

- Pandey K. K. (2005) Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood. *Polym. Degr. Stab.* 90(1):9-20
- Pandey K. K., Vuorinen T. (2008) Comparative study of photodegradation of wood by a UV laser and a xenon light source. *Polym. Degrad. Stab.* 93(12):2138-2146
- Podgorski L., Merlin A., Deglise X. (1996) Analysis of the Natural and Artificial Weathering of a Wood Coating by Measurement of the Glass Transition Temperature. *Holzforschung* 50:282-287
- Sharratt V., Hill C. A. S., Kint D. P. R. (2009) A study of early colour change due to simulated accelerated sunlight exposure in Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Polym. Degrad. Stab.* 94:1589-1594
- Tolvaj L. and Faix O. (1995) Artificial Ageing of Wood Monitored by DRIFT Spectroscopy and CIE L*a*b* Color Measurements. I. Effect of UV Light. *Holzforschung* 49 (5):397-404
- Tolvaj L. and Mitsui K. (2005) Light Source Dependence of the Photodegradation of Wood. *J. Wood Sci.* 51(5):468-473
- Tolvaj L., Mitsui K., Varga D. (2011) Validity limits of Kubelka-Munk theory for DRIFT spectra of photodegraded solid wood. *Wood Sci. Technol.* 45:135-146
- Wang X. and Ren H. (2008) Comparative study of the photo-discoloration of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens* Mazel) and two wood species. *Applied Surface Science* 254:7029-7034

Nyílászárók szerkezeti elemeinek hatása a teljesítményjellemzőkre*

I. rész. A rugalmas ütközések hatása az ablak légzárására

BENCSIK Balázs¹, KOVÁCS Zsolt¹, DÉNES Levente¹

¹ NymE FMK, Faanyagtudományi Intézet

Kivonat

Az épület energetikai mérlegében nagy szerepet töltenek be a különböző nyílászáró szerkezetek, melyekre az EU új termékszabványában rögzített teljesítményjellemzők vonatkoznak. A teljesítményjellemzők között szerepel az ablakok légzárési követelményértéke is, amit egy adott használatra szánt ablaknak a beépítés pillanatában teljesítenie kell. Kísérletsorozatunk célja az, hogy megvizsgáljuk azon szerkezeti elemeket, amelyek szignifikáns módon befolyásolják egy nyílászáró légzárési teljesítményét. E cikkben a rugalmas ütközések szerepét ismertetjük. A kísérletsorozat során laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk az ablakok légzárását peremtömítéssel és középtömítéssel, majd külön-külön eltávolítva azokat és végül a használt középtömítést cseréltük le egy teljesen új tömítésre és végeztük el a szabványos vizsgálatokat. A középtömítés eltávolításával az ablakok légzárása minden nyomásfokozaton jelentős mértékben romlott, míg a peremtömítés eltávolítása nem okozott minden

*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund in frame of the project „Talentum - Development of the complex condition framework for nursing talented students at the University of West Hungary”, project ID: TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018

nyomásértéken szignifikáns minőségváltozást. A vizsgált tényezők közül a középtömítés állapotának a hatása ablakoként különböző mértékben jelentkezett, azonban elmondható, hogy magasabb nyomásértékeken mindhárom próbatest esetén szignifikánsnak bizonyult.

Kulcsszavak: ablak, légzárás, peremtömítés, középtömítés, rugalmas ütközések

The effect of structural elements on windows performance characteristics

Part 1. The influence of sealing's on air tightness

Abstract

The windows and doors structures and their performance characteristics prescribed by European directives and determined by the new product standards play an important role in the energy balance of buildings. Between the performance features we find the air tightness of windows, which limit value required by a certain usage must be assured in the moment of installation. This research intends to investigate the influence of structural elements on windows and doors performance. The present article describes the role and effect of sealing's on windows air tightness. A series of laboratory experiments were performed examining the influence of primary and secondary weather-strips as well as the effect of sealing's weathering on elasticity. By removing the primary weather-strip the air tightness declined significantly at each pressure level. Opposite to this the secondary weather-strip elimination doesn't affected considerably the air tightness at certain pressure levels. The impact of primary sealing weathering varied among the examined window types.

Key words: window, air tightness, sealing, elastic collisions

Bevezetés

Az ablakok szerkezetét az idők folyamán folyamatosan módosították a jobb technikai jellemzők érdekében, valamint a kor építészeti stílusának és az építészeti megoldásoknak megfelelően. Napjainkban az esztétikus megjelenés mellett a használhatóság, de leginkább a jó hang-, hő- és légszigetelés áll a tervezők, valamint a felhasználók igényeinek középpontjában.

Egy ablakszerkezet esetében a hőátbocsátás nem csak transzmisszió (vezetés, konvekció, felületi átadás) útján történhet, hanem az ablakszerkezet tömítettségének köszönhetően, a réseken átáramló levegő cseréjéből is adódhat (filtráció) (Hessinger, 2010). Az egyre növekvő energiaáraknak, és az egyre szigorodó energetikai direktíváknak köszönhetően mind több figyelmet fordítunk épületeink energiateljesítésére. Az európai épületenergetikai direktíva (91/2002/EK) megköveteli minden európai uniós tagországtól az épületek energiateljesítését igazoló tanúsító rendszer létrehozását is, ami

a gyártókat egyre kisebb hőátbocsátási értékű (U_w) és jobb légzárási teljesítményű ablak kifejlesztésére kötelezi (Sieberath 2010). A modern légtömör nyílászárók megjelenése előtt épült házakra jellemző, hogy zárt ablakok és ajtók mellett a szélnyomás és a külső-belső hőmérsékletkülönbség hatására a házban keresztül levegő áramlik, huzathatás észlelhető (infiltráció, exfiltráció). Ebben meghatározó a nyílászárók tömítetlensége, tökéletlen zárása. Egy épület rossz légtömörtségének következményei az alábbiak lehetnek:

- ellenőrizetlen szellőzés
- huzatérzet-diszkomfort
- energiavesztések
- akusztikai problémák.

