



Mihály István

TÚLNYOMÁSOS FÜSTMENTES LÉPCSŐHÁZAK LÉGTECHNIKAI MÉRÉSEINEK TAPASZTALATAI I. RÉSZ

Absztrakt

A túlnyomásos füstmentes lépcsőházak létesítésének szabályozása hazánkban már több, mint négy évtizedes múltra tekint vissza. Ezen időszak alatt számos – eltérő követelményrendszer szerint létesült – füstmentes lépcsőház került megtervezésre és megvalósításra. Ezen terekbe a füst és mérgező égésgázok behatolása a részükre létesített gépi szellőzőberendezések működtetésekor korlátozott, ennél fogva szerepük az épületek kiürítése, valamint a tűzoltói beavatkozás során kiemelt jelentőségű. Ahhoz, hogy egy meglévő füstmentes lépcsőház légellátó rendszerének megfelelősége megítélhető legyen számos tényező figyelembe vétele szükséges. Jelen cikksorozat célja az elmúlt hét év mérési tapasztalatainak feldolgozásával rávilágítani azokra a kritikus pontokra, melyek a lépcsőházi füstmentesítő rendszerek hatékonyságát szignifikánsan befolyásolják, továbbá felvázolni azokat a kutatási irányokat, melyek a meglévő rendszerek hatékonyságának fokozására szolgálhatnak.

Kulcsszavak: füstmentes lépcsőházak, differenciálynomás-mérés, PDS, légtechnikai rendszerek

CONCLUSIONS BASED ON MEASUREMENTS OF VENTILATION IN PRESSURIZED STAIRCASES PART I.

Abstract

The regulation of the installation of pressurized staircases in Hungary dates back more than four decades. During this period, numerous pressurized staircases have been designed and built according to different sets of requirements. The ingress of smoke and toxic combustion gases



into such spaces is restricted when the mechanical ventilation systems installed for them operate. Consequently, their role is of paramount importance during the evacuation of buildings and firefighting operations. In order to evaluate the adequacy of the air supply system of an existing pressurized staircase, many factors need to be taken into account. This series of articles aims to highlight the critical points that significantly influence the effectiveness of staircase pressurization systems by reviewing the measurement experience of the last seven years, and to outline avenues of research intending to increase the effectiveness of existing systems.

Keywords: pressurized staircases, differential pressure measurements, PDS, ventilation systems

1. BEVEZETÉS

A füstmentes lépcsőház az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (továbbiakban: OTSZ) megfogalmazása szerint „*olyan lépcsőház, amelybe az épülettűz alkalmával képződött füst és mérgező égésgázok bejutásának lehetősége oly mértékben van korlátozva, hogy a lépcsőház az épület biztonságos kiürítésére és a mentésre meghatározott ideig alkalmas marad*”. [1]

A definícióból megállapítható, hogy az így kialakított lépcsőházak szerepe két szakaszra bontható. Egyrészt biztosítani kell az épületben tartózkodó személyek átmeneti védett térbe vagy biztonságos térbe jutását, illetve maga a lépcsőház is kialakítható átmeneti védett térként. Másrészt meghatározott ideig alkalmas kell legyen az építményben tartózkodó, önállóan menekülni nem képes személyek tartózkodási helyükről átmeneti védett térbe vagy biztonságos térbe juttatására a rendelkezésre álló személyek és eszközök segítségével, beleértve a segítségre tervezetten érkező tűzoltóság erő- és eszközrendszerét is. [2]

Magyarországon a lépcsőházak túlnyomásos füstmentesítésének lehetősége már az 1970-es években alkalmazható alternatív megoldás volt azokban az esetekben, amikor a lépcsőház felső szintjén a szükséges nyílásfelületet nem lehetett biztosítani (MSZ 595/4-74 Építmények tűzvédelme. Középmagas és magasépület. 4.17. szakasz). Az első, részletes megoldási lehetőségeket is tartalmazó építésügyi ágazati műszaki előírás azonban csak 1984. december 1-jén lépett hatályba ME-04–132–84 jelzettel (Füstmentes lépcsőházak követelményei). Ezt



követően a tervezési peremfeltételeket érintő markáns változást az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel kiadott „OTSZ 5.0” hozott, mely új megközelítésű szabályzat abban a tekintetben, hogy a jogszabály csak az elvárt biztonsági szintet tartalmazza. [3]

A Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (továbbiakban: TvMI) megoldási lehetőséget kínál az OTSZ által megkívánt biztonsági szintet elérő túlnyomásos füstmentes lépcsőházak kialakításának módjaira [4]. A tervezők és szakértők nagyrésze a TvMI-k által javasolt megoldásokat alkalmazza [5]. Az elérni kívánt biztonsági szint megvalósulását bizonyos esetekben légtechnikai mérésekkel kell alátámasztani. A mérések módszerére a TvMI-k jelenleg nem tartalmaznak egységesen alkalmazandó protokollt. Az OTSZ-ben meghatározott biztonsági szint elérhető a tűzvédelmet érintő nemzeti szabvány betartásával is [6]. Ez jelenleg a 2022. augusztus 1-jén meghirdetett MSZ EN 12101-13:2022.

A túlnyomásos füstmentes lépcsőházak megfelelő kialakítása és működése az épületek, építmények kiürítésének, a hatékony tűzoltó beavatkozás elősegítésének egyik kulcseleme, vagyis tűz esetén védelmet kell biztosítani mind az épület használói, mind a tűzoltói beavatkozásban résztvevők számára [7]. Az elmúlt közel 50 év alatt számos lépcsőházi füstmentesítő rendszer létesült, melyek döntő többségére a 2015 márciusa óta hatályos OTSZ előtti követelményrendszert kellett alkalmazni. A kutatás célja a már meglévő és üzemelő rendszerek mérési protokolljának kidolgozása, a mért eredmények kiértékelése és az ezekből levonható következtetések összegzése, fejlesztési javaslatok megfogalmazása a meglévő rendszerek hatékonyságának növelése céljából.

2. MÉRÉSEK FELTÉTELRENDSZEREI

Ahhoz, hogy a füstmentesítő rendszerek minden körülmények között megfelelően üzemelhessenek, elengedhetetlen a folyamatos ellenőrzés, felülvizsgálat és karbantartás. Mivel leggyakrabban a füstmentes lépcsőházak jelentik az összeköttetést az épület szintjei és a szabadtér (biztonságos tér) között, ezért megfelelő működésük életvédelmi funkciójuk fenntartása végett kiemelt jelentőségű.



A technika fejlődésével mind újabb és újabb műszaki megoldások jelennek meg a piacon, melyek egyre biztonságosabb rendszereket kínálnak, azonban a meglévő, korábbi előírások és technikák szerint készült rendszerek megfelelő működésének biztosítása is elengedhetetlen.

Mivel e tekintetben nincs egységes hazai iránymutatás, ezért törekedni kell annak kidolgozására, hogy a füstmentes lépcsőházak megfelelőségének megállapítása egységes módszerek alkalmazásával történjen.

Ahhoz, hogy egy túlnyomásos szellőztetésű füstmentes lépcsőház funkcióját betöltse, egyrészt létre kell hozni és fent kell tartani a füstmentesítéshez szükséges túlnyomást a résveszteségek figyelembe vételével, amely nem akadályozza a lépcsőházba való bejutást. Másrészt a túlnyomást létrehozó ventilátorokat úgy kell megválasztani és méretezni, hogy azok előírt darabszámú nyílászárók nyitott állapota esetén is elegendő mennyiségű levegőt tudjanak a lépcsőházba szállítani. Vagyis a lépcsőház légtechnikai rendszerével szemben nyomás, légszállítás, egyes esetekben nyitási erő és minimális reagálási idő kritérium is fenn áll.

