhetőek. Az Épületgépészeti Tanszéken elérhető képzéseket a következő oldalon látható **2. táblázatban** foglaltuk össze.

\* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék Sorozatszerkesztő:  
prof. emeritus Barótfi István



1. táblázat. Az épületgépész alapképzésen oktatott tárgyak felsorolása

1. szint	
Fenntartható környezet	Hőtan
Ember és környezet	Folyadékok mechanikája
Intelligens épületek	Matematika I.
Tűzvédelem	
2. szint	
Egészséges és fenntartható lakókörnyezet	Vízellátás
Elektromos berendezések I-II.	Épített környezet
Elektrotechnika I.	Építészet alapjai
Hőtermelő berendezések	Üzemeltetés és karbantartás
Légkondicionálás I-II.	Projektmenedzsment
Épületgépészet alapjai I-II.	Commissioning, beüzemelés
Hő- és anyagáramlás	Építészet és épületek
Hűtéstechnika	Tervezés I.
3. szint	
Elektromos berendezések installációja	Tűzvédelem, szerelés I-II.
Elektrotechnika II.	Épületautomatika
Hőellátás	Fenntartható épületek
Világítástechnika	Mérnöki menedzsment
Szellőzés- és légtechnika	Tervezés II.
Hűtés- és légtechnika	Épületgépészeti szolgáltatások
Épületgépészet és hűtéstechnika I-II.	Integrált rendszertervezés
Numerikus módszerek	Matematika II.
Gázellátás	Ipari gyakorlat
Csőszerelés	
4. szint	
Világítástechnikai rendszerek és berendezések	Épületenergetikai szimuláció
Elektromos rendszerek	Energiahatékony épületek
Innovatív elektromos rendszerek	Fenntartható épületek
Épületgépészeti alkalmazások	Üzemeltetési és karbantartási menedzsment
Gázellátás az épületgépészetben	Létesítménygazdálkodás
A tűzoltás alapjai	Energiahatékonsági diagnosztika
Vízellátás	Gépészeti rendszerek tervezése
Akuszтика	Kutatási projekt I-II.
Megújuló energiák	Kísérleti tervezés
Belső levegőminőség	Tervezési projekt I-II.

**2. táblázat. Az Épületgépészeti Tanszéken elérhető képzések**

	Nappali	Levelező
Épületgépész	BEng (4év) MEng (1 év) MSc (1 év)	MSc (2,5 év)
Épületüzemeltetés (FM)	MSc (1 év)	MSc (2,5 év)
Tűzvédelem és biztonságtechnika	MSc (1 év)	MSc (2,5 év)
High Performance Building	MSc (1 év)	MSc (2,5 év)

Az MSc szintű épületgépész képzés során a diákok 4 kötelező, 2 kötelezően választható, valamint 1 szabadon választható tárgyat hallgatnak, ezt követően diplomamunkát készítenek. A diplomamunka kiváltható további 1 kötelezően és 2 szabadon választható tárgy elvégzésével. Az oktatott tárgyak a **3. táblázatban** láthatók.

Az Épületüzemeltetés (Facility Management, FM) szak MSc szinten szerezhető végzettség. Az első végzős évfolyam 1998-ban diplomázott, ekkor még csak 25 fővel. 2006-tól már 40 főre nőtt a hallgatói létszám évfolyamonként, ezzel a Távol-Kelet legnagyobb létszámú FM képzése lett ez a szak. A tananyag a legkorszerűbb műszaki tudáson felül jó elemzőkészséget és menedzsment tudást is fejleszt. A képzési időn belül a diákoknak 30 kreditet kell teljesíteni, amelyek kötelező és választható tárgyakból szerezhetők meg. A diplomamunka választható, 9 kreditet ér. A szakon oktatott tárgyak a **4. táblázatban** találhatóak.

