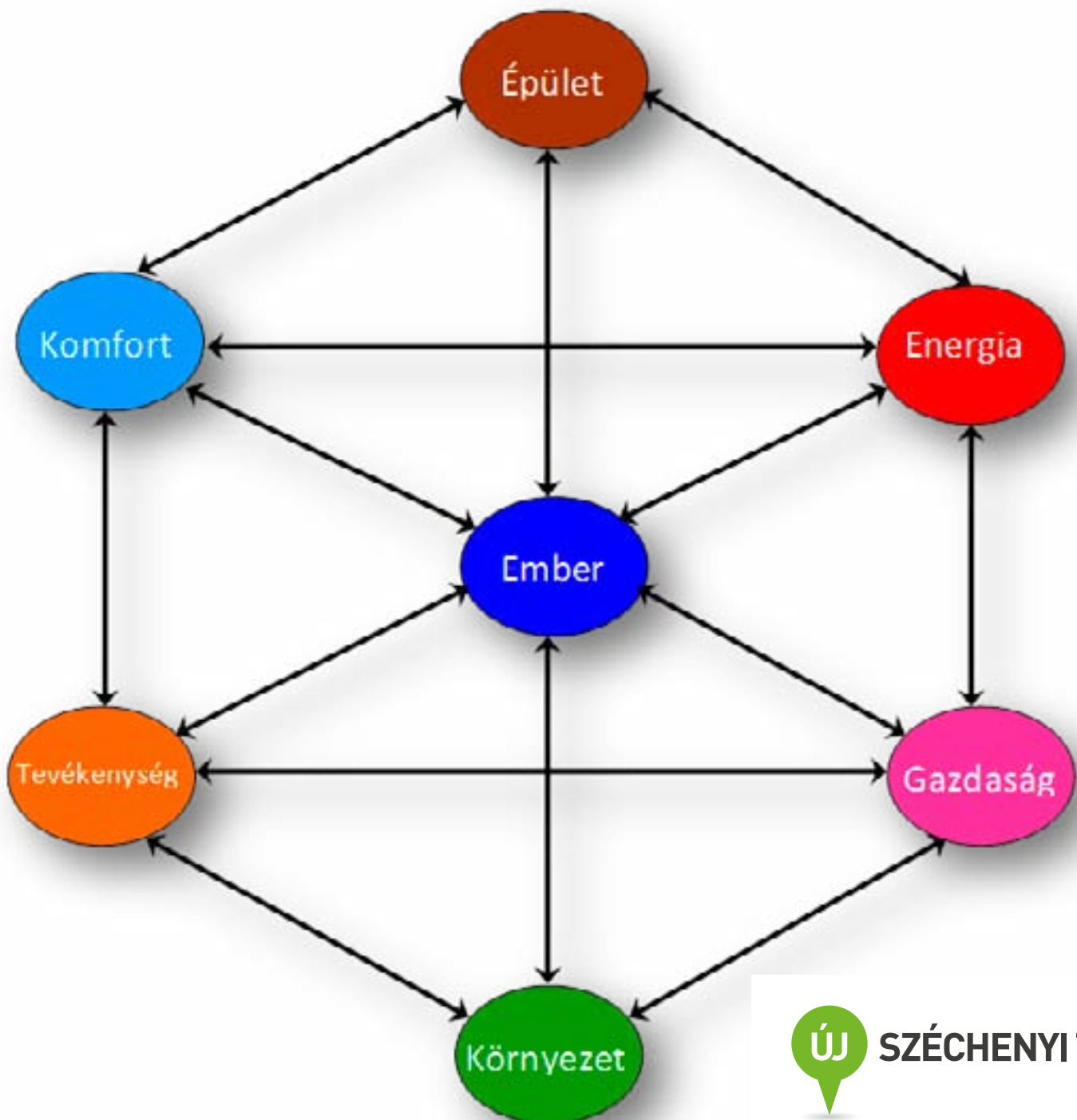


DEnzero

2013/4.

Debrecen 2013. január 1. – 2014. december 31.





DEnzero – ÉPÜLETGÉPÉSZETI KUTATÁSOK

Az épületgépészeti rendszerek elsődleges célja a megfelelő komfortérzet és egészséges környezet biztosítása az épületben tartózkodók számára. Az épület funkciója és a belső terek rendeltetése szerint a megfelelő mikroklíma különböző gépészeti rendszerek segítségével alakítható ki. A fűtési, hűtési, szellőzési és világítási rendszerek segítségével alakítható ki olyan mikroklímát, amelynek segítségével megfelelő hőérzetet, akusztikai és vizuális komfortot alakíthatunk ki.

