

Házgyári épületek ablakainak légáteresztés vizsgálata

HAMVAY KALMAN-SIMON ISTVAN (Építéstudományi Intézet)

Bevezetés

Fűtési időszakban az épületek külső határoló szerkezetein keresztül a külső környezet és a belső tér között időben állandóan változó mértékű energiacsere jön létre.

A külső határoló szerkezetek ebben az energiacserében különböző módon, különböző nagyságrenddel, esetenként eltérő jelentőséggel vesznek részt. Az épület energiamérlegét vizsgálva a külső határoló szerkezetek közül az esetek többségében meghatározó jellege van a külső nyílászáróknak. A külső nyílászárókon keresztül létrejövő energiaáram a transzmissziós hőáramlási és a filtrációs légáteresztési folyamatok eredőjeként adódik és a különböző vizsgálatok során is — maguknak a jelenségeknek az eltérő jellege és hatása következtében — külön tárgyalást igényelnek.

Az építészettel és az energiagazdálkodással foglalkozó hazai szakemberek közös célja napjainkban: a jelenségek pontos megismerésével, a ható tényezők lehetőségének legnagyobb mértékben történő figyelembevételével, feleltetésével, az energiával való ésszerű takarékoskodás.

Ez több irányú és több szinten folyó kutatást igényel, és többek között nem független a szabályzat-, illetve szabványalkotási tevékenységtől sem. Az épületek, épülethatároló szerkezetek hőtechnikai méretezésével, számításaival foglalkozó hazai előírás a nyílászárókon keresztül létrejövő hővesztéséget egy fiktív értékkel, fiktív hőátbocsátási tényezővel veszi figyelembe, amely értékben többé-kevésbé benne van a nyílászárók légáteresztéséből adódó termikus energiavesztés is.

A fejlett európai és tengerentúli országokban az előírások — túlmenően azon, hogy a transzmissziót és a légáteresztést külön kezelik — magának a légáteresztés valóságos értékének ismeretére is jóval nagyobb súlyt fektetnek, mint hazai gyakorlatunk azt eddig tette.

A hazai fiktív hőátbocsátási tényezők a mellett, hogy régi mérési adatokon alapulnak, meglehetősen pontatlan értéket szolgáltatnak, következtésképpen az előírásainkban szereplő, rögzített tényezők használatával az épületek teljes hővesztésének (energiamérlegének) meghatározásakor már eleve egy ismeretlen — esetenként megengedhetetlen mértékű — hibát is elkövetünk.

A filtrációval kapcsolatos korrektebb vizsgálatokhoz tehát a különböző nyílászárók légáteresztési jellemzőinek pontosabb ismerete szükséges.

Különböző céllal légáteresztés-vizsgálatokat, méréseket több helyen végeznek hazánkban (ÉMI, FÉMMUNKÁS, BME II. Épületgépészeti Tanszék). Az Építéstudományi Intézet Épületfizikai és Fűtéstechikai Osztálya a közelmúltban a házigyári épületekben legelterjedtebben használatos nyílászáró szerkezetek légáteresztési jellemzőinek laboratóriumi körülmények között történő vizsgálatával foglalkozott.

Jelen cikkünkben a vizsgálatok eredményeiről, tapasztalatairól számolunk be.

Nyílászáró szerkezetek légáteresztése

A nyílászárók légáteresztésének energiagazdálkodási szempontból elsősorban téli viszonyok között van jelentősége.

A légáteresztést, mint energiavesztéségi tényezőt, ezért az épületek téli energiamérlegében, a hővesztőség számításában vesszük figyelembe, bizonyos egyszerűsítésekkel.

A nyílászárók két oldala között nyomáskülönbség hatására levegő áramlik a résekben keresztül, és így energiacsere (energiavesztés) jön létre a külső és a belső légtér között.

A nyílászáró szerkezetek filtrációjának meghatározására a következő általános empirikus összefüggést használja a gyakorlat:

$$V = a \cdot l \cdot \Delta p^n \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Az összefüggésben

- a — fajlagos légáteresztési tényező $[\text{m}^3/\text{hmPa}^n]$
- l — szárny és tok közötti rész hossza [m],
- Δp — nyomáskülönbség a nyílászáró két oldala között, [Pa],
- n — empirikus kitevő.