Célszerű tehát a fent említett okokból a légtömörségre törekedni. Ugyanakkor a túlzott légtömörség rossz levegőminőséghez, valamint állagkárosodáshoz vezethet. A szellőztetett helyiségekben a megnövekedett páratartalom páralecsapódást és penészes falfelületek kialakulását eredményezheti. Ezért az

épületek tervezésénél különös gondot kell fordítani a tervezett és jó esetben felügyelt, szabványokban előírt légcserre biztosítására (Szánthó 2007).

Gyakorlati tapasztalatok igazolják, hogy a beépített ablakok tömítettsége a használati körülmények hatására idővel változik, nem zárnak olyan mértékig, mint ami a minősítésüknek megfelel. Valójában a jellemzők észrevehető degradálódásáról van szó. A használati tulajdonságok egész működési élettartam alatti megbízhatóságának tervezéséhez pontosan ismerni kell az egyes szerkezeti elemeknek a termék teljesítőképességi jellemzőire gyakorolt hatását. Cikksorozatunk célja, hogy bemutassuk azokat a konstrukciós részleteket, amelyek meghatározó módon befolyásolják egy nyílászáró teljesítőképességi jellemzőit. Jelen cikkünkben a peremtömítés és a középtömítés hatását kívánjuk bemutatni három különböző ablakon végzett légzárési vizsgálattal.

Elméleti háttér

Egy épület energiafelhasználását jelentős mértékben befolyásolja a réseken keresztülráamló szabályozatlan levegőáram (infiltráció, exfiltráció). A nyílászárók résein kialakuló filtráció a külső és belső levegő sűrűségkülönbségből és a szél torlónyomásából adódik. Az ablakfelületen kialakuló torlónyomás a nyílászáró szerkezetében deformációkat okozhat, ami megnövekedett réseket eredményezhet (Szabó 1982).

Annak érdekében, hogy minél kisebb legyen a szélteher hatására létrejövő deformáció, növelni kell a szárny és a tok kapcsolatának merevségét, amit legegyszerűbben a záródási pontok számának növelésével érhetünk el. A tervezési munka célja azonban, hogy megtaláljuk az optimumot egy adott termék teljesítőképessége, megbízhatósága, valamint ára között. A záródási helyek indokolatlanul megnövelt száma a termék gyártási költségeit növeli (Kovács 2002).

A gyakorlatban alkalmazható általános elvként követhetjük, hogy 120 cm-es szárnyméret felett csak köztes záródás biztosítja a jó légzárást, L4-es légzárési fokozat eléréséhez két körbefutó tömítés és oldalanként 3-3 zárási pont alkalmazása szükséges (Kovács 1989).

A Nyugat-magyarországi Egyetem Terméktervezési és Gyártástervezési Intézet részvételével egy európai uniós FP 6. projekt keretében 55 valós méretű, különböző konstrukciójú ablakra kiterjedő vizsgálatok folytak a konstrukciós jellemzők és teljesítőképességi mutatók kapcsolatának feltárására. A projekt egyik eredményeként létrejött egy korrelációs térkép, amely grafikusán mutatja be az egyes

szerkezeti komponensek különböző összetevőinek és adott teljesítőképességi jellemzőnek a kapcsolatát. A vizsgált komponensek között szerepel a légtömör zárásért felelős rugalmas tömítő profil is. Megállapították, hogy egy ablak légzárési teljesítményjellemezőjére a rugalmas tömítés anyagának, keresztmetszetének, összenyomhatóságának, folytonosságának, valamint a tömítések számának van érzékelhető hatása (Surmeli 2008).

Anyag és módszer

A nyílászárók légtömörségét, illetve egyéb műszaki jellemzőit befolyásoló faktorok pontosabb feltárása érdekében több gyártó által készített, különböző nyitásmódú ablakon végeztünk vizsgálatokat.

Kísérleteink során két szerkezeti elem vizsgálatát végeztük el, annak érdekében, hogy meghatározzuk az ablakok légzárési teljesítményére gyakorolt hatását. A vizsgált két szerkezeti elem a rugalmas peremtömítés, valamint a köztes, védett gumitömítés voltak. A vizsgálatokat három, különböző gyártó által gyártott, különböző típusú faablakon végeztük. Az ablakok eltérő méretben és nyitásmóddal készültek, hőszigetelt üvegezéssel.

Az első számú próbatest egy 1230x1480 névleges méretű, bukó-nyíló vasalattal szerelt, meranti (Shorea...spp) fafajból készült egyszárnyú ablak volt, 68 mm profilvastagságú szárnyal. A próbatestet Roto NT E520 vasalattal szerelték, amely hét helyen biztosított záródást. A középső gumitömítés típusa Deventer SV12, míg a peremtömítés Deventer SV33 típus volt.

A második vizsgált próbatest egy kétszárnyú, 1780x2080 névleges méretű, felülvilágító, bukó-nyíló vasalattal szerelt, erdeifenyő (*Pinus silvestris* L.) fafajból készült ablak volt, mely az első próbatesttel megegyezően 68 mm-es profilvastagsággal készült. A próbatest pántolásához a SIEGENIA FAVORIT Si-line 2312 típusú vasalatát, a szárnyakhoz pedig az A 300 12/18-9 rendszert használták, amely 9 helyen biztosított zárást. A középső gumitömítés típusa Dipro CS 125, míg a külső peremtömítés Dipro L 5020 típus volt. A második próbatest profilalakítása megegyezik az előzőével.