2.1. Mérések során alkalmazott műszerek

A kalibrált mérőműszerek kiválasztása során fontos szempont, hogy a mért jellemzőket, a várható értékeken belül minél nagyobb pontossággal lehessen regisztrálni [8]. Valamennyi alkalmazott mérőműszer rendelkezik a Nemzeti Akkreditáló Hatóság által kiállított akkreditálási okirattal rendelkező kalibráló laboratórium által kiadott kalibrálási bizonyítvánnyal. Az alkalmazott műszerek típusát és sorozatszámát, a mért jellemzőt, a mérési tartományokat, felbontást, illetve a pontosságot és kalibrálási bizonyítványának számát az 1. számú táblázat tartalmazza.



Ssz.	Műszer típusa	Mért jellemző	Mérési tartomány / felbontás	Pontosság	Kalibrálási bizonyítvány száma	Sorozat-szám
1.	Alap- műszer 435-4	differenciál nyomás	0-25 hPa / 0,01 hPa	$\pm 0,02$ hPa (0-2 hPa között)	1857312_2 2608201 3025568 3918425	02670018
2.	Hődrótos érzékelő 0635 1025	hőmérséklet	-20...+70°C/ 0,1°C	$\pm 0,3$ °C	160003	10288578
	Hődrótos érzékelő 0635 1025	légssebesség	0-20 m/s / 0,01 m/s	$\pm 0,03$ m/s +5%	160002	
3.	Hődrótos érzékelő 0635 1025	hőmérséklet	-20...+70°C/ 0,1°C	$\pm 0,3$ °C	190841 211059	10377054
	Hődrótos érzékelő 0635 1025	légssebesség	0-20 m/s / 0,01 m/s	$\pm 0,03$ m/s +5%	190840 211060	
4.	Szárny- keres aneométer	légssebesség	0,25-20 m/s / 0,01 m/s	$\pm 0,1$ m/s +1,5%	190842	10376953



	0635 9335					
5.	Prandtl cső 0635 2145	légsebesség	1-100 m/s	alap- műszerrel megegyező	190843	-
6.	FK1K húzó- nyomó erőmérő	nyitási erő	0-1000 N/ 0,5 N	0,5%	295/037/19 11523/21	ISWD 1800357

1. számú táblázat – A mérések során alkalmazott műszerek (szerzői szerkesztés)

Az alkalmazott műszerek pontossága és méréshatára megfelel az MSZ EN 12101-13 szabványban megkövetelt értékeknek is. [8]

2.2. Követelmények

A lépcsőházak légtechnikai követelményeknek való megfelelőségét minden esetben a mért értékek létesítéskor rá vonatkozó követelményekkel való összevetése alapján határoztam meg. Összhangban az OTSZ általános rendelkezéseivel kivételt képeznek ez alól azok az esetek, amikor a lépcsőházi légellátó rendszer olyan mértékű átalakítására került sor, mely az átalakítás időpontjában hatályos előírásoknak való megfelelést tette szükségessé.

A 2-3. táblázatok a különböző időszakokban érvényben lévő előírásokban szereplő általános esetekre érvényes követelményeket foglalják össze.



Előíró	Időszak	Relatív túlnyomás		Légsebesség	Nyitási erő	Ajtó
		Csukott ajtók	1 nyitott ajtó			
MSZ 595/4-74	1975.01.31.- 1984.11.30.	0,005 N/cm ² (50 Pa)	-	-	-	-
ME-04-132-84	1984.12.01.- 2008.05.21.	25-75 Pa	-	1 m/s	-	(L3/L4)
9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet	2008.05.22.- 2011.10.05.	25-75 Pa	-	1 m/s	-	S _a
28/2011. (IX. 6.) BM rendelet	2011.10.06.- 2015.03.04.	25-50 Pa	-	1 m/s	-	S _a
54/2014. (XII. 5.) BM rendelet	2015.03.05.- 2015.03.29.	50 Pa ± 10%	10 Pa	1 m/s	100 N	S _a -C
54/2014. (XII. 5.) BM rendelet és TvMI 3.1:2015.03.30.	2015.03.30.- 2017.11.30.	50 Pa ± 10%	10 Pa	1 m/s	100 N	S _a -C
54/2014. (XII. 5.) BM rendelet és TvMI 3.2:2017.12.01.	2017.12.01.- 2020.01.21.	50 Pa ± 10%	10 Pa	1 m/s	100 N	S _a -C
TvMI 3.3:2020.01.22.	2020.01.22.- 2022.06.12.	50 Pa ± 10%	(10 Pa) (mellék- letben)	1 m/s	100 N	(EI ₂ X) S _a -C



TvMI 3.4:2022.06.13.	2022.06.13-	50 Pa ± 10%	(10 Pa) (mellék- letben)	1 m/s	100 N	(EI ₂ X) S _a -C
-------------------------	-------------	----------------	--------------------------------	-------	-------	--

2. számú táblázat – Előtér nélkül kialakított túlnyomásos füstmentes lépcsőházak általános követelményei középmagas épületekben (szerzői szerkesztés)

Előíró	Időszak	Relatív túlnyomás			Lég- sebesség	Nyitási erő	Ajtó
		Csukott ajtók		1 nyitott ajtó			
		Lépcső- ház- előtér	Előtér- köz- lekedő				
MSZ 595/4-74	1975.01.31.- 1984.11.30.	-	-	-	-	-	-
ME-04–132– 84	1984.12.01.- 2008.05.21.	> 5 Pa	> 20 Pa	-	1 m/s	-	(L3/L4)
9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet	2008.05.22.- 2011.10.05.	> 5 Pa	> 20 Pa	-	1 m/s	-	S _a /S _m
28/2011. (IX. 6.) BM rendelet	2011.10.06.- 2015.03.04.	10-15 Pa	-	-	1 m/s	-	S _a /S _m
		25-75 Pa a lépcsőház és a közlekedő között					
54/2014. (XII. 5.) BM rendelet	2015.03.05.- 2015.03.29.	50 Pa ± 10%	10-15 Pa	10 Pa	1 m/s	100 N	S _a - C/S _m -C



54/2014. (XII. 5.) BM rendelet és TvMI 3.1:2015.03.30.	2015.03.30.- 2017.11.30.	50 Pa $\pm 10\%$	10-15 Pa	10 Pa	1 m/s	100 N	S _a - C/S _m -C
54/2014. (XII. 5.) BM rendelet és TvMI 3.2:2017.12.01.	2017.12.01.- 2020.01.21.	50 Pa $\pm 10\%$	10-15 Pa	10 Pa	1 m/s	100 N	S _a - C/S _m -C (S ₂₀₀)
TvMI 3.3:2020.01.22.	2020.01.22.- 2022.06.12.	50 Pa $\pm 10\%$	10-15 Pa	(10 Pa) (mellék- letben)	1 m/s	100 N	(EI ₂ X) S _a - C/S ₂₀₀ - C
TvMI 3.4:2022.06.13.	2022.06.13-	-	10-50 Pa	(10 Pa) (mellék- letben)	1 m/s	100 N	(EI ₂ X) S _a - C/S ₂₀₀ - C

3. számú táblázat – Előtérrel kialakított túlnyomásos füstmentes lépcsőházak általános követelményei középmagas épületekben (szerzői szerkesztés)

A 2-3. számú táblázatok jól szemléltetik, hogy a túlnyomásos füstmentes lépcsőházakra vonatkozó alapvető követelmények a műszaki fejlődésnek megfelelően dinamikusan változtak.