A térben végzett tevékenység termelékenysége, hatékonysága összefügg a térben kialakított komfortszinttel. Így a gépészet illesztésének folyamatában egy adott rendeltetésű épülethez két kiemelten fontos cél alakul ki. Az első az energia megtakarítás, melyre napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt fektetünk. A második viszont a belső térben tartózkodók komfortérzete és az ezzel szoros összefüggésben álló munka hatékonyság és minőség növekedése. A két célkitűzés optimuma viszont egymástól távol áll. A célok elérése érdekében a módosítandó paraméterek ellentétes irányba mutatnak, illetve hatnak. Lehet, hogy nemzetgazdasági szinten a megtakarított energiamennyiség többszörösét fizetjük rá a termelékenység csökkenése és a munkavállalók egészségi állapotának romlása miatt („beteg épületek szindróma”).

A munkacsoport a létesítményekben végbemenő energetikai folyamatokat vizsgálja, az alábbiak szerint:

- az éves hővesztések-hőterhelések elemzése a hőszigetelő anyagok dinamikusan változó hőtechnikai para-

métereit figyelembe véve, mérések és matematikai-fizikai összefüggések alapján;

- élőalanyos méréseket végez különböző alacsony energigigényű terekben a komfort és a végzett tevékenység hatékonysága közötti korreláció meghatározása érdekében;

- matematikai modellt dolgoz ki az ember-környezet-hatékonyság elemzéséhez;

- különböző exergigigényű épületek esetében vizsgálja a megújuló energiaforrások hatékony integrálásának lehetőségét figyelembe véve az exergiaszintek illesztettségét;

- matematikai modellt dolgoz ki az exergetikai elemzések elvégzéséhez;

- vizsgálatokat végez a megújuló energiaforrásokból származó energiamennyiségek hatékony tárolása érdekében figyelembe véve különböző fázisváltó anyagok fajhőjét és párolgási/kondenzációs hőjét;

- vizsgálja a hőnyereségek kihasználási fokának éves alakulását különböző fázisváltó anyagok esetében.

A munkacsoport tagjai:

Dr. Kalmár Ferenc, Dr. Lakatos Ákos

Doktor jelölt: Kalmár Tünde Klára

PhD hallgatók: Bodó Béla, Csáky Imre, Hámori Sándor, Szabó Gábor, Verbai Zoltán

Külföldi kutatók: Prof. Bjarne Olesen,

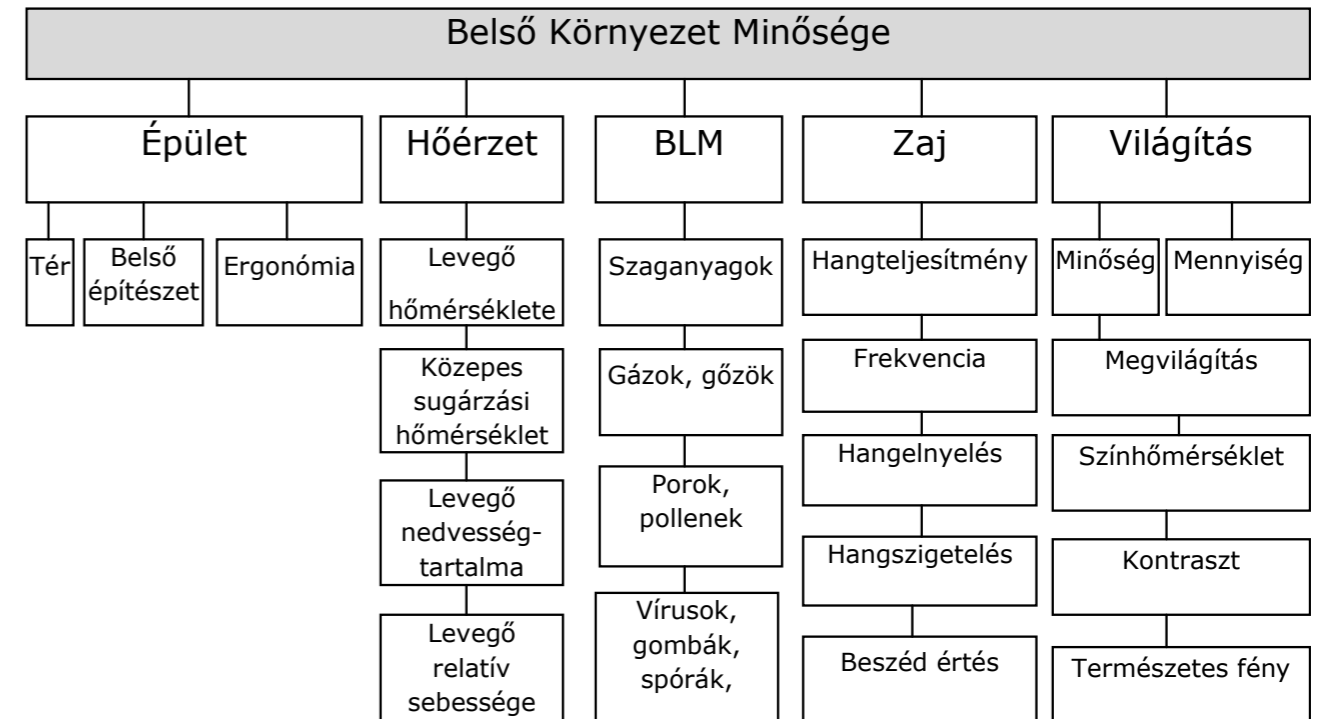
Prof. Derek Croome, Prof. Gudni Jóhannesson