A harmadik vizsgált próbatest egy kétszárnyú, 1500x3000 mm névleges méretű, felülvilágító, bukó-nyíló vasalattal szerelt, erdeifenyő (*Pinus silvestris* L.) fafajból készült ablak volt, mely 68 mm-es profilvastagsággal készült. A próbatest pántolásához a SIEGENIA FAVORIT Si-line 2312 típusú vasalatát, a szárnyakhoz pedig az A

300 12/18-9 rendszert használták, amely 11 helyen biztosított zárást. A középső gumitömítés típusa Deventer SP 20 volt. Az ablak nem rendelkezett külső peremtömítéssel.

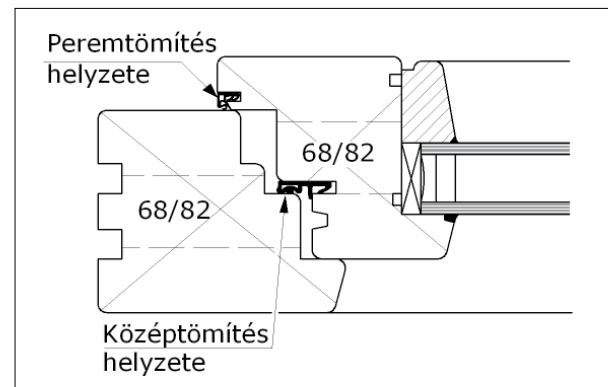
A légzárási vizsgálatokat az MSZ EN 1026:2001 szabvány szerint végeztük el az ÉMI Nonprofit Kft. akkreditált ablakvizsgáló laboratóriumában. Mindhárom próbatestet a vizsgálatainkat megelőzően másfél éve már vizsgáltuk az említett szabványnak megfelelően. A méréseket követően az ablakok a laboratóriumi helyiségben lettek elhelyezve, mozgatótól és egyéb mechanikai hatásoktól védve. A vizsgált rugalmas ütközések elhelyezkedést az 1. ábra szemlélteti.

Mindhárom próbatest esetében vizsgáltuk a középtömítés állapotát, ellenben a peremtömítés hatását csak az 1-es és 2-es számú próbatesten tudtuk vizsgálni. A kísérleti tervet az 1. táblázat tartalmazza. Mivel a próbatestek gyártás és bevizsgálás után másfél évig csukott állapotban voltak, kíváncsiak voltunk, hogy miként változik a légzárási, ha a használt gumitömítést egy ugyanolyan típusú új tömítésre cseréljük. A vizsgálatokat a kísérleti tervnek megfelelően az MSZ EN 1026:2001 szabvány szerint végeztük el. Minden kísérleti beállítást 50, 100, 150, 200, 250, 300, 450 és 600 Pa-os nyomásfokozaton háromszor ismételtünk.

Eredmények és értékelés

Az elemzés első lépéseként a végrehajtott kísérleti terv három ismétlésének az átlagát vizsgáltuk, eltekintve a replikációk és kölcsönhatások okozta ingadozásoktól. A különböző nyomásértékeken kapott légáteresztési értékek átlagát az MSZ EN 12207:2001-es szabványban rögzített osztályozó diagramban ábrázoltuk (2–4 ábra).

Megállapítható, hogy az 1. számú próbatest esetében az 1–4. kísérleti beállítás közül csak a 3. beállítás (eltávolított középtömítés) során növekedett meg a légáteresztés olyan mértékben, hogy az ablak már kis nyomásokon is csak a 3. minősítő osztályba került. A próbatest új középtömítésével (4. kísérleti beállítás), alacsony nyomásértékeken a légzárási érték tartósan a legjobbnak számító 4. osztálytartományba esett és még 600 Pa-os torló nyomás esetén is kicsivel az osztályhatárt jelző egyenes alatt maradt. A 2. kísérleti beállítás során a peremtömítést eltávolítottuk, azonban annak hiánya nem befolyásolta jelentősen az ablak légzárási teljesítményét. Az osztályozó diagramon (2. ábra) továbbá megfigyelhető, hogy a vizsgálati



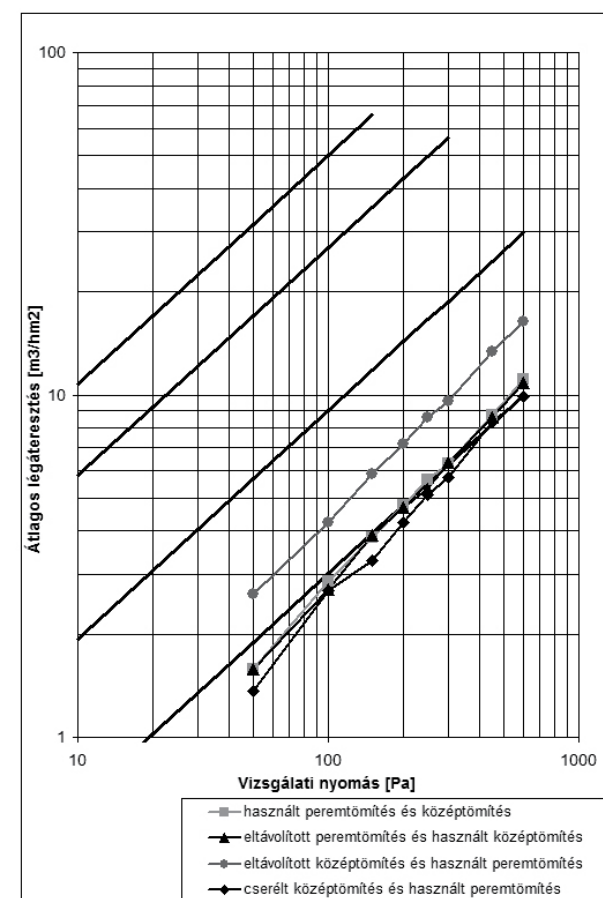
1. ábra A rugalmas tömítések helyzete a tok és a szárny csatlakozásánál