3. ALKALMAZOTT MÉRÉSI MÓDSZEREK

Az túlnyomásos füstmentes lépcsőházak légtechnikai követelményeknek való megfelelőségének vizsgálatokor a mért jellemző fontossága szempontjából három csoport került meghatározásra a vizsgálatok során. Ennek megfelelően meghatároztam és



megkülönböztettem elsődleges, másodlagos és harmadlagos csoportokat a mért jellemzők tekintetében.

Elsődleges mérések

- Nyomásmérés (differenciál nyomás)
- Légsebesség mérés
- (Nyitási erő mérése)
- (Reagálási idő)

Másodlagos mérések

- Hőmérsékletmérés
- Páratartalom mérés

Harmadlagos mérések

- Szélsébség mérés
- Szélirány meghatározása
- Hőmérsékletmérés
- Páratartalom mérés

A csoportosítás szempontjából a legnagyobb jelentőséggel bíró, ennek következtében legfontosabb és legnagyobb pontosságot igénylő mérések a differenciálnyomás, légsebesség, nyitási erő és reagálási időmérések, tekintettel arra, hogy ezek nem megfelelő értéke a füstmentesítés hatékonyságát illetve a lépcsőházba való bejutás lehetőségét szignifikánsan befolyásolják, kedvezőtlen esetekben ellehetetlenítik. A zárójelben szereplő adatok az értékelés során nem kerültek figyelembe vételre, mivel a vizsgált lépcsőházakra a létesítés/átalakítás időpontjában nem vonatkozott ilyen jellegű direkt előírás.

Másodlagos és harmadlagos mérések azok a mért jellemzők, amelyek a lépcsőházon belül illetve azon kívül kerülnek meghatározásra és a méréskor tapasztalt környezeti viszonyokat rögzítik. A másodlagos mérések elvégzéséhez mindenképpen a lépcsőházban történő műszeres mérés szükséges, míg a harmadlagos mérések értékei a környező időjárási jellemzőket rögzítő állomások által mért értékeként is meghatározhatók, mely összhangban van az MSZ EN 12101-13 szabvány ajánlásával. [9]



3.1. Nyomásmérés (differenciálnyomás-mérés)

A differenciálnyomás-mérés célja annak megállapítása, hogy alapesetben csukott lépcsőházi nyílászárók mellett a lépcsőházhhoz kapcsolódó terekhez viszonyítva kialakul-e a szükséges túlnyomás azaz

$$p_{\text{lépcsőház}} > p_{\text{kapcsolódó terek}}$$

Fenti kritérium teljesül, ha a lépcsőházhhoz kapcsolódó terek irányába végzett mérések esetén teljesül, hogy $\Delta p_{\text{mért}}$ pozitív a kapcsolódó terek felől a lépcsőház légteréhez viszonyítva, vagyis

$$(p_{\text{lépcsőház}} - p_{\text{kapcsolódó terek}}) \in \mathbf{R}^+ \text{ és } \Delta p_{\text{min}} \leq \Delta p_{\text{mért}} \leq \Delta p_{\text{max}}$$

ahol

$\Delta p_{\text{mért}} = \Delta p$ a lépcsőházban uralkodó túlnyomás a kapcsolódó terekhez képest, Pa-ban

Δp_{min} a lépcsőház méretezésekor figyelembe vett minimálisan biztosítandó túlnyomás a kapcsolódó terekhez képest, Pa-ban

Δp_{max} a lépcsőház méretezésekor figyelembe vett maximális túlnyomás a kapcsolódó terekhez képest, Pa-ban

A mérések megkezdése előtt bejártam a lépcsőházakat. Meggyőződtem róla, hogy valamennyi nyílászáró csukott állapotban van, a lépcsőházat határoló szerkezetek integritása megfelelő-e. Az ajtók tömítettségéről szemrevételezéssel meggyőződtem. Valamennyi nyílászáró csukott állapotában a közel stationer nyomásállapot eléréséig működtettem a ventilátor(oka)t a mérések megkezdése előtt. Ezen időtartam letelte után kezdtem meg a méréseket, melyeket valamennyi számításba vett építményszinten elvégeztem. A mérést elvégeztem a lépcsőház és a kapcsolódó terek között, előtérrel kialakított lépcsőház esetén az előtér és a kapcsolódó terek között is. Egy nyílászárónál, egy mérési sorozat 30-60 másodperc hosszúságú volt, az adatrögzítés ezen időtartamon belül másodpercenként történt, vagyis ajtónként 30-60 nyomásérték került regisztrálásra az alkalmazott műszer belső adattárhelyére, azaz az adatrögzítés frekvenciája 1 Hz volt. n db mérési érték esetén a minta átlagát az alábbi képlettel határoztam meg [10]

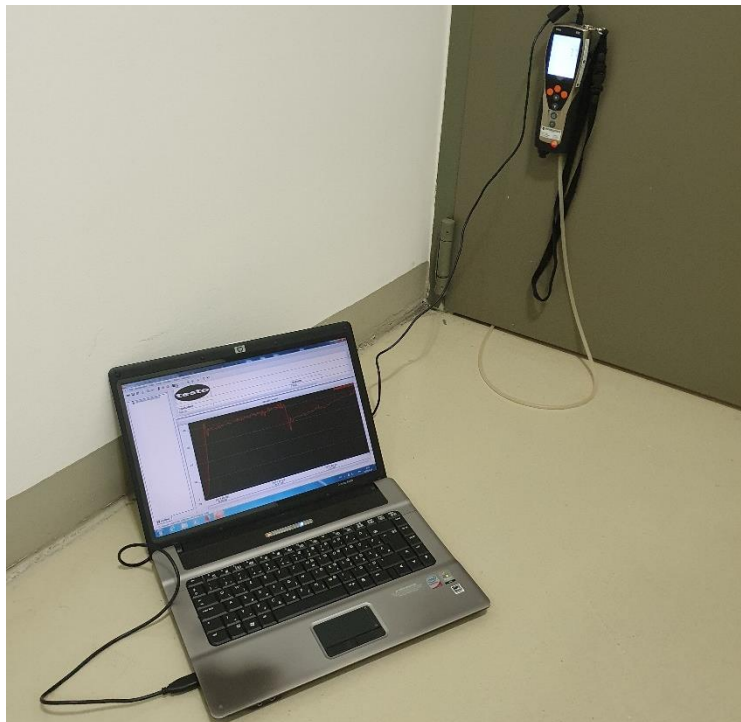


$$\Delta\bar{p} = \frac{\Delta p_1 + \Delta p_2 + \dots + \Delta p_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta p_i}{n}$$

n db mérési érték esetén (ahol $n \geq 10$) a minta standard deviációját az alábbi képlettel határoztam meg. [10]

$$SD = \sqrt{\frac{(\Delta p_1 - \Delta\bar{p})^2 + (\Delta p_2 - \Delta\bar{p})^2 + \dots + (\Delta p_n - \Delta\bar{p})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta p_i - \Delta\bar{p})^2}{n}}$$

A nyomáskülönbség mérésekor mindig az alacsonyabb nyomású térhez viszonyítottam a megadott értékeket. A frekvenciaváltóval szabályozott lépcsőházak esetén ellenőriztem annak teljesülését, hogy a lépcsőház nincs-e légtechnikai szempontból oly mértékben túlméretezve, mely kedvezőtlenül alacsony frekvencián történő működést idézhet elő. Előírányzott értéként $f \geq 10$ Hz-et vettem figyelembe, tekintettel a füstmenetsítő rendszerekre megkövetelt működőképesség megtartás időtartamát is, mely az OTSZ szerint jelenleg 30-90 perc közé esik.