A belső környezet minősége

Az ember a környezetét érzékszerveivel érzékeli és az agyban elraktározott követelmények alapján értékeli. Éppen ezért ahány ember annyiféle értékelése lehet egy adott környezetnek (pl. kor, nem, kultúra stb. függvényében) mégis vannak univerzálisnak tekinthető jellemzők/sémák, melyek segítségével a szépet és a kellemeset általánosan szépnek és kellemesnek érzékelik az emberek. Egy pozitív érzelmi állapot azt jelenti, hogy környezetünkkel elégedettek vagyunk, biztonságban érezzük magunkat és kellemes a közérzetünk, míg egy negatív érzelmi állapot azt jelzi, hogy nem érezzük jól magunkat az adott környezetben és ösztö-

nösen távoznánk. Az emberek kötődnek a természetes környezethez, ezért a zárt terek megfelelő tervezésekor figyelembe kell venni azokat a motívumokat, melyek a természetes környezetre emlékeztetnek. A belső környezet minőségét befolyásoló fontosabb tényezőket és paramétereket az 1. ábra mutatja be.

Az ISO 7730 szabvány néhány rendeltetés esetére megadja a belső környezeti paraméterek ajánlott értékeit. Az értékek az adott rendeltetésre vonatkozó tevékenységi szint mellett, nyáron 0,5 clo ruházat, télen 1,0 clo ruházat esetén érvényesek.



1. ábra: A belső környezet

Rendeltetés	Tevékenység [W/m ²]	Kategória	Operatív hőmérséklet [°C]		Légsebesség maximális értéke, [m/s]	
			Nyár	Tél	Nyár	Tél
Kis terű iroda Nagy terű iroda Konferencia terem Auditórium Étterem Osztályterem (iskola)	70	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,12	0,10
		B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,19	0,16
		C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,24	0,21
Óvoda	81	A	23,5±1,0	22,0±1,0	0,11	0,10
		B	23,5±2,0	22,0±2,5	0,18	0,15
		C	23,5±2,5	22,0±3,5	0,23	0,19
Bevásárló-központ	93	A	23,0±1,0	19,0±1,5	0,16	0,13
		B	23,0±2,0	19,0±3,0	0,20	0,15
		C	23,0±3,0	19,0±4,0	0,23	0,18

1. táblázat: Belső környezeti paraméterek tervezési értékei

A belső levegő minőségét befolyásoló szennyezőanyagok:

- Gázok és gőzök (pl. CO, CO², SO², NO², NO_x, O³, Radon)
- Szaganyagok (pl. szerves anyagok bomlástermékei, emberi, állati és növényi eredetű szaganyagok, építő és burkoló anyagok kipárolgási termékei)

- Aeroszolkok (porok, lebegő anyagok, nehézfém szálak, pollen...)
- Vírusok
- Baktériumok és spórák
- Gombák és spórák

Vízgőz

A levegő ideális relatív páratartalmának mértéke 40-60 százalék. A lakások száraz levegőjétől a légutak kiszáradhatnak, köhögés léphet fel, komfortérzetünk csökken, nő a légúti fertőzések kockázata. A túl magas páratartalom falgombásodást okozhat és hozzájárul a háziporatka elszaporodásához. A nyugati típusú társadalmakban a zárt térben eltöltött időarány elérheti a 95 százalékot, így különösen fontos, hogy az otthonokban, munkahelyeken megfelelő minőségű levegőt lélegezzünk be.