Figure 1 Windows profile and sealing location

1. táblázat A kísérleti terv mátrixa

Table 1 Experimental setups

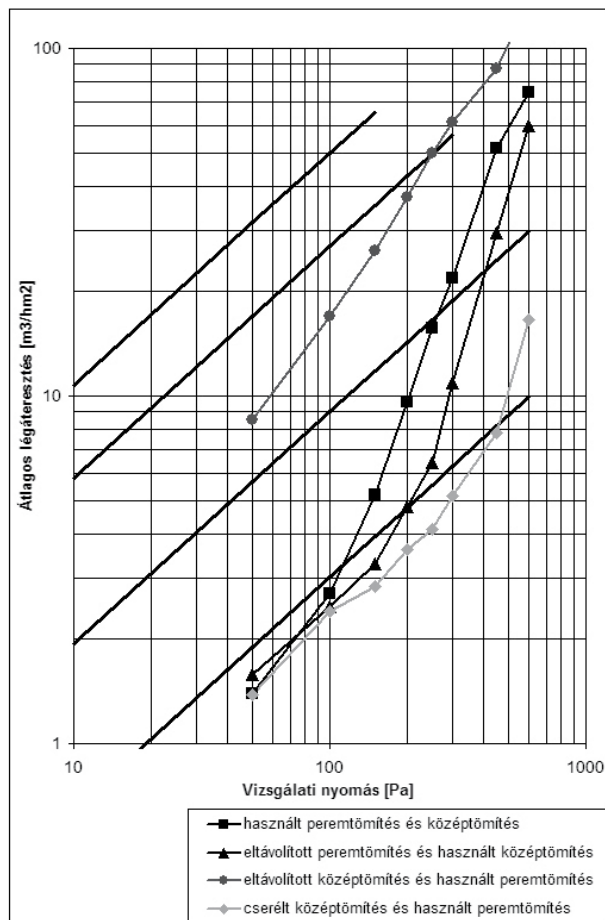
beállítás	peremtömítés	középtömítés
1.	van	van
2.	nincs	van
3.	van	nincs
4.	van	új



2. ábra Az 1. számú próbatest osztályozó diagramja

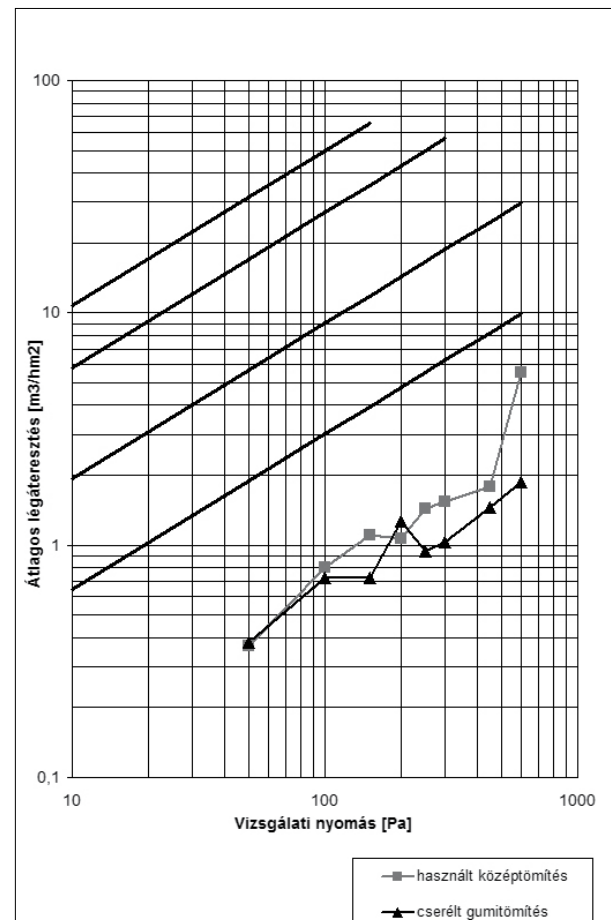
Figure 2 The classification diagrams for specimen 1

nyomások emelkedésével nem következett be egyik vizsgálati beállításon sem hirtelen teljesítőképesség változás, melyből arra lehet következtetni, hogy az ablakba beépített 9 darab záródási pont kellő biztonságot nyújt a nagyobb nyomásokon bekövetkező deformációk ellen, amelyek a levegő számára szabad utat jelentő rések kialakulást eredményezheti. A 2. számú próbatest osztályozó diagramjáról jól látható (3. ábra), hogy a középtömítés eltávolítása (3. beállítás) jelentős változást eredményezett a termék teljesítőképességében. Az eredeti tömítéssel (1. beállítás) mért eredményekhez képest az eltávolított peremtömítéssel (2. beállítás) és az új középtömítéssel (4. beállítás) javult az ablak légzárása, azonban csak az utóbbi beállítás eredményezett egy osztálynyi javulást. Továbbá megfigyelhető, hogy a középtömítés eltávolításán kívül mindegyik kísérleti beállításon az ablak jól szigetelt és csak magasabb nyomásokon emelkedett meg az áteresztett levegő mennyisége. A változás mindhárom esetben ugrásszerűen következett be, azonban más-más nyomásokon. A próbatest a 4. beállítással – amikor a középtömítés minőségét változtattuk – az új tömítéssel 450 Pa-os nyomá-



3. ábra Az 2. számú próbatest osztályozó diagramja
Figure 3 The classification diagrams for specimen 2

