

SZENT ISTVÁN EGYETEM

ÜVEG KÜLSŐ TÉRELHATÁROLÓK AZ
ÉPÜLETENERGETIKÁBAN

Doktori értekezés tézisei

Pintér Judit

Gödöllő
2009

**A doktori iskola
megnevezése :**

Műszaki Tudományi Doktori Iskola

tudományága :

Agrárműszaki tudományok

vezetője :

Dr. Farkas István
egyetemi tanár, DSc
SZIE, Gépészmérnöki Kar

témavezető :

Dr. Farkas István
egyetemi tanár, DSc
SZIE, Gépészmérnöki Kar
Környezetipari Rendszerek Intézet

.....
az iskolavezető jóváhagyása

.....
a témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	4
1.1 A téma jelentősége.....	4
1.2 A kitűzött célok.....	5
2. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	7
3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	8
4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	14
5. ÖSSZEFOGLALÁS.....	15
6. A TÉMAKÖRHÖZ KAPCSOLÓDÓ SAJÁT IRODALOM	16

1. BEVEZETÉS

1.1. A téma jelentősége

A hagyományos energiaforrások fogyatkozó mennyisége, a rendelkezésre-állásuk bizonytalansága – hazánk importfüggősége –, áruk folyamatos emelkedése, szükségessé teszi a takarékoskodást az energiával.

Az épületek energiafelhasználása (fűtésre, hűtésre, a HMV készítésre, világításra, szellőztetésre, berendezések üzemeltetésére) a teljes energiafelhasználás mintegy 40%-át teszi ki. Ha figyelembe vesszük az iparban lévő hasonló rendeltetésű épületeket is (pl. irodák), ez az arány eléri az 50%-ot is.

Ezen energiafogyasztások csökkentése hatékonyabbá teszik az épületek üzemeltetését. A fűtés és hűtés energiaigényét - a gépészeti berendezések hatékony működtetésén túl -, építészeti, **-épületszerkezeti** eszközökkel befolyásolhatjuk.

A külső térelhatároló kialakításával a belső tér klimatizálására fordítandó energia mennyisége változik.

Napjainkban ennek az épületszerkezeti alrendszernek egyre nagyobb a jelentősége, hiszen ez választja el a belső teret attól a külső tértől amelyet az egyre szélsőségesebb időjárási viszonyok alakítanak.

Az új előrejelzések, amelyeket az Amerikai Meteorológiai Társaság „Journal of Climate” folyóiratában 2009. júniusában jelentettek meg, 2100-ra a felszíni melegedési valószínűségek középtérként 5,2 Celsius fokra teszik. A 90%-os valószínűségi tartomány 3,5 és 7,4 Celsius fok közé esik. Ez összevethető egy 2003-as vizsgálatban a növekedés előrejelzett, mindössze 2,4 Celsius fokos valószínűségi középtérkével

Mivel a járművek több évre tartósak, az épületek és erőművek pedig évtizedekre, ezért fontos, hogy amilyen hamar csak lehet, elkezdjünk alapvető változásokat bevezetni a nemzeti és nemzetközi energia-politika terén. „A kockázatcsökkentés legkisebb költséggel járó változata az, hogy most elkezdjük, és folyamatosan átalakítjuk a globális energiarendszert a jövő évtizedekben, alacsony, vagy nulla üvegházgáz kibocsátású technológiákra.” (ScienceDaily, 2009. május 20.)

A külső térelhatárolók épületszerkezeti funkciója többek között az, hogy a téli ill. nyári szélsőséges időjárási viszonyoktól védje a belső teret. Felépítése, mérete, tájolása, épületben elfoglalt helyzete hat a belső tér energetikai viszonyaira.

A tömör és átlátszó kialakítású térelhatárolók aránya is jelentős szempont ebben a tekintetben.

Napjainkban az építészet törekszik a nagyobb üvegfelületekre, esztétikai ill.

vizuális kapcsolat szempontjából is.

A hagyományos üvegfelületek viszont energetikai szempontból az épületek gyenge pontjainak tekinthetők.

Az üveg külső térelhatárolók szerkezeti felépítésének célirányos-energiatudatos – változtatása előtérbe kerül.

Az értekezés ezen szerkezetek vizsgálatával foglalkozik, különös tekintettel arra, hogy a spektrális tulajdonságaik miként befolyásolják az épület belső terének energetikai és komfort viszonyait.

A munka jelentőségét alátámasztja az a tény is, hogy az üveg külső térelhatárolók energia-szempon-tú vizsgálata elkerülhetetlen és szükséges az építészeti, épületgépészeti, energetikai tervezés szempontjából.

Előtérbe kell kerülnön a passzív-ház technológiával és az alacsony energia-igényű házak tervezése és felújítása.