1. számú kép – Differenciálynomás mérése és a mért értékek regisztrálása csukott lépcsőházi nyílászárónál (szerző felvétele)



3.2. Légsebességmérés (térfogatáram számítás)

Az előírt darabszámú nyitott ajtók mellett légsebességmérést végeztem a szabad nyílászáró keresztmetszetében. Egy mérési helyen legalább 15 db mérési pont került felvételre minden esetben. Mérési pontonként az adatrögzítés időtartama 15-30 másodperc között változott. A mérési pontok helyét az alábbi összefüggéssel határoztam meg [8]

$$\frac{s_i}{S} = \frac{h_i}{H} = \frac{2 \cdot i - 1}{2 \cdot k}$$

Ahol (s_i ; h_i) az i -edik mérési pont koordinátája

S – az ajtónyílás szabad szélessége, m-ben

H – az ajtónyílás szabad magassága, m-ben

k – a mérési pontok száma, $k=15$ [-]

A figyelembe vett légsebesség a mérési pontokon mért légsebességek átlagaként került meghatározásra [10]

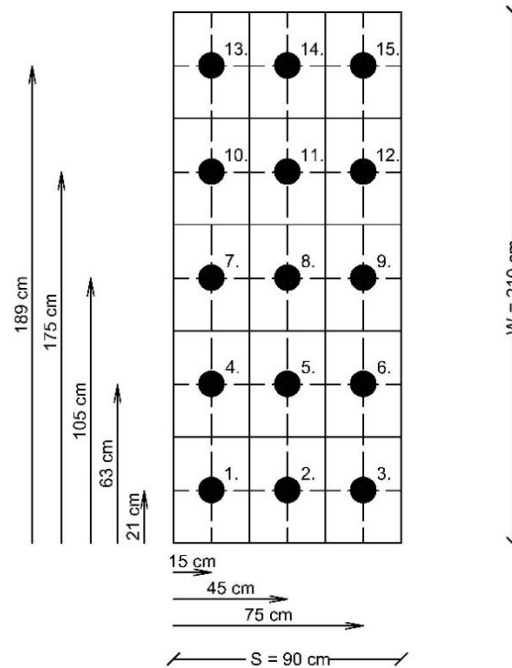
$$v_{n,\bar{a}} = \frac{\sum_{i=1}^k v_i}{k}$$

ahol

$v_{n,\bar{a}}$ – az n -edik lépcsőházi ajtón átáramló levegő átlagos sebessége, m/s-ban

v_i – az i -edik mérési ponton mért légsebesség, m/s-ban

k – a mérési pontok száma, $k=15$ [-]



1. számú ábra – A nyílászáró szabad keresztmetszetében felvett mérési pontok száma és elhelyezkedése a vizsgálatok során 90/210 nyílásméret esetén (készítette a szerző)

4. VIZSGÁLT LÉPCSŐHÁZAK JELLEMZŐI

2015 óta elvégzett mérések eredményeinek feldolgozásakor vizsgáltam, hogy az adott lépcsőház légellátó rendszere képes-e biztosítani a létesítések elvárt légtechnikai paramétereit. További vizsgálatokat végeztem azokban az esetekben ahol csak részben vagy egyáltalán nem feleltek meg a mért eredmények a vonatkozó műszaki követelménynek.

Jelen cikksorozatban az általam vizsgált túlnyomásos füstmentes lépcsőházak közül kiválasztott 124 db lépcsőház légtechnikai méréseinek eredményeit, illetve az azokból levonható következtetéseket, javaslatokat mutatom be. A mérési ciklusidőket figyelembe véve ez 15,4 órányi, másodpercenként rögzített nyomásérték, továbbá 15,3 órányi légsebesség regisztrációt jelentett. A közzétett adatok nem tartalmazzák azon eseteket, amikor a



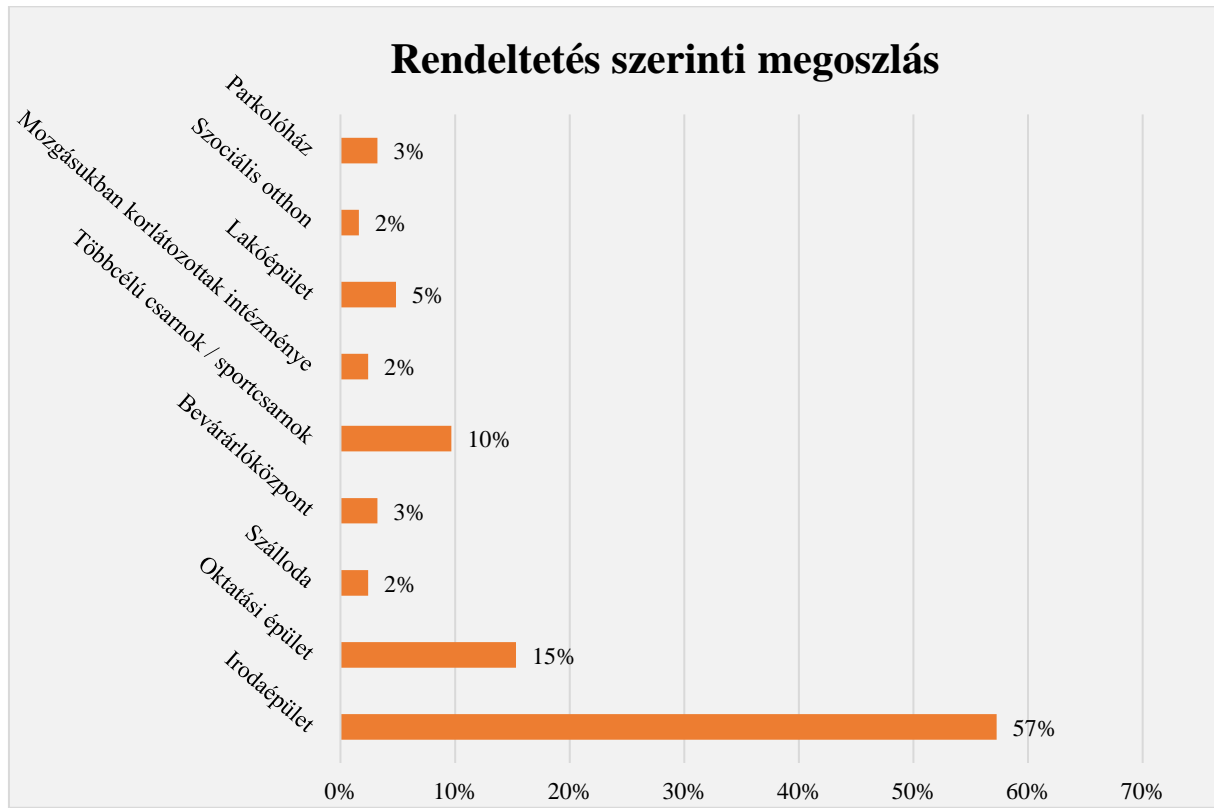
túlnyomásos füstmentes lépcsőház működtetése nem volt lehetséges azok működésképtelenségét okozó, üzemeltetéssel és karbantartással összefüggő meghibásodás(ok) miatt. Ilyenek voltak elsősorban a szívó vagy nyomóoldali zsaluk működésképtelése, hálózatról leválasztott ventilátorok, mechanikailag sérült légcsatornák, nyomáslevezetők és gépek.