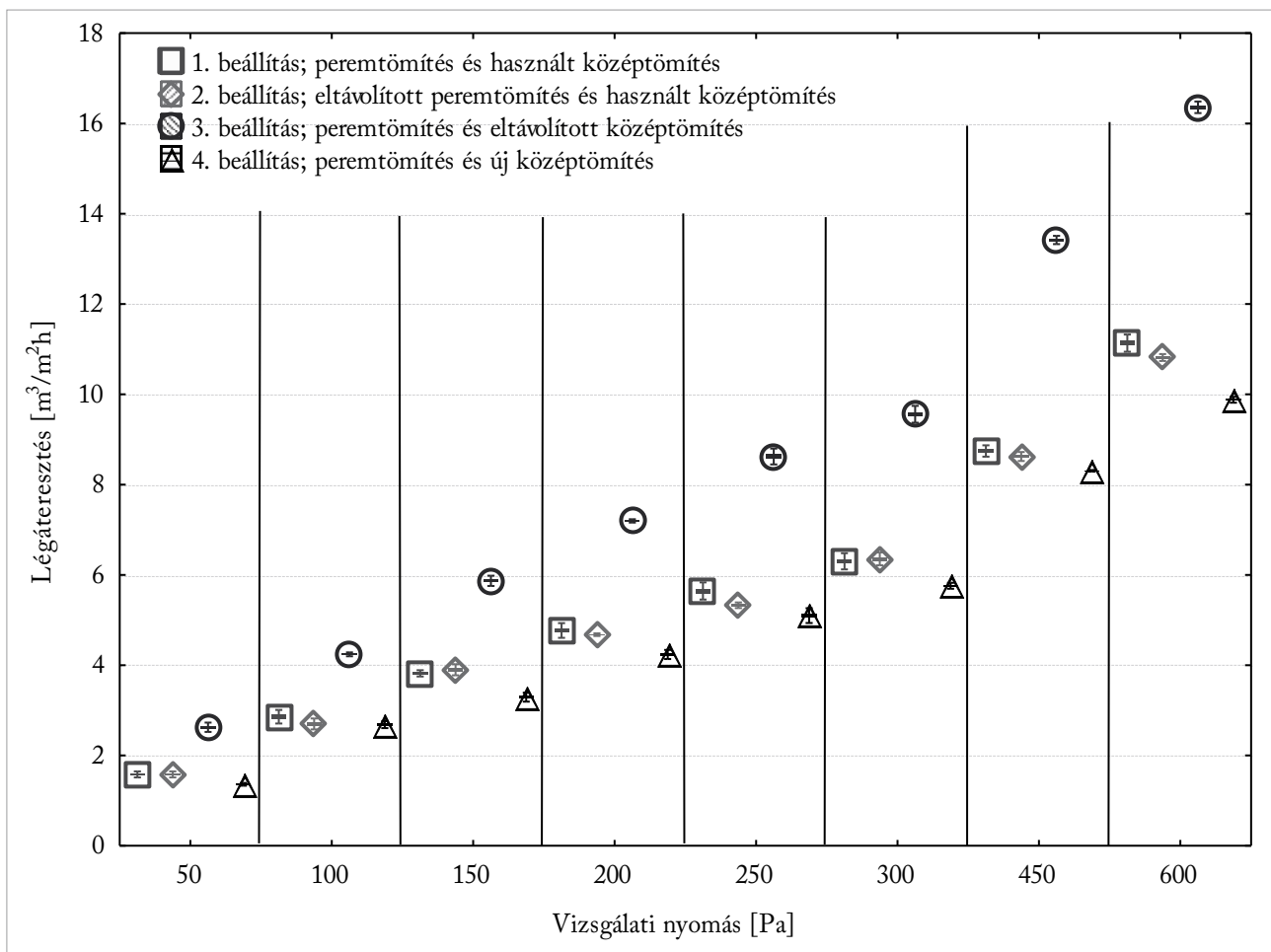
sig a 4. osztálynak megfelelően teljesített és csak 600 Pa-on romlott egy osztálynyival a teljesítménye. Az ugrásszerű teljesítőképesség-változás komplex feltehetően a nagyobb nyomás hatására létrejövő megnövekedett deformációval magyarázható. A hét darab záródási pont nem biztosított 600 Pa-on kellően merev kapcsolatot a tok és a szárny között és az így kialakult réseket a rugalmas tömítés már nem tudta áthidalni. Érdekes eredményt hozott a 2. beállítás, ugyanis a peremtömítést eltávolítva az ablak légzárása 100 Pa-os vizsgálati nyomás felett jelentősen javult. A 3. számú próbatest nem rendelkezett külső peremtömítéssel, ezért csak a középtömítés állapotát vizsgáltuk. Az osztályozó diagramról (4. ábra) megállapítható, hogy az ablak a használt gumitömítéssel, másfél év állás után megfelelt a 4. osztály követelményeinek. A tömítés cseréjével az ablak légzárása tovább javult. A legjelentősebb javulás 600 Pa-os nyomáson volt tapasztalható, ahol az új tömítés a légáteresztés átlagértékét 66%-kal csökkentette. Az 1. és 2. próbatest esetében a kísérleti adatok további kiértékeléséhez háromfaktoros variancia-analízist végeztünk. A variancia-analízis



4. ábra Az 3. számú próbatest osztályozó diagramja
Figure 4 The classification diagrams for specimen 3

2. táblázat Variancia-analízis eredményei**Table 2** ANOVA Table for factors' effect