**4. táblázat. Az MSc épületüzemeltetés (FM) képzés oktatott tárgyai**

A tárgy neve	Kreditszám
<b>Kötelező tárgyak</b>	<b>12</b>
Az épületüzemeltetés professzionális gyakorlata	3
Létesítménytervezés és projektmenedzsment	3
Kutatási projekt az épületüzemeltetés területén	3
Az üzemeltetés gazdaságtana	3
<b>Választható tárgyak</b>	
<b>Stratégiai menedzsment</b>	
Benchmark tanulmányok	3
Az épületállomány karbantartásának menedzsmentje	3
Nemzetközi stratégiák az üzemeltetésben	3
Stratégiai menedzsment számításai	3
Épületüzemeltetést támogató rendszerek	3
Technológiai integrációja az üzemeltetésben	3
<b>Épített környezet</b>	
Intelligens épületek	3
A tűzvédelem jogi kérdései	3
Energiahatékony épületek	3

**3. táblázat. Az MSc épületgépész képzés oktatott tárgyai szakirányonként**

Tárgy neve	Kreditszám
<b>Kötelező tárgyak</b>	<b>12</b>
Elektromos készülékek az épületekben	3
Légkondicionálás vezérlése és üzemeltetése	3
Tűzvédelmi rendszerek	3
Kutatási módszertan	3
<b>Kötelezően választható tárgyak</b>	
<b>Elektromos rendszerek szakirányon</b>	<b>9</b>
Világítástechnika	3
Intelligens épületek	3
Energiahatékony épületek	3
<b>Energetika szakirányon</b>	<b>6</b>
Energiahatékony épületek	3
Szoláris energiák alkalmazása az épületekben	3
<b>Épületek környezetének minősége szakirányon</b>	<b>9</b>
Épületek akusztikája	3
Belső levegő minősége	3
Épített környezet minősége	3
<b>Szabadon választható tárgyak</b>	
Tűzvédelem számítógépes modellezése az épületek tervezése során	3
Tűzvédelem menedzsment jogi kérdései	3
Tűzvédelem tervezési kérdései	3
Biztonságtechnika a kivitelezéseken	3
Munkaegészségügy és ergonómia	3
Épületfelügyeleti rendszerek	3
Fenntarthatóság az épített környezetben	3
Az ingatlanüzemeltetés jogi kérdései	3
Létesítmények megbízhatósága és felülvizsgálata	3
Ingatlanvagyon karbantartásának menedzsmentje	3
Balesetmegelőzés, kockázatbecslés és -kezelés	3
Technológiák integrációja az épületüzemeltetésben	3

### A HGPU Épületgépészeti Tanszék bemutatása

A Hong Kong Polytechnic-en belül a Building Services Engineering Tanszék 1981-ben alapították. Fő célja az épületgépész mérnökképzés biztosítása volt, amelyet itt tágabban értelmeznek, mint nálunk. Az 1. és a 2. táblázat alapján látható, hogy az oktatott tantárgyak számos – nálunk nem, vagy kevésbé oktatott – témakört ölelnek fel. Az egyetemen az oktatáson kívül sokrétű kutatás is folyik, ennek megfelelően itt található a világ egyik legnagyobb létszámú épületgépész tanszéke.



1. ábra. Az Épületgépészeti Tanszék vezetése



3. ábra. Az HVAC laboratórium egy részlete

Évente mintegy 200 hallgató iratkozik be a BEng, és több mint 150 hallgató a tanszék által indított MSc képzésekre. Ezen felül nagyszámú diák végzi itt az MEng és a PhD képzését. A tanszéken 14 professzor és 15 PhD fokozattal rendelkező oktató dolgozik, a munkájukat további 21 munkatárs segíti. A vendégprofesszorként itt dolgozók száma 18. A doktoranduszokkal együtt így a tanszék teljes létszáma körülbelül 100 fő. A tanszék jelenlegi vezetésének szerkezetét az 1. ábra mutatja.

Szeretnénk megjegyezni, hogy *Wang Shengwei* professzor többször járt Magyarországon, tartott előadást a BME-n és a Pécsi Tudományegyetem meghívására a Pollack Expon is.

## A HGPU Épületgépészeti Tanszék laboratóriumai

Az Épületgépészeti Tanszéken számos laboratórium működik, amelyek közvetlenül támogatják az oktatási tevékenységet, a speciális kurzusokat és a kutatásokat. A tanszéken működő laboratóriumok a következők:

- Akusztikai laboratórium: itt a legmodernebb műszerekkel tudják mérni és vizsgálni az épületek akusztikáját, a környezeti zajokat (2. ábra) és rezgéseket. Szoftveres szimulációval vizsgálják az emberi beszéd, és egy terem akusztikája közötti viszonyokat.



2. ábra. Autópálya által keltett zajterhelés mérése

- Elektromossági laboratórium. A laboratórium felszerelésével tudják a legkülönbözőbb elektromos eszközök energiafelvételét, elektromágneses terét vizsgálni.
- Tűzvédelmi laboratórium. Három, tüzetestek szimulálására alkalmas teremmel rendelkezik, ahol akár 1:1 arányban felépített modelleket is tudnak vizsgálni tűz esetén. A kutatások kiterjednek az egyes építőanyagok tűzvédelmi vizsgálatára, a füstterjedés szimulációjára és az oltórendszerek mérésére. Szélcsatornában tesztelik a légmozgás hatását a sprinkler és a tűzjelző rendszerekre.