4.1. Vizsgált lépcsőházak általános jellemzői

A mérések során különböző rendeltetésű létesítmények túlnyomásos füstmentes lépcsőházai lettek vizsgálat alá vonva, úgymint irodaházak, oktatási és nevelési épületek, lakóházak, bevásárlóközpontok, szállás épületek, sport- illetve többcélú csarnoképületek, parkolóházak, mozgásukban korlátozott személyek ellátását biztosító intézmények, fogyatékkal élők ellátását biztosító szociális otthon. A lépcsőházakat befogadó épületek létesítésének, illetve a füstmentesítő rendszert is érintő felújításának ideje 1975 és 2015 között volt.

A mérések során rögzítésre kerültek a lépcsőházak alapvető építészeti-geometriai jellemzői, így azok szintszáma, alapterülete, kerülete, átlagos belmagassága, a lépcsőházba nyíló ajtók mérete, azok darabszáma, az orsótér mérete, lépcsőkarok szélessége és hossza.

A lépcsőházzal határolt terekkel való kapcsolat szempontjából megvizsgáltam, hogy a lépcsőház közlekedőbe nyílik-e vagy közvetlenül használati térbe (pl.: open space irodaterbe, stb.). Ha a lépcsőház rendelkezett homlokzati kapcsolattal, közvetlenül a szabadba vezető ajtón kívül, akkor az ablakok nyithatóságára vonatkozó megállapítást is tettem. Ezen kívül a felvonó aknával, gépészeti aknával, továbbá egyéb terekkel/helyiségekkel való kapcsolatot rögzítettem.

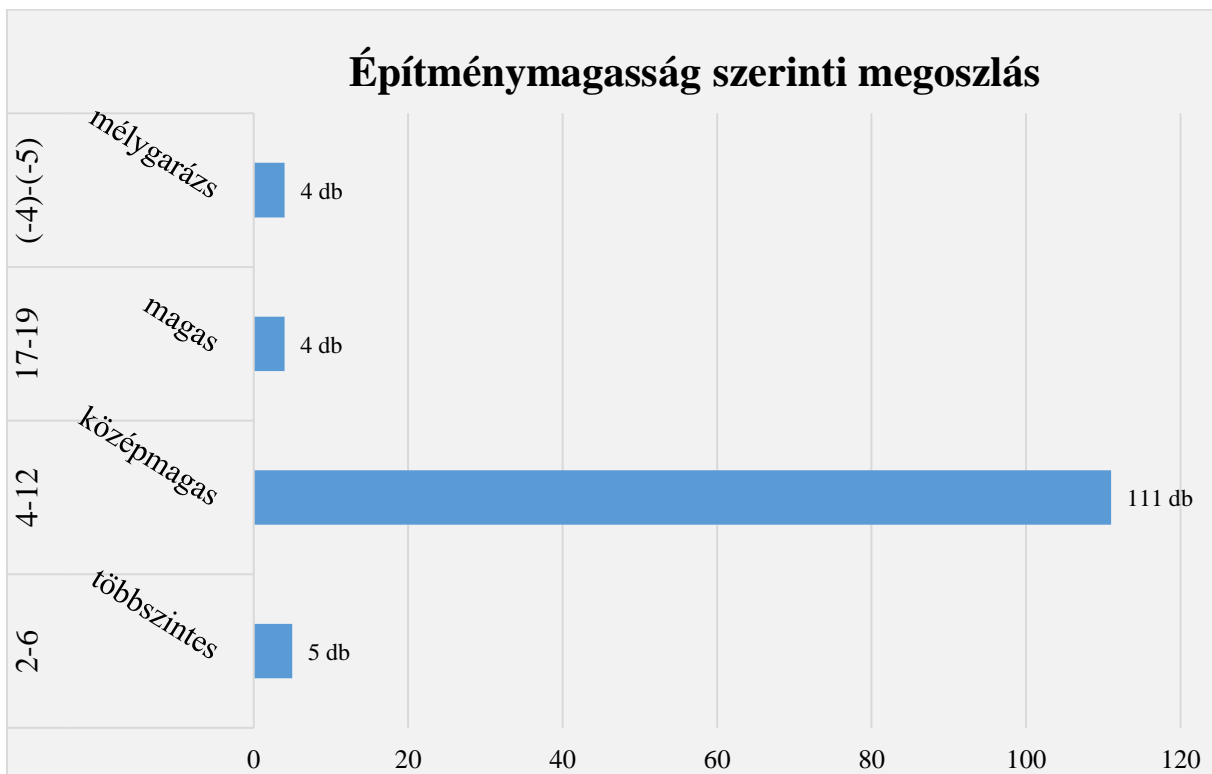


2. számú ábra – Vizsgálat alá vont lépcsőházakat tartalmazó létesítmények rendeltetése (szerzői szerkesztés)

Az építmények magasság szerinti osztályozásakor az OTSZ előírásait vettem figyelembe a legfelső használati szint szintmagassága alapján. Az építmény szintszámának megállapításakor azon építményszintek is önálló szintként kerültek figyelembe vételre, melyek szinteltolás vagy technológiai okokból kialakított szintek voltak, feltéve, hogy azok az épület többi részétől önálló légteret képeztek. Ennek oka, hogy az önálló légterek és a lépcsőház légtere közötti nyomásviszonyok az egyéb kapcsolódó terek nyomásviszonyaitól részben függetlenek. Külön kategóriaként kerültek meghatározásra azon mélygarázsok, ahol a füstmentes lépcsőházak csak a földszint és a talajszint alatt kialakított parkolók legalsó szintje közötti közlekedésre szolgáltak, függetlenül az építmény legfelső használati szintjének szintmagasságától. A 3. számú ábrán jól látható, hogy a vizsgálatok során túlnyomósan füstmentes lépcsőházak a középmagas épületekben fordultak elő nagyobb arányban, a hazai magasépületek aránya a középmagas épületekhez képest jelentősen kisebb.