Forrás	df	SS	MS	F	P
Ablak	1	15168,3	15168,3	160759,8	<0,001
Nyomás	7	29213,1	4173,3	44230,3	<0,001
Tömítés	3	17348,8	5782,9	61289,9	<0,001
Ablak x Nyomás	7	16403,7	2343,3	24836,2	<0,001
Ablak x Tömítés	3	12860,2	4286,7	45432,6	<0,001
Nyomás x Tömítés	21	8377,9	398,9	4228,2	<0,001
Ablak x Nyomás x Tömítés	21	7010,0	333,8	3537,8	<0,001
Maradék	128	12,0	0,09		
Összesen	191	106394,3	557		

**5. ábra** Az 1. számú próbatest légáteresztési értékei a vizsgálati nyomás és a kísérleti beállítás függvényében**Figure 5** Air permeability values of the sample nr. 1 depending on the pressure and the test settings

eredményeit a 2. táblázat tartalmazza. A tömítések hatásának pontosabb megismerése érdekében Tukey-féle páros összehasonlító vizsgálatot végeztünk, melynek eredményeit a 3. és 4. táblázat tartalmazza. A 3. számú próbatest esetében a peremtömítés hiányában csak a középtömítés hatásának kimutatására nyílt alkalmunk. A statisztikai próbák közül az előző próbatesteknél alkalmazott variancia-analízist végeztük el, majd a Tukey-féle páros

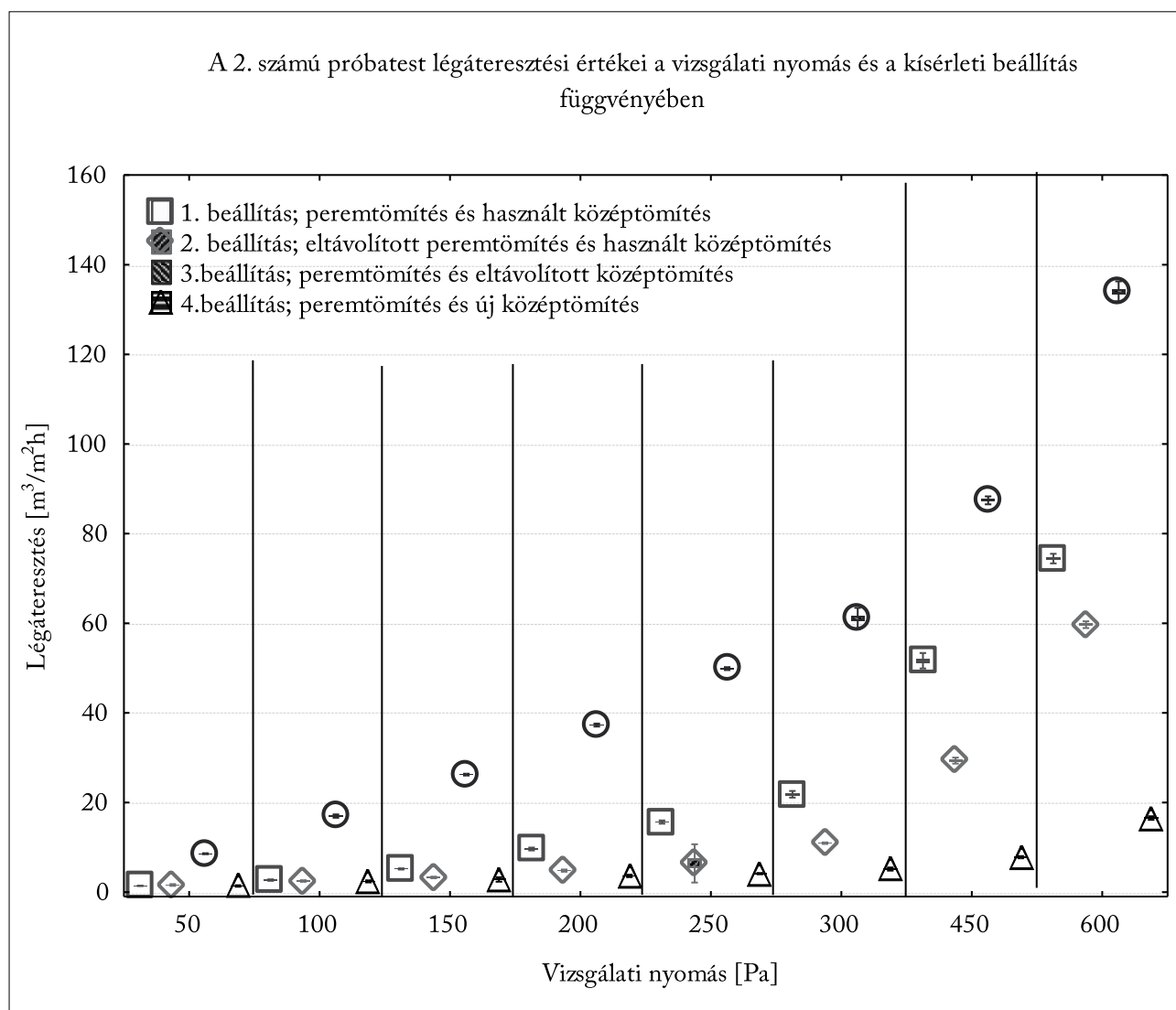
összehasonlító vizsgálattal elemeztük a tömítés állapotának hatását a nyomás függvényében. A teszt eredményeit az 5. táblázat tartalmazza. A mérési eredményeket mindhárom ablak esetében grafikusán ábrázoltuk, feltüntetve a különböző kísérleti beállítások, adott nyomásfokozathoz tartozó légáteresztési értékeinek középértékét, standard hibáját (SE) és a 95%-os valószínűséghez tartozó konfidencia intervallumot (5–7. ábra).