A belső levegő magas relatív páratartalma egyrészt növeli a poratkák elszaporodásának veszélyét, másrészt páralecsapódásokat eredményez a hidegebb felületeken, melyek a gombák és baktériumok burjánzásához szükséges tényezők.

Egyes, az emberektől, vagy állatoktól származó vírusok és baktériumok a levegőbe kerülve néhány óra alatt elpusztulnak, míg mások nedves felületen akár

hónapokig, vagy évekig is élnek és betegségeket okozhatnak.

Penészgomba

A penészgomba-allergiát a gombák által termelt spórák váltják ki. Belégzés esetén a tünetek szénanátha és asztma formájában jelentkezhetnek. Közvetlen érintkezés esetén bőrtünetek hívhatják fel a figyelmet az allergiás érzékenységre.

A nedvesebb, párásabb közeg segíti növekedésüket, erre lakásunkban a legmegfelelőbb helyet a fürdőszobában, a konyhában, a pincében vagy a mosóhelyiségben találják meg. Ezen kívül számos más pont is gombatenyésztés helye lehet: a hőhidak, nem kifűtött helyiségek, akvárium, növények földje, mosógép, hűtőszekrény, légkondicionáló berendezés, tapéta, szőnyegek, fabútorok, csempefűgák, vagyis mindenhol, ahol a mikroklíma kicsit párásabb és hidegebb (2. ábra).



2. ábra: Hőhid okozta penészesedés
(Forrás: http://szelloztetes.hu/index.php?m_id=2&id=103)

A penész és más mikro-organizmusok, több mint 100 000 mikroszkopikus penész fajt képviselnek (3. ábra). A pára jelenléte nagy mennyiségű, meglehetősen intenzív szagú, illékony szerves vegyület felszabadulását is eredményezi. Emellett az épület szerkezeti anyagainak állagromlása is elindul a többlet párafeldúsulás következtében. A penész kialakulásához nem szükséges a felületi kondenzáció. Az épületszerkezet felületéhez közeli pórusokban és kapillárisokban a nedves levegőből a vízgőz már 75 [%] mellett kiválik így a gombagyökere ezekben a kapillárisokban vízhez jut.

Meghatározott gombafajok felelősek a szénanátha kialakulásáért, valamint az asztma megjelenéséért. Egyes beltéri szennyezőanyagok önmagukban is felelősek a betegség kialakulásáért, míg más, gyengébb allergének rontják a beteg állapotát, súlyosbítják az asztmás tüneteket. A lakótér ill. munkahely széles körű kivizsgálása, az allergének pontos meghatározása jelentősen hozzájárulhat a kezelés sikeréhez.

A helyiségekben a levegő nedvességtartalmának fel-dúsulását leginkább a térben folytatott tevékenység okozza (2. táblázat).



3. ábra Penész spórák
(Forrás: http://szelloztetes.hu/index.php?m_id=2&id=103)

Lakóhelyiségek nedvességforrásai	g/h
forró zuhany	2000
főzés fedő nélkül	900
gáztűzhely nagy lángon	400
verejtékezés (nehéz fizikai munka)	400
főzés fedővel	350
forró fürdő	300
5 kg száradó ruha	200
gáztűzhely kis lángon	100
verejtékezés (nyugalmi állapot)	100
forró étel tálalva	60
légzés (nyugalmi állapotban)	50

2. táblázat:
Nedvességforrások lakóhelyiségekben

Radon

A Radon a periódusos rendszer 86. eleme (jele: Rn). Színtelen, szagtalan, de keserű ízű és radioaktív (egészségre ártalmas) nemesgáz; az egyik legnehezebb gáz. Legstabilabb és egyben leggyakoribb izotópja a ^{222}Rn , az ^{238}U bomlási sorának tagja.

A radioaktív háttérsugárzás körülbelül 40%-át a radon és rövid felezési idejű bomlástermékei okozzák, melyek mindig jelen vannak a lakóhelyiségek légterében és kisebb koncentrációban a szabad levegőben is: a szabad levegőn mért radon aktivitásközpontosság mérsékelt égővi világtálag 5 Bq/m³, a lakóhelyiségekben mért radon-központosság világtálag 50 Bq/m³.