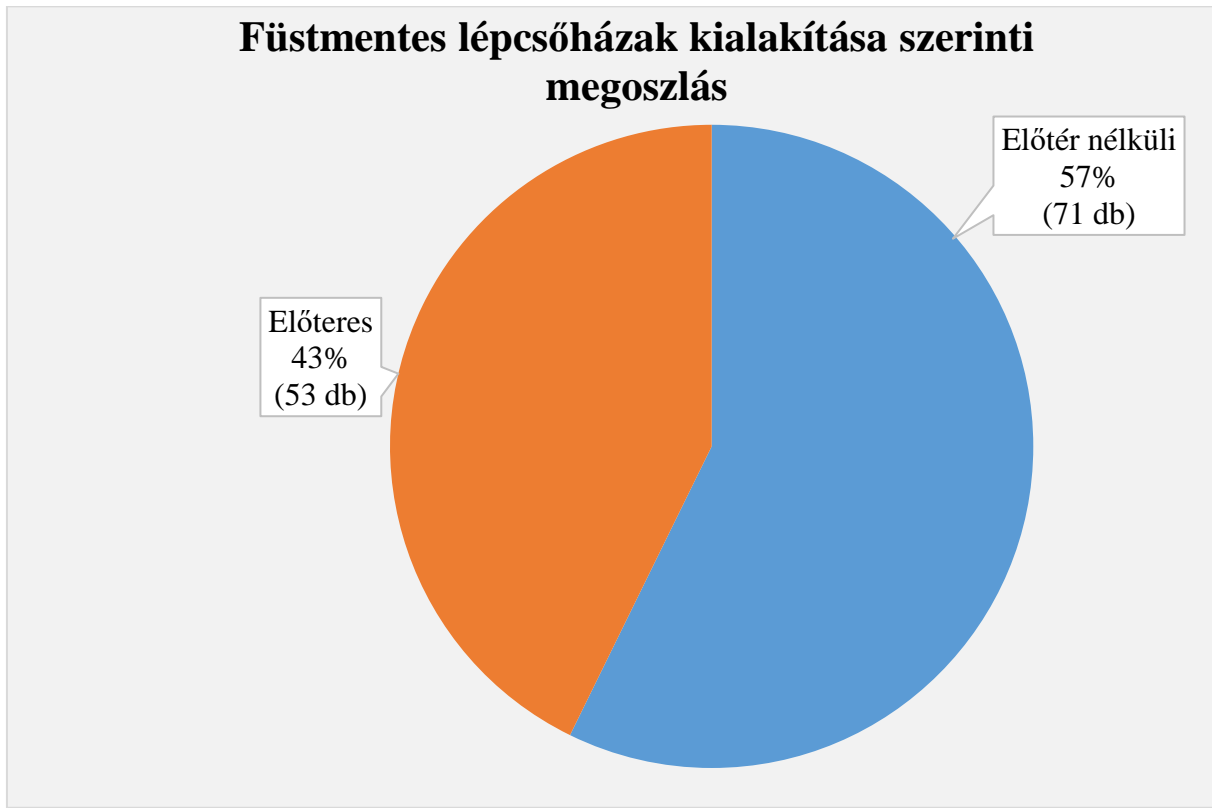
A vizsgálatok során többségében előtér nélkül kialakított túlnyomásos füstmentes lépcsőházak mérését végeztem, de a vizsgált előtérrel és előtér nélkül kialakított lépcsőházak mennyisége közötti különbség nem volt jelentős, mindössze 18-cal kevesebb előteres lépcsőház volt a mintában. Nem kerültek előtérrel kialakított túlnyomásos füstmentes lépcsőház kategóriába sorolásba azon lépcsőházak, ahol csak a talajszint alatti szintekhez való kapcsolódáskor került kialakításra túlnyomásos vagy depresszív szellőzéssel ellátott tűzgátló előtér.



3. számú ábra – Vizsgálat alá vont lépcsőházakat tartalmazó létesítmények magasság szerinti besorolása, továbbá a figyelembe vett szintek száma (szerzői szerkesztés)

4.2. Légellátás, kapcsolódó terek hő- és füstelvezetése

A lépcsőházakba a levegő bevezetése az esetek túlnyomó többségében csak a legfelső szinten valósult meg, továbbá a frisslevegő beszívása is szintén a legfelső szinten történt a ventilátorok szívóoldalán. Ez összhangban van a korabeli ME-04–132–84 azon előírásával, hogy a szükséges légmennyiséget lehetőleg a lépcsőház tetején kell betáplálni. Ahol a befűtés több szinten került elosztásra, ott minden esetben a legfelső szinten is történt levegőbevezetés. Csak a földszinten történő befűtés a mélygarázsok esetében volt jellemző.



4. számú ábra – Vizsgálat alá vont lépcsőházakat kialakításának jellemzői (szerzői szerkesztés)

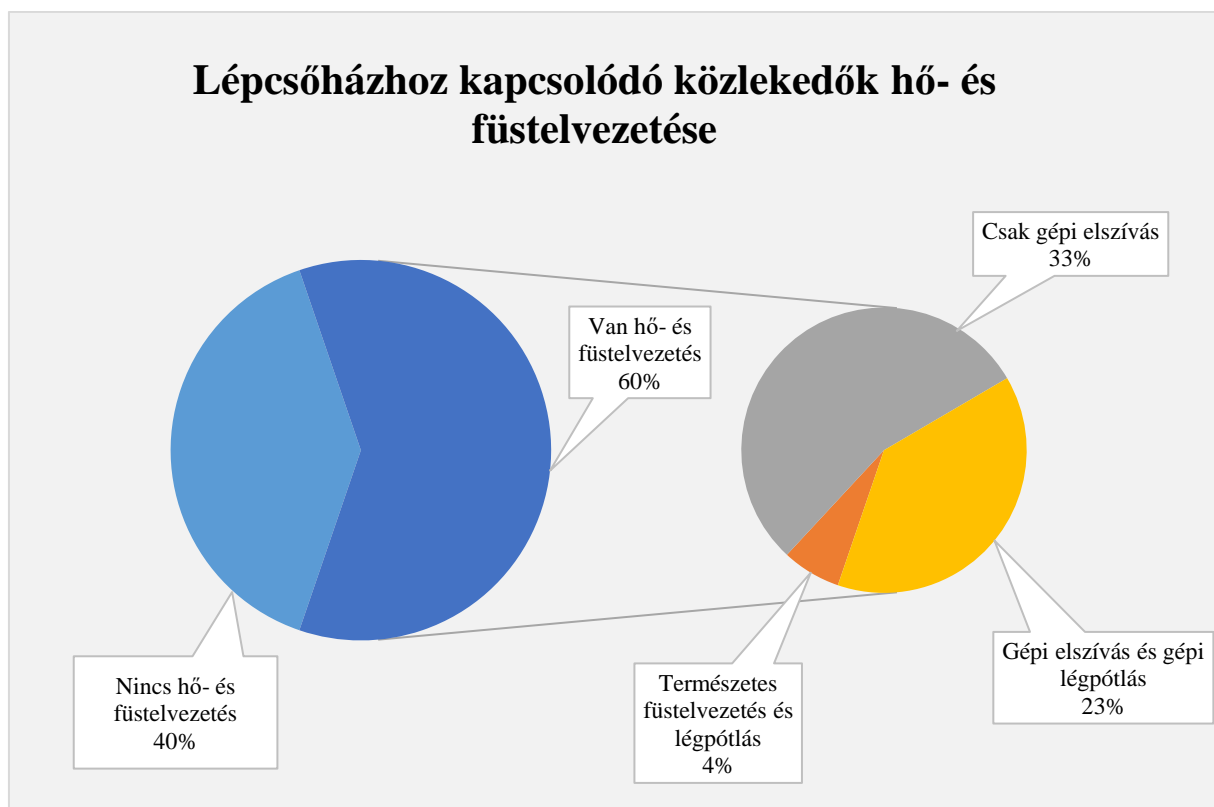
A lépcsőház és a kapcsolódó terek közötti nyomáskülönbség értékét befolyásolhatja a lépcsőházhoz kapcsolódó terekben – elsősorban közlekedőkön – kialakított hő- és füstelvezetés jellege is. Nem tekintetem hő- és füstelvezetésnek azokat az eseteket, ahol a homlokzati kapcsolattal rendelkező közlekedő füstelvezetését az MSZ 595/4 szabványban előírt kézzel nyitható, jellemzően 1 m² felületű homlokzati ablak biztosította (49 db). Azokban az esetekben, ahol létesült a kapcsolódó térben hő- és füstelvezetés jellemzően depresszív (41 db) illetve kiegyenlített nyomásviszonyú (29 db) hő- és füstelvezető rendszer létesült. Gravitációs hő- és füstelvezetés csupán 5 esetben volt fellelhető.