E tényre szükséges alapozni az iparág termék- és technológia-fejlesztési programját, tevékenységét.

A lakásállomány közel 40%-a már üvegházhatású gáz-kibocsátás nélkül fog működni. A nem-passzív technológiával készült házak kibocsátása is 75%-ban csökken.

1.2. A kitűzött célok

Az üveg külső térelhatárolók megfelelő alkalmazása jelentősen befolyásolja az épületek energetikai hatékonyságát.

Ezért céлом az értekezéssel, hogy

- elemezzem a témában a nemzetközi és hazai kutatások terén elért eredményeket,
 - a meglévő – az üveg építőanyagban, szerkezetben rejlő- lehetőségeinket feltárjam, valamint
 - az üveg-energia kapcsolatrendszerben az összefüggéseket kiderítsem.
- Az új tudományos eredmények kidolgozása érdekében a kitűzött célok :

1. Azon különleges üvegszerkezetek irodalmi rendszerezése, amelyek spektrális optikai tulajdonság-változásaival lehetővé teszik a belső tér hőegyensúlyának a javítását.

Kimutatni, hogy az üveg spektrális tulajdonságára vezethető vissza hőfizikai teljesítőképességének hatása a belső tér energetikai viszonyaira.

A céloom megértéséhez szükségesnek tartom:

* ismertetni:

- az ember komfortigényének követelményrendszerét,- az emberi szervezet viselkedésének függvényében –anyagcseréjük folyamán – tevékenységük, környezeti hatások, egészségi állapotuk és koruk függvényében;

BEVEZETÉS

- a humánkomfort-követelmények kielégítésének feltételeit;
- a vonatkozó belföldi és külföldi kutatások eredményeit;
- az ember épített környezetét érő hatásokat;
- a hatásokat befolyásoló tényezőket :
 - hőtechnikai és energetikai kapcsolatrendszert
 - ökoépítészeti üvegszerkezetek energetikai szempontból lényeges jellemzőit
 - a hazai és nemzetközi kutatások vizsgálati módszereit.

* bemutatni a belső tér hőfizikai állapotának kialakulásában szerepet játszó humán hőleadást, a metabolikus hő jelentőségét, tekintettel a nagy-létszámú belső térre.

- bemutatni az ember épített környezetét érő hatásokat, az **épületfizikai** jelenségeket és kapcsolatrendszereket:
 - a hőkomfort egyenleteknek az épületfizikai- és energetikai-összefüggésekkel való összekapcsolását, - a belső hőterhelésbe az **élőlények hőtermelésének** beszámításával.

Bizonyítani, hogy a megfelelően választott, ill. tervezett üvegszerkezetek lényeges energia-megtakarítást eredményeznek, az igényelt hőkomfort biztosítása mellett.

Vonatkozóan céлом bemutatni azokat az üvegszerkezeteket, amelyekkel módosítani lehet az igényeknek megfelelően, - a várható szélsőséges időjárási viszonyok esetén- a belső tér hőállapotát, ismertetni a különböző gyártási technológiákkal elérhető előnyös viselkedést

Továbbiakban céлом, hogy :

- A szabványok és a vonatkozó szakirodalmak alapján elemezzem az épített környezetet leíró hőtechnikai, energetikai kapcsolatrendszert.
 - Az ökoépítészeti üvegszerkezetek energetikai szempontból lényeges jellemzőit feltárjam
 - A hazai és nemzetközi kutatásoknál alkalmazott vonatkozó vizsgálati módszerek áttekintése során a végzett méréseket, eredményeket bemutassam
 - Ismertetni a nemzetközi használatban lévő szimulációs modellek alkalmazását és annak módját a különböző kívánt belső tér hőfizikai problémakörére.
2. Elvégezni azokat a méréseket, amelyek eredményei az üvegszerkezetek kívánt spektrális viselkedését igazolják.

Ezen méréseim célja bemutatni, hogy milyen lehetőségek rejlenek egy bevonatos egy vagy kétrétegű üvegszerkezetek beépítése esetében az energia megtakarítás vonatkozásában.

3. A spektrális mérésekből kapott adatsorból képezni olyan összefüggéseket, amely jellemzők pontosabb képet nyújtanak az egy ill. többretegű szerkezetek energetikai viselkedésére.
4. Egy komplex szimulációs modellel, - a mérések során vizsgált üvegszerkezetek számított jellemzőivel – hazai viszonyokra is igazolni a szerkezetek energetikai viselkedését.
5. Kidolgozni egy szimulációs modellt, amely a vizsgált térelhatároló szerkezetek tulajdonságainak figyelembevételével és az energetikai paraméterek meghatározásán túl a belső térben tartózkodók komfort-érzetére is jellemző értéket határoz meg.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A munka során az ökoépítészeti üvegek viselkedését és hatását vizsgálom és elemzem, az épület energetikai rendszerében. Feltételeztem, hogy ezek a tulajdonságok az üveg spektrális tulajdonságváltozásain alapulnak.