A hazai előírás szerint $n = 2/3$ értéke mellett az egyes ablaktípusokra az „a” réslégáteresztési tényezőt az alábbi értékekkel kell számításba venni:

Egyszeres szerkezetű, (2 ütközéses)	$1,39 \cdot 10^{-2}$
Egyesített szárnyú (3 ütközéses)	$1,11 \cdot 10^{-2}$
Kapcsolt gerébtokos (4 ütközéses)	$0,83 \cdot 10^{-2}$
Speciális fémprofil szerkezetű	$0,56 \cdot 10^{-2}$

Megjegyezzük, hogy ezek az adatok az ablak szerkezeti jellemzői közül nem mindent vesznek figyelembe, így pl. nem tesznek különbséget a szerkezetek nyitási módjai között sem, ami pedig azonos méretű és szerkezetű nyílászáró esetén lényeges eltérést okozhat.

Mérőberendezés, mérési körülmények

Az országban több olyan vizsgáló készülék üzemel (ÉMI: francia-, FÉMMUNKÁS: NSZK gyártmányú, BME II. Épületgépészeti Tanszék: saját gyártmányú), amelyek egy-egy adott ablakszerkezet laboratóriumi vizsgálatára alkalmasak. A berendezések többsége helyhez kötött, így a velük végzett mérések főleg a tok és a szárny közötti kapcsolat vizsgálatát teszik lehetővé. Az ilyen körülmények között végzett vizsgálatok eddig csak új ablakszerkezetek jellemzőinek meghatározására irányultak.

Az épületeken kialakuló filtrációs levegőforgalom egyrészt az ablak szerkezetétől, másrészt annak a panelba való építésétől függ, ezért vizsgálataink-

ban a tok és a panel közötti kapcsolatot vizsgálata is lényeges kérdésként szerepelt. A fenti indokok olyan mérési metodika és mérőberendezés kidolgozását tették szükségessé, amely lehetővé teszi a beépített ablak együttes légáteresztésének mérése mellett csak az ablakkeresztet légáteresztésének mérését is.

A berendezés tervezésekor a panel és doboz közötti tömítetlenségből eredő levegőáteresztés kiküszöbölésére a következő módszert alkalmaztuk. Egy kettős falú mérőkamra belső részében — amely a mérendő ablakot magában foglalja — a külső légtérhez képest a kívánt értékű nyomáskülönbséget állítottunk elő, a levegő a „homlokzati réséken”, illetve a falelem — kamra közötti réséken távozik. Ez utóbbi megakadályozható, ha a mérőkamra körüli légtérben a belső nyomással megegyező értéket biztosítunk. Ehhez van szükség a mérőkamrát magába foglaló külső dobozra. (1. ábra). A külső és belső doboz közötti légtérben a belső nyomással azonos nyomásérték a külön ide csatlakozó ventilátor fordulatszámának és a szabad légtérbe nyíló szabályozó csappantyú állásának összehangolásával érhető el.

A mérőberendezés kivitelezése során a szimpla falú dobozzal tömör falon végzett próbamérések azt mutatták, hogy a doboz légáteresztése a vizsgálati tartományban gyakorlatilag nulla, nem érte el a műszer érzékenységet. A külső doboz elhagyása tehát a mérés pontosságát nem befolyásolta, ugyanakkor egyszerűsítést jelentett a mérések elvégzésében.

Az összerakott mérőberendezésekben a mérőkamra és a külső légtér közötti — a mérés időtartama alatti — állandó nyomáskülönbségnél a filtrációs levegőmennyiség megegyezik a ventilátor által szállítandó mennyiséggel. A levegőmennyiség mérését mérőperem közbeiktatásával végeztük el.

A mérés egyik alapvető feltétele az ablak két oldala közötti állandó nyomáskülönbség létrehozása. Ehhez egyrészt a dobozban uralkodó nyomás állandó értéken tartása, másrészt az ablakkal érintkező külső légtér gyors, pillanatszerű nyomásinga-

lásainak kiküszöbölése szükséges. Az első feltételt a levegőáram szabályozásra szolgáló szerkezet megfelelő megválasztásával, míg az utóbbi a levegő áramlást sebességváltoztatás megakadályozásával elégíthető ki. Berendezésünkben a levegőáram mennyiségének szabályozását — torroid transzformátor közbeiktatásával — a ventilátor fordulatszámának változtatásával végeztük. A szélsőséges változásból eredő nyomásingadozást úgy semlegesítettük, hogy mérésünkkel a 43. sz. AÉV 4. sz. PTE gyártmányú fedett csarnokában a kiszállításra előkészített panelekba épített ablakokon végeztük (lásd fényképet).