A Sv (sievert, mSv – mili-sievert) a hatásos dózis mértékegysége. A hatásos dózis figyelembe veszi a különböző sugárzási fajták eltérő biológiai hatásából adódó különbségeket is. Ha valaki öt évet tölt 2 mSv/év dózisteljesítményű sugárzásban, akkor 5 x 2, azaz 10 mSv hatásos dózis éri. A Bq (becquerel) az aktivitás mértékegysége. 1 Bq az aktivitás, ha 1 másodperc alatt 1 atom bomlik el.)

A belélegzett radont általában ki is lélegezzük; közvetlen élettani szerepe elhanyagolható. Különösen veszélyessé akkor válik, ha bomlástermékei megtapadnak a levegőben található aeroszol részecskéken, majd a tüdő falán. Éppen ezért minél több a légköri aeroszol, annál több bomlástermék juthat szervezetünkbe – tehát a sok aeroszol kibocsátásával járó dohányzás jelentősen növeli a tüdő sugárterhelését. A klinikai és szövettani vizsgálatok szerint a radon okozta rákbetegség kialakulásának helye az esetek zömében a centrális légutak elágazásainak csúcса, az a hely, ahol az aeroszolok kiülepedése igen erőteljes.

A tüdő falán megtapadt bomlástermékek a hörgők és a tüdő belső felületét borító bronchiális és alveoláris hámsejteket közvetlenül sugározzák be. Mivel az alfa-részecskék hatótávolsága élő szövetben 30 μm körül van, e sugárzás jelentős részét már a bőrt borító, elhalt hámsejtek felfogják – ezért a légköri radon kizárólag a tüdőt veszélyezteti; más szövetek, szervek károsodása szinte teljesen kizárható.

Az Oxfordi Egyetem kutatásai szerint a zárt terekben (például lakásokban) felhalmozódó radon felelős a tüdőrákos esetek 9%-áért és az összes rákos megbetegedés 2%-áért, dohányosoknál pedig a radon 25-szörös kockázatot jelent. A veszély rendszeres szellőztetéssel jelentősen csökkenthető. A tüdőrákot okozó tényezők sorában a radon a cigaretta után a második helyen áll

A radioaktív bomlás során keletkező nemesgázok kidiffundálnak a talajból. A radon és a toron radioaktivitást visz a levegőbe. Tóriumtól ugyan több van, de a diffúzióhoz idő kell, ezért végül is mintegy százszor annyi radon van a levegőben, mint toron. A levegő innen származó aktivitása erősen függ a helytől és időjárástól.

Hozzávetőleges értékek:	
Külső levegő	8 Bq/m ³
Lakások a trópusokon	20 Bq/m ³
Huzatos szoba	30 Bq/m ³
Lakások világtálag	40 Bq/m ³
Felére csökkent légcirkuláció	80 Bq/m ³
Szellőztetlen szoba	100 Bq/m ³
Magyar falusi földszintes lakás	130 Bq/m ³
A lakások 2 %-ában több, mint	250 Bq/m ³
A lakások 0,02 %-ában több, mint	800 Bq/m ³
Pince	250 Bq/m ³

Technológiailag fontos hőszigetelő-anyagok hőtechnikai tulajdonságainak vizsgálata

Az épületeknél utólagos hőszigeteléssel nem csak a síkfelületek hőátadása csökken, hanem a hőhidak (szerkezeti csatlakozások elemeknél, ablakkereteknél, falsarkoknál stb.) hatása is jelentősen mérséklődik. Az épület típusától függően ez utóbbi nagymértékben lehet része az összvesztesség egy komoly részéért.

Panelházak vizsgálatánál kimutatták, hogy utólagos hőszigetelés alkalmazásával kb. 24% megtakarítás lenne elérhető, amelynek több mint a fele a hőhidaknál

fellépő veszteségek csökkenéséből ered. Más típusú épületeknél a hőhidak vesztesége kevésbé jelentős. Az utólagos szigetelés másik hatása a rövidebbé váló fűtési időszak, amely tovább növeli az energia-megtakarítás lehetőségét.

Az energia-felhasználás csökkentésének a fontosságával napjainkban mindenki tisztában van. Ennek egyik lehetséges módja az épületek megfelelő hőszigetelése, akár utólag is, a legköltséghatékonyabb hőszige-

telő-anyagok felhasználásával. Az utólagos hőszigetelés további előnyei:

- A szerkezet hőtároló képessége növekszik: kisebb hőfokingás a belső térben (alacsonyabb nyári hőmérsékletcsúcsok), kedvezőbben hasznosítható a téli nap-sugárzás.
- A teherhordó szerkezet védelme: a fagyhatás és az esővíz beszivárgás kockázata csökken. Panelházakban az acélszerkezetben lévő csatlakozási pontok korróziója nem alakul ki vagy lelassul.