A különböző új üveg külső térelhatároló épületszerkezetek közül elemeztem:

- az alacsony emisszivitású üvegeket, amelyek speciális hőtechnikai jellemzőikkel lehetővé teszik a választékból a belső tér egy adott humán-hőkomfort követelményének legmegfelelőbb és leggazdaságosabb kiválasztását és alkalmazását,
- az elektrokromikus és termokromikus üvegeket, amelyek : a speciális szabályozható ill. automatikus önszabályozó tulajdonságaik révén lehetővé teszik, hogy a belső tér hőkomfort követelményét kielégítsék.

A fejlesztett üvegszerkezetekkel - a hagyományosan üvegezett felületeken keresztül beérkező hősugárzásnak tulajdonítható - embert érő aszimmetrikus sugárzás, mint a hőérzeti diszkomfort elsődleges problémája, nagymértékben csökkenthető.

A tárgyalt új üvegfelületekkel ellátott külső térelhatárolók hőtechnikai szempontból homogénekké válhatnak (az üvegezett felület hőtechnikai szempontból a megfelelően szigetelt és kialakított tömör falakkal egyenértékűvé tehető).

Az üvegfelület nem lesz a sugárzási hőterhelés forrása és így aszimmetrikus hőérzeti diszkomfortot sem okoz a nyári időszakban; valamint ez az üvegfelület ugyanilyen okokból a belső tér hőveszteségében sem játszik a megfelelően kialakított tömör falnál jelentősebb szerepet téli, ill. átmeneti időszakokban.

Az értekezés elkészítésekor követett **módszerek**:

1. A hazai és kiemelten a külföldi szakirodalom értékelő tanulmányozása
 - laboratóriumi modellek és elemző vizsgálatok értékelése
 - gyártástechnológiai elemzés
 - az üvegtermékek alkalmazhatósági vizsgálata
 - szimulációs modellek ismertetése
2. A Guardian Orosházi Üveggyárban végzett laboratóriumi vizsgálatok
3. Üveg jellemző spektrális paramétereinek számítása a laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek felhasználásával
4. Szimulációs modell alkalmazása magyarországi feltételekre
5. Szimulációs modell készítése komfort-elemzésre

3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A különleges üvegszerkezetek rendszerező értékelése

Rendszereztem az energetikai szempontból előnyös különleges építészeti üvegek és üvegszerkezetek gyártási technológiáit és működését.

Számításba vettem :

- az alacsony emisszivitású üvegeket a bevonó-technológiákkal,
- az elektrokromikus és termokromikus üvegeket és működési elvét,
- fotokromikus üvegeket,
- gázkromikus üvegeket,
- a legújabb fejlesztéseket, u. m. : fűthető üvegeket, „Heat Mirror” üvegszerkezeteket, XIR fóliás üvegeket,
- mindezekből készíthető szerkezetek kialakítási módjait (az üvegrétegek száma, gáztöltés hatása)

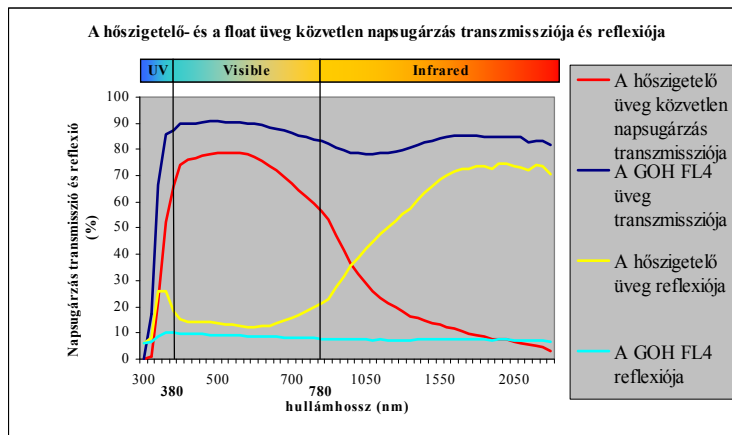
Az elemzés alapján megállapítottam, hogy az üvegszerkezetek fejlesztése az épületek energiaháztartásának és a belső tér hőérzeti szempontjainak figyelembevételével történik.