A következő méretű és típusú ablakok légáteresztését vizsgáltuk meg (méretek cm-ben).

- 90×150 nyíló
- 120×150 forgó
- 150×150 forgó
- 150×150 bukó (kétszárnyú).

Egy-egy ablakon három esetben végeztünk mérést, külön az exfiltrációt és külön az infiltrációt előidéző nyomásviszonyok mellett, úgy hogy először a homlokzati panelon létrejövő teljes légáteresztést határoztuk meg.

Következő lépésben a falelem és a tok közötti résnek légáteresztését mértük meg. A szárny külső oldala felől lebontottuk a takarólecezt és a hézagot „Agroplaszt” tömítőanyaggal légtömören elzártuk. Így tehát a tok-panel, valamint a tok-sárny közötti légáteresztés értéke a két mérés eredményének különbségeként adódott.

Mérési eredmények és azok értékelése

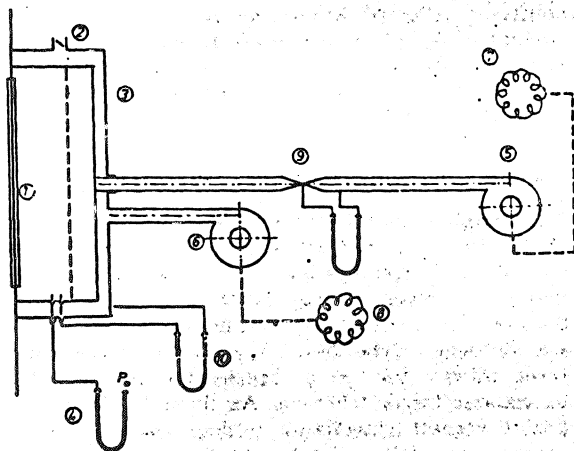
Hazánkban a nyílászárók követelményértékeinek meghatározására vonatkozó MSZ 9384/2 szabvány a közelmúltban jelent meg.

A szabvány a nyílászáró névleges felületének (a falnyílás nyersmérete) egy m²-ére vonatkoztatott légáteresztést figyelembevéve négy kategóriába sorolja a nyílászárókat (2—5. ábrák), nevezetesen:

- különleges légzárású az a szerkezet, amelynek légáteresztési grafikonja az L₁ vonalon, vagy az alatt van,
- nagy légzárású az a szerkezet, amelynek légáteresztési grafikonja az L₂ vonalon, vagy az L₁—L₂ közötti területen van,
- közepes légzárású az a szerkezet, amelynek légáteresztési grafikonja az L₃ vonalon, vagy az L₂—L₃ közötti területen van,
- légzárási igény nélküli az a szerkezet, amely nem sorolható az L₁, L₂, vagy L₃ kategóriába.

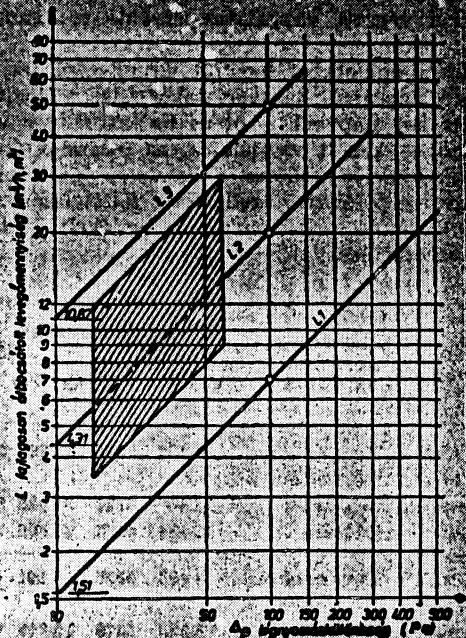
A kategóriába sorolásnál a fal és a tokszerkezet közötti légáteresztést figyelmen kívül kell hagyni. A négy különböző típusú ablak mért légáteresztési jellemzőit a 2—5. ábrákon a vonalozott területek szemléltetik. A 90×150 cm-es oldalnyíló és a 150×150 cm-es bukóablak grafikonjait vizsgálva látható, hogy kb. azonos minőségűek az ablakok. A 90×150 cm-es oldalnyíló ablaknál nagyobb a vonalozott terület, mint a másik esetben.