• Lehetővé válik kisebb készülékek beépítése: elegendő egy kisebb teljesítményű fűtési rendszer és kisebb méretű radiátorok is.

- Megnövekszik az épület élettartama.
- Az ingatlan piaci értéke is megnő.

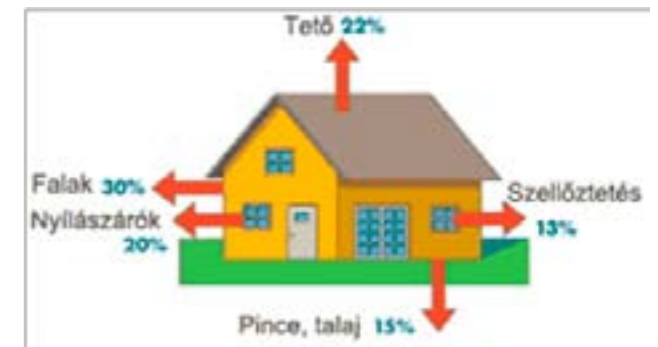
A kutatások bemutatása

A rendelkezésre álló hőszigetelő-anyagokra vonatkozó fizikai paramétereket összegyűjtő szabvány (MSZ-04-140-2:1991), ami Magyarországon szabályozza és előírja az épületek hőtechnikai kategorizálására vonatkozó számításokat, ma már elavultnak tekinthető, és fontosnak tartjuk a benne található néhány anyagra vonatkozó két, általunk legfontosabbnak ítélt, paraméter újramérését, a hővezetési tényezőket, illetve a szorpciós izotermákat.

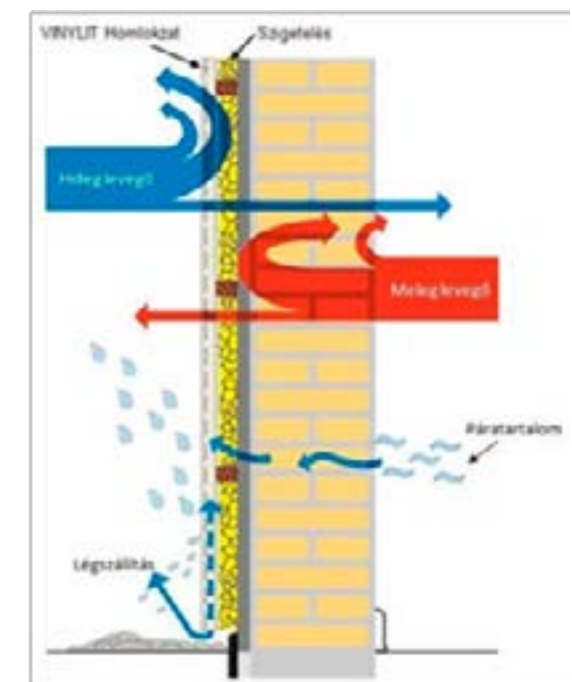
Különböző, napjainkban alkalmazott és az iparban fontos hőszigetelő-anyagok (műanyag habok, pl.: EPS) hővezetési tényezőjét fogjuk kísérletileg meghatározni Holometrix lambda-szondával. Méréseink során kitérünk a hővezetési tényező hőmérsékletfüggésének és hőkezelés hatására történő változására. Klímakamrában nedvesített minták hővezetési tényezőjének a mérését is elvégezzük, melyeket összehasonlítunk az irodalmi értékekkel. Meghatározzuk néhány hőszigetelő-anyag szorpciós izotermáit különböző hőmérsékleteken.

Összeállította:
Dr. Kalmár Ferenc
Dr. Lakatos Ákos

6. ábra Felújítás előtti és utáni panelépületek
(Forrás: <http://amiotthonunk.hu/epitesi-tanacsok/eps-homlokzati-h-szigetel-rendszer-hatastalanitja-a-ketyeg-panelbombat.html>)



4. ábra Egy épület hővesztései
(Forrás: http://www.vasarlocsapat.hu/_home/_kalkulator/hoszigeles-kalkulator.shtml)



5. ábra Szigetelt téglafal
(Forrás: <http://www.proker.hu/hoszigeles-epuletek>)



\sqrt{x} =komfort+fenntartható épületenergetika



a)



b)



Debreceni Egyetem és Széchenyi István Egyetem, Győr

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



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