Az elemzések kimutatták, hogy ezek a **hatások jórészt az üvegszerkezetek spektrális optikai tulajdonság-változásain alapulnak.**

2. A float és az IGU üvegek spektrális tulajdonságainak meghatározása

Az elvégzett vizsgálatok eredményeként **megállapítom**, hogy az egyes üvegeken transzmittálódott infravörös sugarak mennyiségének különbségével arányos az üvegezett belső tér (pl. télikert) energia-fogyasztása. A hullámhosszak a 300 nm – 2500 nm.-ig lettek figyelembevételre.

A float és IGU üvegek transzmissziójának spektrális értékeit az elvégzett mérések alapján foglaltam össze. Ennek megfelelően megállapítottam, hogy a belső tér energiaháztartása és komfortja a beépített üveg ill. üvegszerkezet spektrális tulajdonságaitól függnék.



1. ábra A hőszigetelő (IGU) és a float üvegek közvetlen napsugárzás transzmissziója és reflexiója

Konkrét vizsgálatokat végeztem a bevonat nélküli float üveggel és a bevonatos üveggel 300-2500 nm tartományban.

Az üveggel kapcsolatos vizsgálatok kimutatták, hogy a mért üvegek téli időszakban csökkentik a fűtési energiafelhasználást, ill. a nyári időszakban a belső tér túlmelegedését megakadályozzák, amivel csökkentik a hűtési energiafelhasználást.

Konkrét vizsgálataim bizonyítják, hogy a bevonat nélküli float üveghez képest az IGU kétrétegű bevonatos üveg jobb teljesítőképessége miként befolyásolja a belső tér energiahatékonyságát.

3. Optikai tulajdonságok értékeinek meghatározása az infravörös tartományban

Méréseim alapján megállapítottam, hogy az infravörös tartományban a különböző üvegek optikai tulajdonságai a következők:

	Float üveg	IGU kétrétegű bevonatos üveg
transzmissziója :	80,90 %	29,86 %
reflexiója :	7,47 %	45,04 %
abszorbciója :	11,63 %	25,10 %
	100,00 %	100,00 %

Tehát a százalékos megoszlások kimutatják a két üveg optikai tulajdonságainak jelentős eltérését amelyet a fenti táblázat értékei szerint igazoltam.

4. Az energiamegtakarítás mértéke a különböző időszakokban

A vizsgálataim alapján a különböző időszakokban az alábbi energiamegtakarítások tapasztalhatók:

- **az átmeneti időszakokban (tavasz, ősz)** az IGU üvegen keresztül kevesebb a hőveszteség :

$$29,86 / 80,90 = 0,37 ;$$

tehát a float üvegen keresztüli hőveszteséghez képest az IGU üveg hővesztesége annak 37 %-ára csökken; ill.:

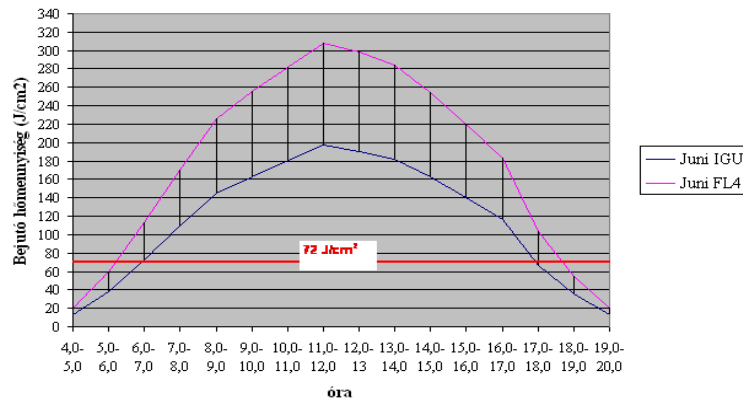
$45,04 / 7,47 = 6,03$ –szorosát reflektálja vissza az IGU üveg az infravörös sugarakból a belső térbe a float üveghez képest.

A fentiekkel arányos energia-megtakarítás érhető el a bevonatos dupla üvegezéssel, amennyiben az egyéb kapcsolatos feltételek azonosak a két esetben.

- **A meleg időszakokban (nyár)** : az IGU üveg több infravörös sugárzást reflektál vissza a külső térbe :

$45,04/7,47 = 6,03$ -szor többet, így az üveggel lehatárolt tér hűtésére kevesebb energiát kell fordítani.

Ezt támasztja alá az is, hogy a globálsugárzásból a két fajta üveg jelentősen eltérő mennyiséget transzmittál. A kettő közötti különbség jelöli azt az energia-mennyiséget, amivel kevesebbet kell a hűtésre fordítani pl. június hónapban.



2. ábra Az FL4 és IGU üvegeken átjutó hőmennyiség a globálsugárzásból júniusra

A méréseim során nyert paraméterek spektrális megjelenítése pontos képet ad az üvegek épületenergetikai teljesítőképességéről, így a tervezési gyakorlat szempontjából ezek figyelembevétele elengedhetetlen.