Fentiekén túlmenően rögzítettem azt is, hogy a kapcsolódó tér rendelkezik-e homlokzati kapcsolattal, felvonóaknával. Ennek a lépcsőházból kiáramló levegő elvezetése miatt volt jelentősége. A vizsgált létesítmények egyikében sem volt a kapcsolódó terekben kifejezetten a lépcsőházból kijutó levegő elvezetésére tervezett műszaki megoldás kiépítve.



A biztonságos térbe vezető ajtó esetén három esetet csoportosítottam: közvetlenül a szabadba, tűzgátló szerkezetekkel határolt közlekedőn keresztül a szabadba, valamint egyéb kialakítás. Az egyéb kialakítás kategóriába soroltam például a lépcsőházból átriumon, előcsarnokon keresztül történő szabadterbe menekülést.

A mért eredmények kiértékelésekor fontos figyelembe venni a fent részletezettek szerint a kapcsolódó terek légtömorségét, valamint hő- és füstelvezetéssel való ellátottságát, különösen, ha az depresszív nyomásviszonyú. Ezen körülmények mind a relatív túlnyomás, mind a nyílászárók szabad keresztmetszetén kialakuló légsebesség esetén releváns tényezők lehetnek.



5. számú ábra – A lépcsőházakhoz kapcsolódó közlekedők hő- és füstelvezetéssel való ellátottsága (szerzői szerkesztés)

4.3. A szabályozás jellemzői

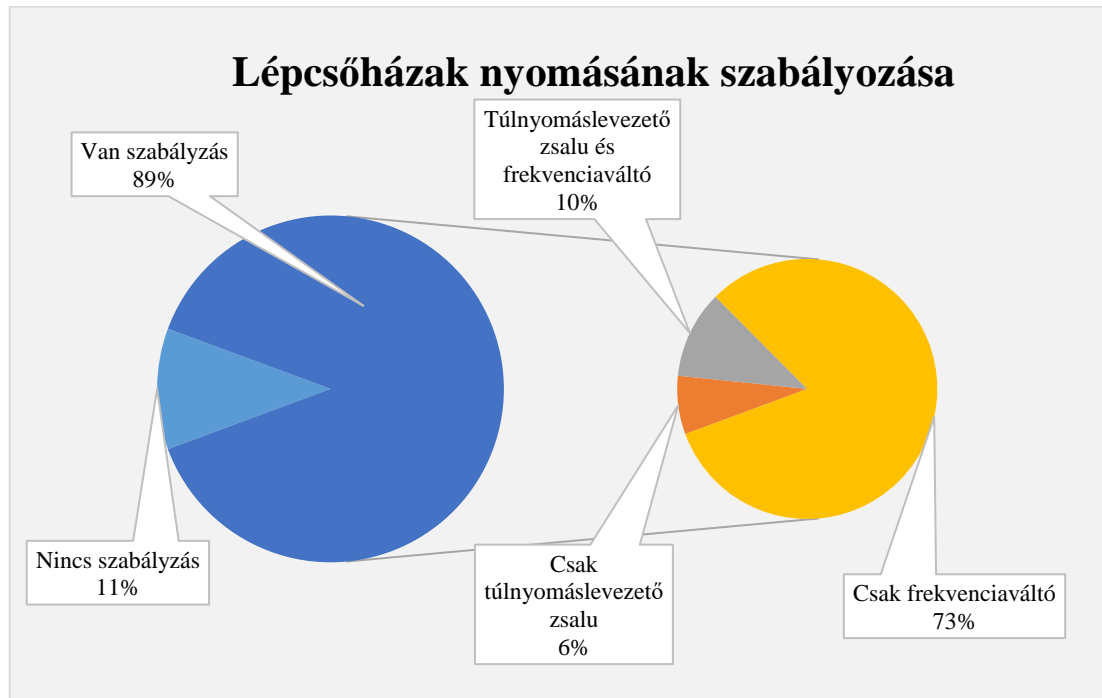
A lépcsőházban megkívánt túlnyomás korlátozására jellemzően három módszer került kiépítésre. Legtöbb esetben (90 db) a nyomásszabályozás csak a ventilátorok fordulatszám szabályozásával valósult meg, eltérő darabszámú, de jellemzően 1 db nyomástávadóval. 12 db



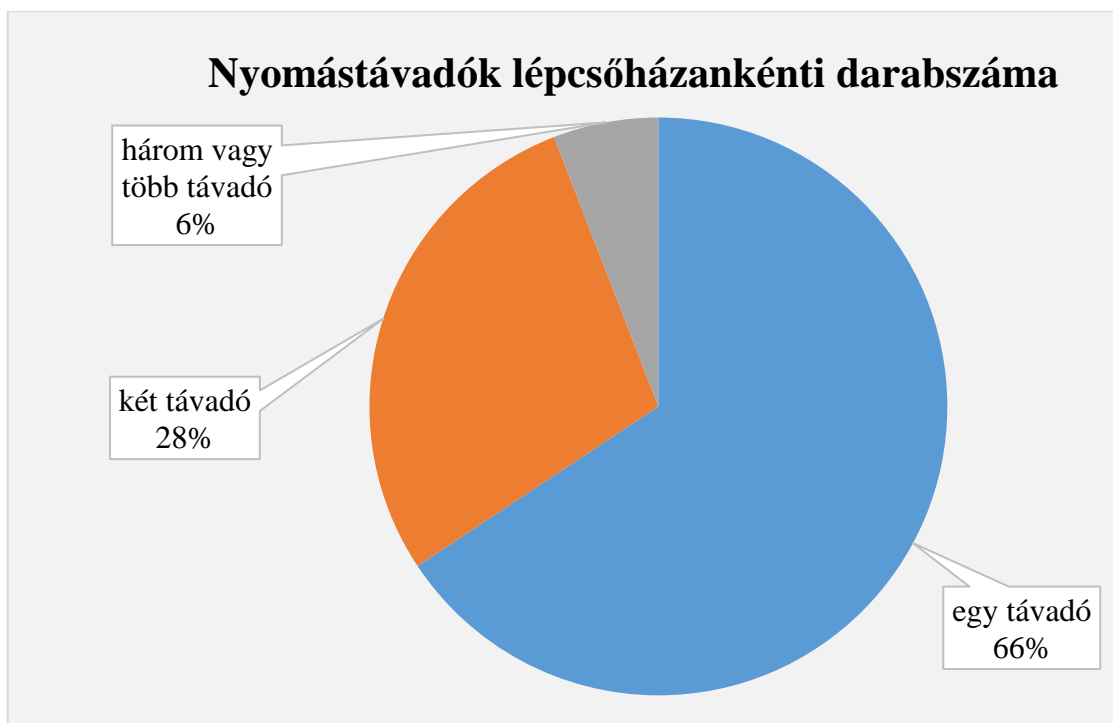
lépcsőházban került túlnyomáslevezető zsalu és ventilátor fordulatszám szabályozás együttesen alkalmazásra, míg tisztán túlnyomáslevezetővel kialakított szabályozás 8 esetben fordult elő.