Ez elsősorban az ilyen típusú ablakokon végzett nagyobb számú mérései magyarázható.

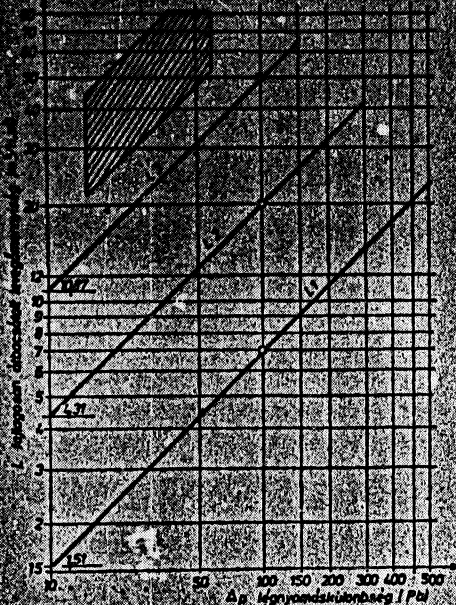


1. ábra. Tervezett mérőberendezés elvi vázlata

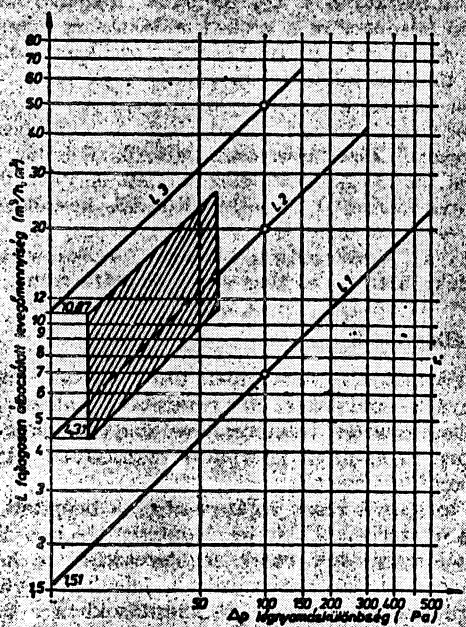
- 1 — mérendő ablak, 2 — szabályozó zsaku, 3 — kettős falú mérődoboz, 4 — belső doboz nyomásának mérése, 5 — ventilátor I., 6 — ventilátor II., 7 — torroid I., 8 — torroid II., 9 — venturi mérő (levegőmennyiség méréshez), 10 — külső-belső doboz nyomáskülönbségének mérése.



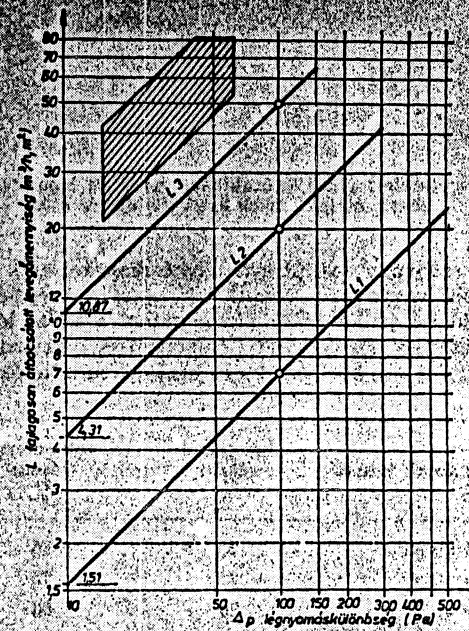
2. ábra. 90×150 cm-es ablakok légáteresztése