- Épületgépészeti (HVAC) laboratórium. Vizsgálatokat végeznek VAV rendszereken, ventilátorokon, abszorpciós hűtési rendszereken, hűtőtornyokon. Mérnek áramlási paramétereket, por hatását a rendszerekre, nyomásvesztéseket (3. ábra).
- Csővezetékek laboratóriuma (Piped Services). A laboratórium alkalmas hidraulikai vizsgálatokra, szivattyúk mérésére.
- Világítástechnikai laboratórium. Különböző fényforrások photometriai és colorimetriai méréseit végzik. Vizsgálják a fény intenzitását, színösszetételét, színhőmérsékletét, spektrális teljesítmény-eloszlását.
- Belső levegőminőség és komfort laboratórium. Elsősorban a levegő szennyezőanyag tartalmát vizsgálják a különböző szellőzési rendszerekben. Mérik a CO, a CO<sub>2</sub>, az SO<sub>x</sub>, az NO<sub>x</sub>, az ózon, a formaldehid, a szerves eredetű gázok és a radon koncentrációját.



4. ábra. Épületszimulációs modulok az Intelligens épület laboratórium falán

- Intelligens épület laboratórium. Épületfelügyeleti, menedzsment és diagnosztikai rendszereket vizsgálnak. A laboratóriumban modulokból felépülő épületszimuláció működik (4. ábra), ahol az egyes modulok változásának hatását vizsgálják a többi modulon.

- Megújuló energiák laboratórium. A laboratórium feladata egyrészt az építőipar szereplőivel együttműködve a zöld építőanyagok vizsgálata, másrészt a megújuló energiatermelés lehetőségeinek kutatása.
- Szolár szimulációs laboratórium. A diákoknak és kutatóknak lehetősége van különböző szoláris energiatermelő technológiák vizsgálatára: napelemeket, termikus kollektorokat, szoláris hűtési rendszereket, szoláris világítási rendszereket mérnek.
- Multifunkciós mérőszoba. Fűtési és hűtési, hideg- és melegvizes, valamint légkezelő berendezésekkel felszerelt, így széles határok között tudják változtatni a belső hőmérsékletet, a páratartalmat és a légmozgást. A méréseket precíziós műszerekkel végzik, az adatokat szoftveresen dolgozzák fel.
- Villámvédelmi laboratórium. A mérőteremben változatos geometria és anyaghasználat mellett képesek megépíteni olyan installációkat, amelyeknek a villámlás hatására történő viselkedését vizsgálják. A villámlást egy 2-40 kA leadására képes elektromos impulzusgenerátorral állítják elő. A villám tulajdonságait különböző antennákkal mérik.
- Belső levegőminőség laboratórium. A laboratórium az Egészségügyi Tanszékkal együttműködve épült meg azzal a céllal, hogy vizsgálni tudják különböző baktériumok fejlődését, külső helyszíneken vett mintákat tudjanak elemezni és a légtechnikai rendszerekben megtelepedő fertőzések elleni védekezés eszközeit tudják kutatni.
- IAQ laboratórium. A laboratórium központi eleme egy rozsdamentes acélból készült vizsgálókamra, amely saját légkondicionáló rendszerrel rendelkezik, és műemberekkel, valamint számos mérőműszerrel felszerelt. A mérőkamrában sokféle kísérlet végezhető.
- Tervezési és fejlesztési központ. A központ három számítógépes gépteremből áll, ahol a kutatók és diákok rendelkezésére állnak a különböző tervező, méretező és szimulációs szoftverek, mint például: AutoCAD, HevaComp, EnergyPlus, EcoTech, DIALux, FPETOOL, Matlab, Paladin DesignBase, HvacLoadExplorer, BMSOnline, PCSOL, TSOL, HKDLC99, OTTV, TrueView, SketchUp, SPSS, FLUENT, ANSYS stb.