3. táblázat Az 1. próbatest kísérleti beállításainak páros összehasonlító vizsgálati eredményei

Table 3 The multiple comparisons table of different test setups for specimen 1

Vizsgálati nyomás [Pa]	A különböző vizsgálati beállítások páros összehasonlítása								
	Az 1. és 2. beállítás összehasonlítása			Az 1. és 3. beállítás összehasonlítása			Az 1. és 4. beállítás összehasonlítása		
	középérték	középérték	p<0,05 *	középérték	középérték	p<0,05 *	középérték	középérték	p<0,05 *
	1	2		1	3		1	4	
50	1,58	1,58	nem	1,58	2,62	igen	1,58	1,36	igen
100	2,85	2,69	nem	2,85	4,24	igen	2,85	2,68	nem
150	3,81	3,90	igen	3,81	5,86	igen	3,81	3,29	igen
200	4,77	4,67	igen	4,77	7,19	igen	4,77	4,23	igen
250	5,64	5,32	igen	5,64	8,62	igen	5,64	5,09	igen
300	6,30	6,35	nem	6,30	9,55	igen	6,30	5,75	igen
450	8,74	8,62	igen	8,74	13,41	igen	8,74	8,30	igen
600	11,13	10,81	igen	11,13	16,35	igen	11,13	9,88	igen

*amennyiben a valószínűség kisebb, mint 0,05 akkor szignifikáns az eltérés a két beállítás eredményei között



6. ábra A 2. számú próbatest légáteresztési értékei a vizsgálati nyomás és a kísérleti beállítás függvényében

Figure 6 Air permeability values of the sample nr. 2 depending on the pressure and the test settings

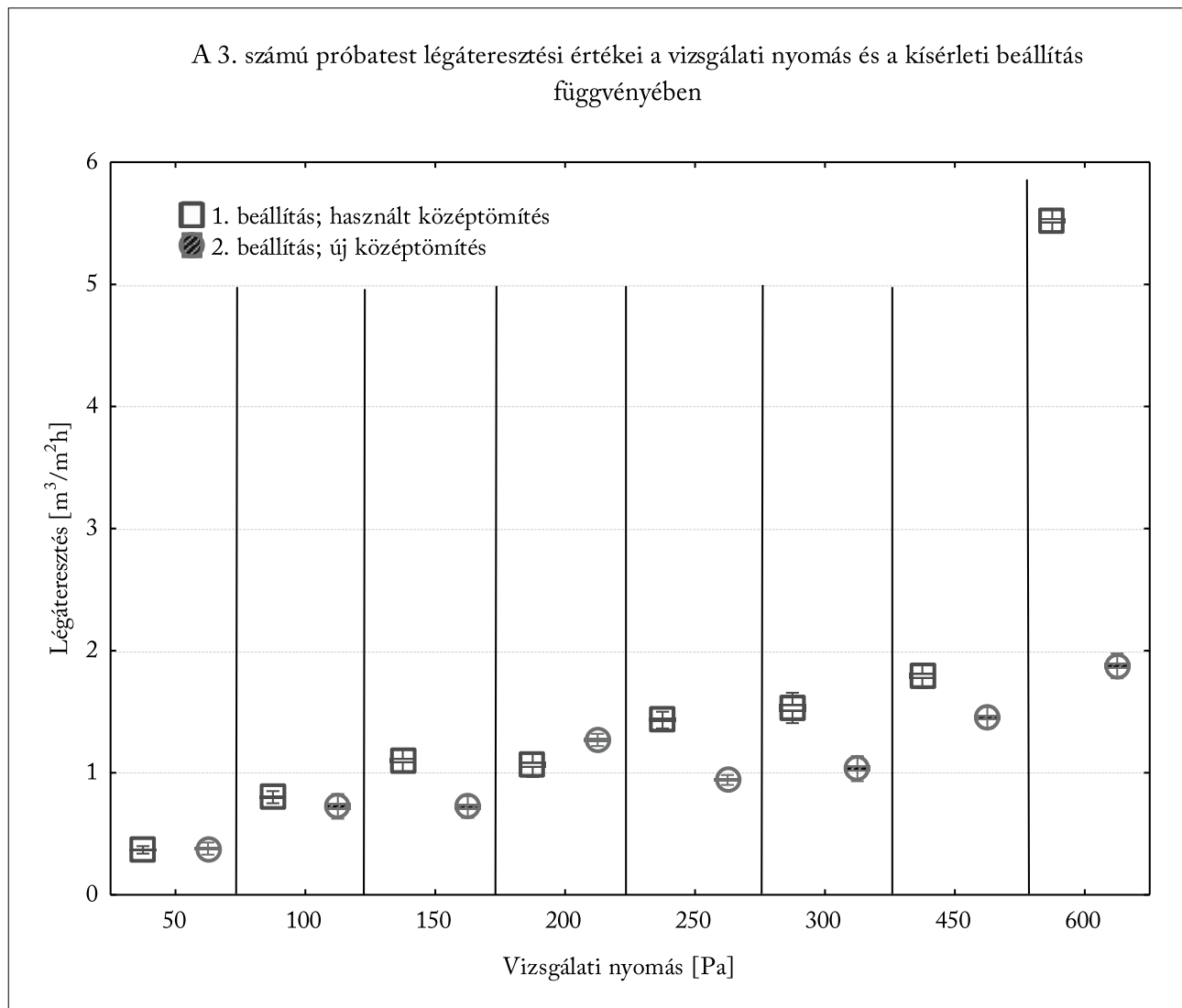
4. táblázat A 2. próbatest kísérleti beállításainak páros összehasonlító vizsgálati eredményei