4. ábra. 120×150 cm-es ablakok légáteresztése



3. ábra. 150×150 cm-es ablakok légáteresztése

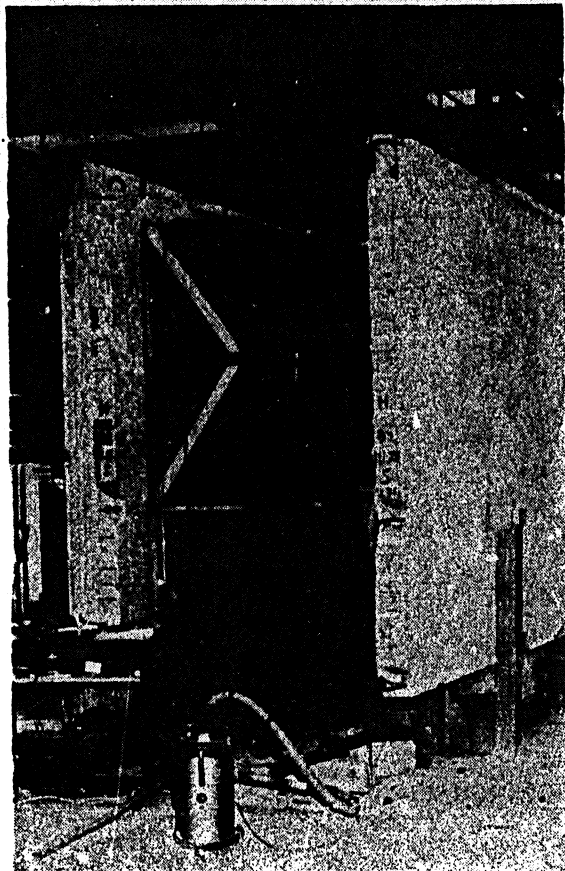


5. ábra. 150×150 cm-es ablakok légáteresztése

A 120×150 cm-es, illetve 150×150 cm-es méretű forgóablakok mérési eredményeit összehasonlítva a nyíló és bukó ablakokkal, itt is azonos nagyságrendű a vonatkoztatott légáteresztés. A nyíló (bukó) és a forgórendszerű ablakok légáteresztési grafikonjait összevetve érzékelhető, hogy azok nagyságrendileg eltérnek egymástól. Ha az ablakok és szárny-szerkezetek közötti réshosszat az egyes típusoknál a névleges felületre vonatkoztatjuk, a következő értékek adódnak:

	m³/m²
150×150 cm-es bukó ablak	3,6
90×150 cm-es oldalnyíló ablak	3,4
120×150 cm-es forgó ablak	2,9
150×150 cm-es forgó ablak	2,6

Ez utóbbi adatokból és a korábbi megállapításokból végül azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a forgóablakok a m²-enkénti kisebb réshossz ellenére sokkal nagyobb légáteresztésűek, mint a nyíló és bukó rendszerű ablakok.



Fotómelléklet: Házgyári ablakos panelek légáteresztésének vizsgálata az épületbe építés előtt.

A szabvány szerint a minősítő diagram csak nyílászáró szerkezetekre vonatkozik, ezért a beépítésből adódó tok-panel rések vizsgálatánál a teljes légáteresztéshez viszonyított összetevőket határoztuk meg. Ezek a következő értékkel jellemezhetők:

Az ablak típusa	tok-panel résein %	tok-szárny résein %
nyíló ablak	25	75
bukó ablak	25	75
fordó ablak	20	80

Az adatok egyértelműen bizonyítják, hogy a tok-panel rések légáteresztése a beépített nyílászáró szerkezetek teljes légáteresztéséhez képest is magas értéket képvisel.

A nyílászárók egyedi vizsgálatán túl az egész épületrész filtrációs hőigényének megismerésére — a mérési adatok felhasználásával — a BME II. Épületgépészeti Tanszéke végzett számításokat (dr. Zöld András). A Tanszéken korábban kidolgozott számítógépes programmal a hazai szakirodalom már részletesen foglalkozott, itt röviden csak a tan-

székekkel végzett vizsgálatok eredményét ismertetjük.

Modell-épületként fogatolt elrendezésű ún. „sovány” alaprajzú, házgyári lakóépület szolgált. Az épület két alapvető — öt és tíz lakószintes változatban — került vizsgálatra, az ötszintes épületben gravitációs szellőzés, a tízszintes épületben kiegészítő gépi elszívó szellőztetés feltételezésével.