5. Az üvegszerkezetek összegző paramétereinek számításának modellje

Kiszámítottam az üveg ill. az üvegszerkezetek összegző paramétereit a hazai és nemzetközi érvényben lévő szabványok figyelembevételével.

Így meghatároztam a spektrális értékekből :

- τ_v fény – transzmisszióját :

$$\tau_v = \frac{\sum_{\lambda=380nm}^{780nm} D_\lambda \tau(\lambda) V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380nm}^{780nm} D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda}$$

- ρ_v fény – reflexióját :

$$\rho_v = \frac{\sum_{\lambda=380nm}^{780nm} D_\lambda(\lambda) \rho(\lambda) V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380nm}^{780nm} D_\lambda(\lambda) V(\lambda) \Delta\lambda}$$

- τ_e Közvetlen napsugárzás transzmisszióját :

$$\tau_e = \frac{\sum_{\lambda=300nm}^{2500nm} S_\lambda \tau(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=300nm}^{2500nm} S_\lambda \Delta\lambda}$$

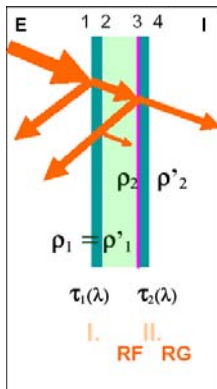
- ρ_e közvetlen napsugárzás reflexióját :

$$\rho_e = \frac{\sum_{\lambda=300nm}^{2500nm} S_\lambda \rho(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=300nm}^{2500nm} S_\lambda \Delta\lambda}$$

- Hasonlóan kétrétegű üvegszerkezetre vonatkozóan :

Mivel ezeket a bevonatos üvegeket csak hőszigetelő üveg-egységben alkalmazzák (IGU), a spektrális paramétereket ezen szerkezetekre számoltam ki.

Ebben az esetben az előző kifejezésekbe a következő összefüggéseket helyettesítettem be :



$$\tau(\lambda) = \frac{\tau_1(\lambda)\tau_2(\lambda)}{1 - \rho_1'(\lambda)\rho_2(\lambda)}$$

$$\rho(\lambda) = \rho_1(\lambda) + \frac{\tau_1^2(\lambda)\rho_2(\lambda)}{1 - \rho_1(\lambda)\rho_2(\lambda)}$$

A számítási mód alkalmas arra, hogy egy megkívánt transzmisszió és reflexió esetében a megfelelően kialakított bevonattal az üveg spektrális tulajdonságainak változtatásával a megkívánt eredmény elérhető legyen.

6. Az ARCHIPAK-QBALANCE szimulációs modell alkalmazása magyarországi feltételekre

Magyarországi feltételekre alkalmaztam az ARCHIPAK-QBALANCE szimulációs modellt, amelynek jelentősége, hogy lehetővé teszi az üvegipar által későbbiekben kifejleszhető és kereskedelmi forgalomba hozható egyre újabb és hatékonyabb termékek és szerkezetek- a tér hőegyensúlya szempontjából - mértékadó értékelését

A szimulációs modell az ARCHIPAK programcsomag része, melynek strukturáját és adatsorainak rendszerét meleg klímára Dr. S.V. Szokolay, a Queenslandi Egyetem (Ausztrália) professzora dolgozta ki.

A modell **lényege**, hogy az **épületek állandósult állapotú termikus teljesítményét** értékeli, figyelembevéve többek között:

- az épületek földrajzi helyét,
- az ennek megfelelő klimatikus adatokat,
- az ennek megfelelő benapozást, valamint
- az épület szerkezeti elemeit és
- az ezeket felépítő anyagokat, - így az üvegszerkezet-típusokat is - a vonatkozó paramétereikkel.

A felsorolt tényezők képezik az adaptálási feladat tárgyát, hogy magyarországi körülményekre is a program kezelhető legyen. Az adaptáláshoz szükséges információk és adatok az értekezés előző fejezetei alapján kerülnek beépítésre a modellbe.

A szimulációs modell **eredményként** lehetővé teszi:

- meghatározni a hazai vonatkozásban leggyakrabban előforduló, tájólástól függő üvegezési arányokra vonatkozóan, a helyiségben tartózkodó embert érő napsugárzás-terhelési értékeket különböző üvegszerkezetek esetén a fűtési idényben (téli állapotra);
- kiválasztani és rangsorolni ebből a szempontból figyelembe vehető üvegszerkezeteket fűtési idényben (téli állapotban);
- nyári állapotra meghatározni a szerkezetekhez a szükséges napsugárzás-védelmi megoldások főbb paramétereit;
- gazdasági és komfort optimalizálást végezni és ezek alapján ajánlásokat kidolgozni a megfelelő üvegszerkezetek alkalmazására, kifejlesztésére; mint ahogy azt a Magyarországra alkalmazott ARCHIPAK-QBALANCE modellel bemutattam egy példán az értekezésben leírt új üveg külső térelhatároló épületszerkezetek eseteire.