Table 4 The multiple comparisons table of different test setups for specimen 2

Vizsgálati nyomás [Pa]	A különböző vizsgálati beállítások páros összehasonlítása								
	Az 1. és 2. beállítás összehasonlítása			Az 1. és 3. beállítás összehasonlítása			Az 1. és 4. beállítás összehasonlítása		
	középérték	középérték	p<0,05 *	középérték	középérték	p<0,05 *	középérték	középérték	p<0,05 *
	1	2		1	3		1	4	
50	1,38	1,58	ne m	1,38	8,55	igen	1,38	1,37	ne m
100	2,69	2,48	ne m	2,69	16,97	igen	2,69	2,39	ne m
150	5,17	3,28	ne m	5,17	26,21	igen	5,17	2,82	ne m
200	9,62	4,8	ne m	9,62	37,27	igen	9,62	3,62	ne m
250	15,64	6,41	igen	15,64	49,87	igen	15,64	4,12	igen
300	21,84	10,92	ne m	21,84	61,08	igen	21,84	5,14	igen
450	51,62	29,34	ne m	51,62	87,41	igen	51,62	7,80	igen
600	74,42	59,68	ne m	74,42	134,03	igen	74,42	16,52	igen

*amennyiben a valószínűség kisebb, mint 0,05 akkor szignifikáns az eltérés a két beállítás eredményei között

A 3. számú próbatest légáteresztési értékei a vizsgálati nyomás és a kísérleti beállítás függvényében



7. ábra A 3. számú próbatest légáteresztési értékei a vizsgálati nyomás és a kísérleti beállítás függvényében

Figure 7 Air permeability values of the sample nr. 3 depending on the pressure and the test settings



5. táblázat A 3. próbatest kísérleti beállításainak páros összehasonlító vizsgálati eredménye

Table 5 The multiple comparisons table of different test setups for specimen 3

Vizsgálati nyomás [Pa]	A különböző vizsgálati beállítások páros összehasonlítása		
	Az 1. és 4. beállítás összehasonlítása		
	középtérték 1	középtérték 4	Tükey próba $p < 0,05$
50	0,36	0,37	nem
100	0,8	0,72	igen
150	1,1	0,72	igen
200	1,06	1,26	igen
250	1,43	0,94	igen
300	1,53	1,03	igen
450	1,79	1,45	igen
600	5,52	1,87	igen

A variancia-analízis eredményeként megállapítható, hogy az 1. és 2. ablaknál az összes faktor hatása szignifikáns módon befolyásolta a vizsgált próbatestek légzárási teljesítményét. A diagramokról és a 3. és 4. táblázatból látható, hogy a peremtömítés hatása csak a 2. számú próbatestnél okozott szignifikáns eltérést, míg a középtömítés eltávolítása mindkét próbatest esetében, minden nyomásfokozaton jelentős hatással bírt. A vizsgált ablakok esetében elmondható, hogy a középtömítés állapota, ablakonként és nyomásfokozatonként eltérő hatással bírt. Az 1. és 3. ablaknál már alacsony nyomáson jelentkezett a hatása, míg a 2. próbatestnél csak 200 Pa-os nyomáson vált szignifikánssá.

Az eredmények összefoglalása, következtetések

A vizsgálatok eredményei alapján kijelenthető, hogy a másodlagos peremtömítés lényegesen nem befolyásolja a légzárási értékek alakulását. Mivel a peremtömítés a rugalmas tömítőelemek közül a leginkább sérülésveszélyes helyen található, így a beépítése akár el is hagyható.

A vizsgált ablakokon a középtömítés állapotának hatása a légáteresztésre változó mértékben jelentkezett. Az eddigi kísérleti eredményeink azt mutatják, hogy kisebb és jó záródású ablakoknál a gumitömítés minőségi állapota nincs jelentős hatással az ablak légzáráására, míg egy nagyobb méretű többszárnyú ablak esetében, amely nagyobb nyomásértékeken jelentősebb deformációt szenved, már jelentkezik a gumitömítés állapotának a hatása is. Alacsony nyomásokon, amikor a tok és a szárny között a kapcsolat szoros,

még a használt tömítő profil is képes a jó tömítésre. A nyomás emelkedésével a szárnyak deformációja nőtt, ami megnövekedett réseket eredményezett a tok és a szárny között. A használt gumitömítés rugalmasságsökkenése miatt egy adott deformáció után már képtelen volt ellátni funkcióját, ami miatt hirtelen légáteresztés-növekedés volt tapasztalható.

Irodalomjegyzék

- A.N. Surmeli, M.R. Beheshti, W. Gard, J.W.G. Kuilen, S.S. Özsariyildiz; 2008: Correlation maps for each CE-performance characteristic with the window components that influence them. Kutatási jelentés. Delft University of Technology. Delft
- Kovács Zs. 1989. Ablakok és ajtók műszaki jellemzőkre való tervezése. Oktatási segédlet, Sopron. 10-21. old.
- Kovács Zs. 2002. Ajtók, ablakok épületfizikai és szilárdsági jellemzői. In: Molnárné Posch P szerk. Faipari Kézikönyv II. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron. 271-290. old.
- J. Hessinger 2010. User comfort through sound insulation and adequate air quality. International Rosenheim Window & Facade Conference 2010. Rosenheim 7-8 October 2010, Germany.
- Szánthó Z., Chappon M., Elekes L. 2007. Légtömör épület önmagában még nem elég. Hírhullám – Épületgépészeti szaklap 8(4):20–24.
- Szabó Gy. 1982. Ablakszerkezetek energetikai méretezése. Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest. 93-100. old.
- U. Sieberath 2010. Green Windows – more than just energy-efficient? International Rosenheim Window & Facade Conference 2010. Rosenheim 7-8 October 2010, Germany
- 7/2006. (V.24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról. Magyar Közlöny 2006/62. Magyar Hivatalos Közlönykiadó, Budapest.
- MSZ EN 1026:2001: Ablakok és ajtók. Légzáróság. Vizsgálati módszer.
- MSZ EN 12207:2001: Ajtók és ablakok. Légáteresztés. Osztályba sorolás.