## A HGPU Épületgépészeti Tanszéken folyó kutatási munkák

Az Épületgépészeti Tanszék törekszik arra, hogy olyan komplex kutatásokat folytasson, amelyben több laboratórium is együtt tud működni. Például egy irodaház belső komfortjának vizsgálatához méréseket folytatnak a levegő-összetétel, a hőkomfort, a zajterhelés és a világítás területén. Az egyes szakterületek együttműködése révén hatékonyan állapítható meg, hogy milyen paraméterek mellett biztosítható optimálisan az előírt komfort. A kutatások sokszínűségét jól érzékelteti már csak a kutatási témák felsorolása is.

- Alternatív és megújuló energiák: szerkezetbe integrált PV rendszerek, szélturbinák, hibrid szolár és szél alapú energiatermelő rendszerek, szoláris hőtermelés, szoláris hűtés, talajszondás hőszivattyú stb.
- Épületakusztika és rezgés: aktív zajelnyelő elemek, légtechnikai rendszerek keltette zajok, épületszerkezetekben és levegőben terjedő zajok, alacsony nyomásvesztésű hangcsillapítás légtechnikai rendszerekben.

- Épületautomatizálás és energia menedzsment: HVAC rendszerek diagnosztikája, szimulációja, optimalizálása, intelligens épületek.
- Épített környezetünk: az épített környezet értékelésének módszertana, fenntartható épületek, a zöld épületek előnyei és költségei, épületek ökológiai lábnyoma.
- Épületüzemeltetés és karbantartás: az épületüzemeltetés fejlesztési lehetőségei, üzemeltetési stratégiák fejlesztése eltérő időjárás és épülethasználat mellett, energia- és költséghatékony üzemeltetés, üzemeltetés szempontjai a tervezés során, üzemeltetés jogi szempontjai.
- Elektromos rendszerek: a villamosenergia-ellátás minősége, elosztó rendszerek, elektromos eszközök elektromágneses tere, elektromágneses árnyékolás, villámvédelmi rendszerek, villámlás monitorozó rendszerek.
- Tűzvédelem és biztonságtechnika: a tűzterjedés matematikai modellje, építőanyagok égésének kémiája, égés során felszabaduló mérgező vegyületek terjedése, sprinkler rendszerek működése nagy belmagasságú terekben, vasúti szerelvények tűzvédelme, üveg homlokzatok tűzvédelme, nagy terek tűzvédelmi kiürítése.
- Épületgépészeti rendszerek: légkondicionáló rendszerek, hűtőgépek, keringető szivattyúk, VAV rendszerek, ventilátorok vizsgálata.
- Belső levegőminőség: építőanyagok szennyezőanyag kibocsátása, speciális terek (iskolák, mélygarázsok, bevásárló központok) belső levegőminősége, jelzőgázok használata légtechnikai mérések során, levegőszűrési technológiák.

## Összefoglalás

Az épületgépész-mérnökök képzése Ázsiában mintegy 50 éves múltra tekint vissza. A szingapúri National University of Singapore-on a képzés 1955-ben, a Hong Kong Polytechnic-en 1981-ben indult. A képzés kialakításában, az oktatásban ma is jelentős szerepet töltenek be az Európából és Amerikából érkező szakemberek. A helyi professzorok nagy része Európában vagy az USA-ban szerezte tudományos fokozatát. A távol-keleti egyetemeken az épületgépészetet sokkal tágabb körben értelmzik, mint hazánkban, ami mind az oktatott tárgyakban, mind a tanszéki laboratóriumok számában és felszereltségében, mind a folyamatban lévő nagyszámú kutatási munkákban is megnyilvánul.

A távol-keleti egyetemek belátták, hogy a hallgatók későbbi érvényesüléséhez elengedhetetlen, hogy tapasztalatokat szerezzenek más egyetemeken folyó oktatásról, ezért tették kötelezővé a külföldi egyetemen végzett legalább egy féléves tanulmányokat. A bemutatott távol-keleti egyetemek felszereltsége, kutatási lehetősége nagyságrendekkel jobb a hazai egyeteméknél. Az együttműködési lehetőség ma is adott, érdemes lenne élni vele.

## Források

- <http://www.bse.polyu.edu.hk/msgFrmDept/index.html>  
<http://www.bse.polyu.edu.hk/facilities/index.html>  
<http://www.bse.polyu.edu.hk/programmes/index.html>  
<http://www.bse.polyu.edu.hk/programmes/MScBSE/index.html>  
[http://www.bse.polyu.edu.hk/programmes/MScBSE/program\\_curr.html](http://www.bse.polyu.edu.hk/programmes/MScBSE/program_curr.html)  
<http://www.bse.polyu.edu.hk/research/FM/index.html>