7. PMV várható hőérzeti érték meghatározásának szimulációs modellje

Szimulációs modellt dolgoztam ki üveg külső térelhatároló szerkezettel ellátott belső térre a PMV várható hőérzeti érték meghatározására.

A készített szimulációs modell **lényege**, hogy :

- lehetővé teszi a belső térben tartózkodó ember komfort-érzetének a meghatározását, adott környezeti feltételek mellett; a számításba vett épületszerkezeti komponensek változtathatóságával, épületfizikai paramétereivel, a benttartózkodó személyek változtatható létszámával feleletet adhat pl. egy nagylétszámú belső tér: mint kórház, tanterem, színház stb. szerkezeti és hőtechnikai megítélésére.

Egy belső tér hőtechnikai állapotát nagyban befolyásolják az üvegezett szerkezetek, amire az értekezés részletesen kitér. Ezek a szerkezeti jellemzők részét képezik a modell kiindulási adatainak, így szemléletesen követhető azok változtatásának hatásai.

A kiindulási paraméterek :

- a külső és belső tér légállapot-jellemzői,
- napsugárzás hatásának jellemzői, (szoláris nyereség tényezők)
- szerkezet adatai (méretek, rétegrendek)
- a szerkezetek hőtechnikai adatai,
- humán-komfort paraméterek (metabolikus hő, ruházat)

A modellel **eredményként** meghatároztam :

- a belső tér gőznyomását,
- a ruházat felületi hőmérsékletét,
- a konvektív hőátadási tényezőt,
- a környező felületek közepes sugárzási hőmérsékletét, és végül
- a PMV várható hőérzeti értékét, amely érték az ASHRAE hőérzeti skála szerint definiálható.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kutatási munkámmal feltárt vizsgálatok eredményei alkalmasak arra, hogy :

1. Az ismereteket hasznosítva, és az oktatásban is köztudottá téve, az épített környezet „gyenge pontjai” feltárhatóak, javíthatóak, vagy kiküszöbölhetőek,
2. Eleget téve az EU vonatkozó előírásaiban foglalt követelményeknek, megvizsgálhatóak az értekezésben összegyűjtött ismereteink birtokában az épületek energia-hatékonysága.
Majd ezek, az energia-auditori képzésbe beilleszthetők. Ezzel is nagyban hozzájárulhatunk az épített környezetünk gazdaságos működéséhez.
3. Az ismereteket a gyakorlatban hasznosítva, felhasználhatjuk a lakó és középületeink, energia-tudatos kialakítására, vagyis: emberek számára kialakított épített környezet terhelésének szabályozásához, végső soron, az egészséges energiatakarékos épületek, életterek kialakításához.
4. A klímaváltozás miatt bekövetkező szélsőséges időjárási viszonyok esetén a szélsőséges időjárást nem tűrő emberek számára a megfelelő humán komfort a külső térelhatároló fejlesztett üvegszerkezeteivel kialakítható.
5. Az épületfizikai és energetikai számítások és hazai szabályozás a változó-tulajdonságú üvegekkel nem számol. Az értekezésben elemzésre került fejlesztett üvegek változó ill. változtatható tulajdonságai ezen összefüggésekbe beilleszthetők.
6. A nemzetközi kutatások tapasztalatait felhasználva, az „5000” szimulációs program alkalmazásával, a fűtés nélküli belső tér hőegyensúlyát tervezem vizsgálni, a humán hőleadás figyelembevételével, a passzív-házak hőfizikai feltételeinek az elemzésénél.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A leírtak figyelembevételével kijelenthetem, hogy a hazai energia és környezetvédelmi problémakör indokolttá teszük kutatásaimat, melyek:

- az épületek energia-felhasználását gazdaságosabbá és környezetkímélőbbé teszük,
- az ember hőérzeti komfort követelmény-rendszerének kielégítését célozzák,
- a vonatkozó épületfizikai hőtechnikai kapcsolat-rendszer összefüggéseit elemzik,
- az üvegipari termékek és szerkezetek teljesítőképességének fejlesztését és alkalmazását elősegíti és
- ezen átfogó kérdéskört kezelő módszerek kidolgozására irányulnak.

Az értekezésemben ezért ezen összetett igény megoldására vizsgáltam a vonatkozó hatásokat, értékeltem a legcélravezetőbb elméleteket és a gyors és pontos eredményeket biztosító szimulációs módszereket .