A számítási eredmények a mellékelt táblázatban szerepelnek:

Perem feltétel	Ablakok légáteresztési tényezője	szintek száma			
		5		10	
		$Q_{rs}(W)$	$Q_{th}(W)$	$Q_{rs}(W)$	$Q_{th}(W)$
$t_e = 15^\circ C$	Mért értékre	14 253	9271	32 863	20 930
$v = 3m/s$	Mért érték				
Méretezési állapot	70%-ára	13 468	8121	31 035	14 750
	40%-ára	12 434	6365	28 896	18 293
$t_e = 0^\circ C$	Mért értékre	7 453	5825	15 591	11 693
$v = 2m/s$	Mért érték				
átlagos	70%-ára	7 168	5378	15 019	10 747
állapot	40%-ára	6 978	4591	14 392	9 539

A táblázatban a Q_{rs} szellőzési hőigény mellett külön feltüntettük a lakások ablakain és loggia ajtóin át fellépő Q_{th} infiltrációs hőszükségletet.

A táblázat adataiból megállapítható, hogy méretezési feltételek között a homlokzati nyílászárókon át beáramló levegő mennyisége a légátbocsátási tényezővel közel arányosan változik. E jelleg megmarad az átlagos feltételek mellett is, de a változás kisebb mérvű. A teljes filtrációs hőszükségletben elérhető megtakarítás talán szerényebb, mint amit a légátbocsátási tényezők csökkentésének mértéke alapján esetleg várni lehetett volna.

Megállapítások

A vizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy a házgyári épületeken leggyakrabban alkalmazott ablakszerkezetek légáteresztése magas, következésképpen az épületek energiafogyasztásában jelentős tényezőt képviselnek.

A tok-panel rések légáteresztése a beépített nyílászáró szerkezetek teljes légáteresztésében is, és a nyílászárny-tok rések légáteresztéséhez képest is magas értékű, éppen ezért a jelenlegi körülményeink mellett a filtrációs számításokban a beépítési rések légáteresztését is figyelembe kell venni.

Az ablaktok és a panel közötti rések tömítése különböző tömítőmasszák és kiték felhasználásával közel 100%-ig fokozható.

Az ablakok jelentős részénél a nagymértékű légáteresztést a nem megfelelő konstrukció, az ablak-szárnyak jelentős mértékű vetemedése és a gyári tömítési rendszer elégtelen funkcionálása okozza.

Az épület energiafogyasztásának csökkentésében a külső nyílászárók légáteresztésének csökkentése fontos, de ezen kívül még az utcai bejárati ajtó tömítése és az épület függőleges közlekedő tereinél szakaszolása is szükséges.

További feladatok

A lakó- és középületekben elterjedten alkalmazott fa, fém és műanyag ablakok és ajtók légáteresztési jellemzőit típusonként, gyártmányonként meg kell határozni.

A különböző módon beépített ablakokról és ajtókról külön meg kell határozni a beépítésből eredő légáteresztést is.

Célszerű lenne az épületek üzemelése során kialakuló filtráció-változás vizsgálata a helyszínen, meghatározott időközönként ugyanazon ablakon végzett mérésekkel. Ennek ismeretében az „üzemelő” épületek filtrációs hőigényének meghatározása tovább pontosítható. Ilyen vizsgálatok elvégzéséhez mérési metodika kidolgozása, és mérőberendezés készítése szükséges, ez az ETI-ben jelenleg folyik.

Az ETI filtrációval kapcsolatos kérdésekkel több munka keretében végzett és végez kutatást, és a jövőben is kiemelten kezeli ezt a témakört. Az elvégzendő feladatok nagy volumenére való tekintettel azonban az előzőekben már részben felsorolt, a nyílászárók légáteresztésének kérdéseivel foglalkozó intézmények munkájának összehangolása is szükséges.

IRODALOM

- [1] Dr. Petró Bálint—Dr. Zöld András: Nyílászáró szerkezetek szerepe az épületek energiateljesítményében. (Világárvonal-vizsgálati tématarulmány, ETI 1977.)
- [2] Szalay Zoltán: Házgyári épületek nyílászáró filtrációjának (energiafogyasztásának) csökkentése szelőlőző légtűző berendezéssel. (ETI Kutatási Jelentés, 1976.)
- [3] Dr. Zöld András: A nyílászáró szerkezetek minősége és az épületek üzemeltetési költsége. (Építés — Minőség, 1977/3.)
- [4] Simon István: Házgyári épületek ablakainak filtráció vizsgálata — különös tekintettel az épület energiaméltására. (ETI Kutatási Jelentés, 1978.)
- [5] MSZ 9384/2 „Ablak és ajtó szerkezetek teljesítményfokozatai és teljesítménykategóriái”.