Hazai hasznosítás:

- e kutatási módszer folyamatosan karbantartható eszköz
- a komfort-tervezés, épületfizika, épületszerkezet oktatási tevékenységnél, az épületgépészeti, energetikai, építészmérnöki és környezetvédelmi képzéseknél;
- a kutatás számára, a kutatási irányok meghatározásánál,
- a gyakorlati épület-tervezésnél,
- az épület-rekonstrukciók döntés-előkészítésénél,
- a gyártók részére az építő-, és építőanyagipar területén a termelési kapacitások előzetes meghatározásánál, és a további termékfejlesztések irányainak meghatározásánál;

- egy komplex átfogó szemlélettel az épületek hőkomfort és épületfizikai elemzésével a kis energia-igényű ill. passzívházak tervezésénél pontos és gyors válaszokat adni.

A kutatási munkám során szerzett tapasztalatok és eredmények alkalmasak arra, hogy az építészeti üveg alkalmazásával kedvező belső komfortot, ugyanakkor energiatakarékos üzemeltetést lehessen biztosítani.

6. A TÉMAKÖRHÖZ KAPCSOLÓDÓ SAJÁT IRODALOM

Lektorált cikk világnyelven

1. Pintér J. (1987): Glazing systems in solar architecture. Ambient Energy, Vol. 8, No. 2, /ISSN 0143-0750/, April 1987, p. 91-98.
2. Pintér J. (1989): New glazing system in architecture : technical note, Ambient Energy, Vol. 10, No 4, /ISSN 0143-0750/, October 1989, p. 213-215.
3. Pintér J. (1991): Education on solar energy in Hungary, IASEE Newsletter, No. 1/1991, p. 6-7.
4. Pintér J. (2008): El vidrio en la nueva regulación energética de la edificación, Montajes e Instalaciones, Vol. XXXVIII, No 434, Diciembre 2008, /ISSN 0210-184X/, p. 68-76.

Lektorált cikk magyar nyelven

1. Pintér J. (1983): Üvegszerkezetek szerepe és helye az építési rendszerekben ill. alrendszerekben, Épületgépészet, 1983/3, / HU ISSN 0013-9742/, 139-141. o.
2. Pintér J. (1985): Napcsapdába fogható energia, Üvegipar 1985/5 3. o.
3. Pintér J. (1987): Az új bordás üvegtábla alkalmazása, Magyar Építőipar 198/4. /HU ISSN 0025-0074/ 247-250. o.
4. Pintér J. (1989): Építészeti üvegtermékek nemzetközi kutatási eredményei, Építőanyag , XLI. évf. 1989/ 2. / HU ISSN 0013-970x/ 69-71. o.
5. Pintér J. (1989):Új üvegezési rendszerek az építészetben, Építőanyag , XLI. évf. 1989/4. / HU ISSN 0013-970x/ 155-156. o.
6. Pintér J. (1989): Az építési patológia és az üvegszerkezetek, Magyar Építőipar, 1989/10. / HU ISSN 0025-0074/ 481-484. o.
7. Pintér J. (1991): Napenergiahasznosítás a Skandináv országokban, Épületgépészet, 1991/5-6. / HU ISSN 0013-9742/ 234-238. o.
8. Pintér J. (1995): Energiamegtakarítás és környezetvédelem speciális építészeti üvegszerkezetek alkalmazásával, Építőanyag, 47. évf. 1995/1. / HU ISSN 0013-970x/ 34-37. o.

9. Pintér J. (2008): Épületek és környezetének passzív hűtése, Hűtés-, Klíma- és Légtechnika, VI. évf. 2008/5. / ISSN 1786-8238/ 26-29. o.