Egyesületi hírek

A Magyar Hidrológiai Társaság Balneológiai Szakosztálya 1979. II. 15-én előadást tartott a sátor tetővel fedett üszömedencék tervezési és üzemeltetési tapasztalatairól. Dr. Kincsi István a sátor hőtechnikai, világítási és zajszint kérdéseivel, Takács Antal pedig a vízellátásban a szűrő-vízviszaforgatással elérhető hőmegtakarítással foglalkozott. Az előadásokból az emblematikus ki, hogy a sátor különleges épületfizikai tulajdonságai miatt a megkívánható belső klíma és gazdaságossági viszonyok csak rendkívül körültekintő és gondos épületgépészeti tervezéssel oldhatók meg kielégítően.

A Víz—Csatorna—Gázszakszövetség december 14-én nagyszikori gázipari klubdelutánt rendezett „kérdés-felelek” címmel, kb. 140 fő részvételével. A klubdelután: első részben ismeretterjesztő kiállítások kerültek felállításra, amelyek főleg gázbiztonsággal foglalkoztak. Filmművészet után a meghívott előadók válaszoltak az előzőekben írásban beérkezett mintegy 50 szakkérdésre a gázvezetés és kivételzés köréből. Ezenkívül rövid ismereteket tartottak a gáziparban és energiaellátásban felmerülő problémákról és újabban megjelent szabályozásokról. A rendkívül tanulságos vitadelután anyagának közérdekű részeiből lapunk hasábjain ismereteket fogunk közölni. A válaszokat Engi Dezső (Áll. Energiafelügyelet), Kovács Lajos (FVM), Kutas Péter (Főv. Gázművek), Matos Attila (Főv. Kéményseprő V.), dr. Mezős Csaba (BME), Timár István (BM—TOP) adták meg, mind az előzetesen, mind a helyszínen feltejt kérdésekre. Vítavezető Simon Pál volt.

Az Épületgépészeti Tagozat szakosztályai az elmúlt időszakban az alábbi szakmai rendezvényeket tartották:

- III. 7-én a Mezőgazdasági Épületgépészeti Munkabizottság az AGROKOMPLEX és az agárdi Mezőgazdasági Kombinát közreműködésével Agárdon egésznapos kibővített munkabizottsági ülést tartott,

melyen Hrauda Gábor vítavezetése mellett 8 előadás hangzott el az állattartási épületek épületgépészeti és egyéb kérdéseiről.

- III. 7-én szakmai tanulmányi látogatást szerveztek a Fővárosi Gázművek Óbuda Gázgyárába, ahol Nagy Miklós tartott ismertető előadást.
- III. 15-én az Épületvillamosítási Szakszövetség „gazdaságossági szempontok érvényesítése az épületgépészeti tervezésben” címmel szervezett klubnapot. Előadó dr. Sziréki Zoltán volt.
- III. 20-án szakmai tanulmányi látogatást szerveztek a kistarcsai kórház épületgépészeti berendezéseinek megtekintésére. Fodor László és Csorba Zoltán ismertették a berendezéseket.
- III. 21-én könnyű fürdőszoba térelemek hazai bevezetésének helyzetéről tartott ismertető előadást Faludi Lórántné.
- III. 23-án az aszimmetrikus sugárzás hőérzeti kérdéseiről tartott előadást az ETI-ben Pongrácz Lajos. Vítavezető: dr. Rézsegh Csaba volt.
- III. 30-án „a levegő ionizálás élettani hatásainak tanulmányozása állatkísérleti modelleken” címmel tartott előadást dr. Benkő György ugyancsak az ETI-ben. A rendezvényt a Magyar Meteorológiai Társaság Biometeorológiai Munkabizottsága és a Mikroklíma Munkabizottságunk szervezte.

1980. V. 14—17. között Olaszországban, Sirmione-ban (Brescia) rendezik a IV. Nemzetközi Távfűtési Konferenciát. Részletes felvilágosítás kérhető a Szervezőbizottságtól, címük: AIARR, 20146 Milánó, Via Sardegna 32.

MENIS LAJOS a TTI szakosztályvezetője hosszú évek óta kiemelkedően eredményes munkája elismerésül, nyugállományba vonulása alkalmából „kiváló munkáért” kitüntetést kapott az építésügyi és városfejlesztési miniszertől.