Nemzetközi konferencia proceedings

1. Pintér J. (1985): Az üvegszerkezetek szerepe a hangszigetelésben
XIV. Szilikátipari és Szilikáttudományi Nemzetközi Konferencia / SILICONF /
1985 május 6-10, Budapest /Ö ISBN 963 592 414 3 ISBN 963 592 410 0/
p.107-114.
2. Pintér J. (1986): Glazing systems in the solar architecture
PLEA - Nemzetközi Napenergiahasznosítási Konferencia 1986 szeptember 1-5
Pécs /8616332 MTA sokszorosító/ p: C- 46 - C-52
3. Pintér J. (1989): Új üvegezési rendszerek az építészetben,
SILICONF, 1989 június 12-16, Budapest
/ISBN 963 592 933 1, ISBN 963 592 934 X, ISBN 963 592 935 8, ISBN
963 592 936 6, ISBN 963 592 937 X/ 108-111. o.
4. Pintér J. (1985): The role of glass constructions in the thermal and sound
insulation of building systems, IBAUSIL - Nemzetközi Építőanyag és
Szilikátipari Konferencia, June 17-21, 1985 Weimar. /Rn 327/85 V/19/18/
Section 4. p.210-217.
5. Pintér J. (1988): Hungarian architecture and the solar energy,
NORTH SUN' 88 Nemzetközi Napenergia Konferencia, August 29-31, 1988
Borlange. /ISBN 91-540-4973-3/ p. 189-194.
6. Pintér J. (1989): Building pathology and the glass constructions,
CIB / Nemzetközi Építéskutatási Tanács/ Nemzetközi Kongresszusa,
June 19-23, 1989 Párizs. /ISBN 2- 86891-164-1/ THEME II. Volume 2.
p.139-145.
7. Pintér J. (1989): New glazing systems in the architecture, ICG / Nemzetközi
Üveg Bizottság / Nemzetközi Kongresszusa, July 3-7, 1989, Leningrád.
/P 2803020000-515 / 055(02)-89/ Volume 3a p. 229-234.
8. Pintér J. (1990): Passive solar building design in the Hungarian building
industry, NORTH SUN' 90 Nemzetközi Konferencia, September 18-21, 1990
Reading. /ISBN 0-08-037215-5/ p.106-108.
9. Pintér J. (1990): The Hungarian glass architecture, WREC Nemzetközi
Megújuló Energiák Világ-Kongresszus, September 23- 28, 1990 Reading.
/ISBN 0-08-037539-1/ Volume 4. p. 2665-2669.

10. Pintér J. (1991) : The cooperation on solar energy education, Megújuló Energiák Oktatása Szimpózium, June 19-20, 1991 Borlange. /ISSN 1018-5607/ p. 46.
11. Pintér J. (1991) : Solar energy education in Hungary, ISES' 91 Nemzetközi Napenergia Társaság Kongresszusa, August 19-23, 1991 Denver. / ISBN 0-08-041690-X / Volume 3 Part II. p. 3842-3845.

Magyar nyelvű proceedings

1. Pintér J. (1983) : Üvegszerkezetek szerepe és helye az építési rendszerekben ill. alrendszerekben, V. Építőipari Ifjúsági Konferencia, 1983 április 20-21 Budapest. 2.kötet 240-242. o.
2. Pintér J. (1985) : Az üvegszerkezetek komplex elemzése, Fialat Oktatók-Kutatók Tudományos Fóruma, 1985 február 11., Budapest, 25-26. o.
3. Pintér J. (1985) : Napházak üvegszerkezetei, VI. Építőipari Ifjúsági Konferencia, 1985 május 22-23, Budapest, 85/469 MTESZ háziyomda 211-221. o.
4. Pintér J. (1985): Kísérleti növényházak Orosházán Új speciális üvegek az energiatakarékos építészetben, Aktív rendszerek régi épületeknél, III. Országos Építőipari Energiaracionalizálási Kollokvium. Székesfehérvár.
5. Pintér J. (2008): Növényházak speciális üvegszerkezeteinek szerepe a napenergia-hasznosításban, MTA – AMB 2008 évi XXXII. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, 2008 január 22. Gödöllő, VII. Szekció CD publikáció

Nemzetközi konferencia abstract

1. Pintér J. (1987): Glazing systems in the solar architecture, Applied Optics in Solar Energy Nemzetközi Konferencia, July 7-9, 1987 Prága, p..59.
2. Pintér J. (1988): Hungarian architecture and the solar energy, NORTH SUN' 88 Nemzetközi Napenergia Konferencia, August 29-31, 1988 Borlange, p.13:1
3. Pintér J. (1989): La computación y la energía solar, " La computación y la ingeniería " Nemzetközi Konferencia, October 11-13, 1989, Havanna . p. 18.

A TÉMAKÖRHÖZ KAPCSOLÓDÓ SAJÁT IRODALOM

4. Pintér J. (2007) : Environmental aspects of renewable energies in architecture „13th Energy and Environment „Workshop, 2007 november 5-6, Gödöllő p.13.
5. Pintér J. (2008): Measurements of special glass elements, „14th Energy and Environment” Workshop, 2008 november 17-18 Gödöllő, p.12.

Magyar nyelvű abstract

1. Pintér J. (2008) : Növényházak speciális üvegszerkezeteinek szerepe a napenergia-hasznosításban, MTA – AMB 2008 évi XXXII. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, 2008 január 22, Gödöllő, /ISBN 978-963-611-449-7/.28. o.

Egyéb elnyert külföldi kutatási megbízások témavezetője

1. Pintér J. (1992): Oktatási módszerek fejlesztése az építészmérnök-képzésben Readingi Egyetem
2. Pintér J. (1992) : Az üveg alkalmazása a napenergia-technikáknál, különös tekintettel az épületek hőkomfortjára és energiatakarékosságára CIEMAT /Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas / Madrid