A nem szabályozott lépcsőházak (14 db) esetén a lépcsőházi túlnyomás korlátozását olyan zárbetéttel (görgős portálzárral) ellátott, közvetlenül vagy közvetve szabadba vezető ajtóval tervezték, melyet a lépcsőházi túlnyomás ajtó felületére ható ereje ki tud nyitni. Az ilyen lépcsőházak mindegyikében a használat során olyan zárszerkezet került beépítésre, mely a túlnyomás általi nyithatóságot ellehetetleníti, továbbá az ajtókra szerelt beléptetőrendszerek oldása sem eredményezte minden esetben a lépcsőházi ajtó kilincs nélkül történő nyithatóságát. Ezeket a lépcsőházakat, noha a létesítésükkor érvényben lévő előírások nem tiltották, szabályozás nélkülinek tekintettem és minden esetben javaslatot tettem az üzemeltető/tulajdonos felé a nyomásszabályozás kiépítésére. Az ilyen jellegű megoldás nem tekinthető üzembiztosnak. A regisztrált nyomásértékek ezekben a lépcsőházakban 100-500 Pa értékek között voltak, mely a lépcsőházba való bejutás ellehetetlenítésén kívül már szerkezeti károsodások kockázatát, személyi sérülés lehetőségét is felveti.

A ventilátor fordulatszámának frekvenciaváltóval történő zárt hurkú szabályozására az esetek kétharmadában (67 esetben) 1 db nyomástávadó került telepítésre, két távadó alkalmazására 29 esetben, míg három vagy több távadó alkalmazására 6 esetben került sor.



6. számú ábra – Vizsgálat alá vont lépcsőházakat szabályozásának módja (szerzői szerkesztés)

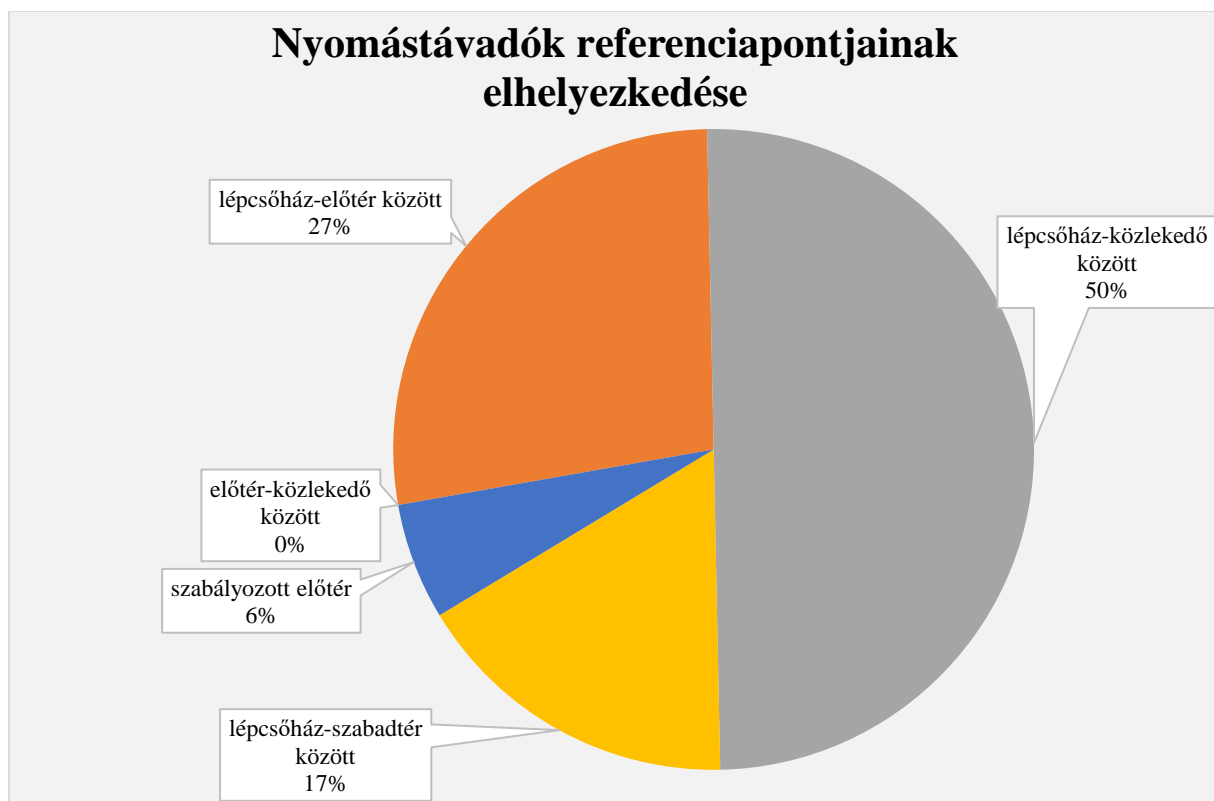


7. számú ábra – Vizsgálat alá vont frekvenciaváltóval szabályozott lépcsőházakban elhelyezett távadók mennyisége lépcsőházanként (szerzői szerkesztés)



Fentiekből megállapítható, hogy a szabályozás ezen lépcsőházak esetén elsődlegesen a fordulatszám szabályozásával valósult meg, jellemzően 1 db nyomástávadóval. Nyomáslevezető zsaluk alkalmazása kevésbé volt jellemző.

A nyomástávadók referenciapontjai leggyakrabban a lépcsőház és a közlekedő között helyezkedett el. Előteres lépcsőházak esetén is nagyobb volt ezen elrendezések aránya. Az épületen kívüli külső referenciapont csak a mért lépcsőházak 17%-ában fordult elő. Előtérrel kialakított túlnyomásos füstmentes lépcsőházakban az előtér és a közlekedő közötti referenciapontok egyetlen esetben sem fordultak elő, míg fordulatszám szabályozással rendelkező lépcsőházi és előtér befűvő ventilátor az esetek 6%-ában volt megfigyelhető.



8. számú ábra – Nyomástávadó referenciapontjainak elhelyezkedése (szerzői szerkesztés)

4.4. Az ajtók résveszteség jellemzői

A lépcsőházak résveszteségeit nagymértékben befolyásolja a nyílászárók légzáróképessége, tömítettsége. A vizsgált lépcsőházakba nyíló ajtók az esetek 84%-ában (104 db) voltak az MSZ-04-311/1 illetve az MSZ 9386 szabvány szerinti L3 (közepes légzárású) vagy L4 (kis



légzárású) besorolásúak a rendelkezésre bocsátott konszignációk alapján vagy olyan nyílászárók, ahol a szabvány szerinti besorolás nem volt megállapítható [11]. Az esetek 16%-ában (20 db) rendelkeztek az ajtók S_a vagy S_m/S_{200} minősítéssel. A lépcsőházba nyíló ajtók az esetek 52%-ában rendelkeztek igazoltan tűzállósági határértékkel is.

A vizsgált lépcsőházakba nyíló ajtók jellemző kerülete 5,78 és 6,41 m közötti volt az esetek csaknem 90%-ában. Az ajtók légáteresztése az alábbi egyenlettel számítható [12]

$$q = \sum (a \cdot l) \cdot \sqrt[3]{\Delta p^2}$$

ahol

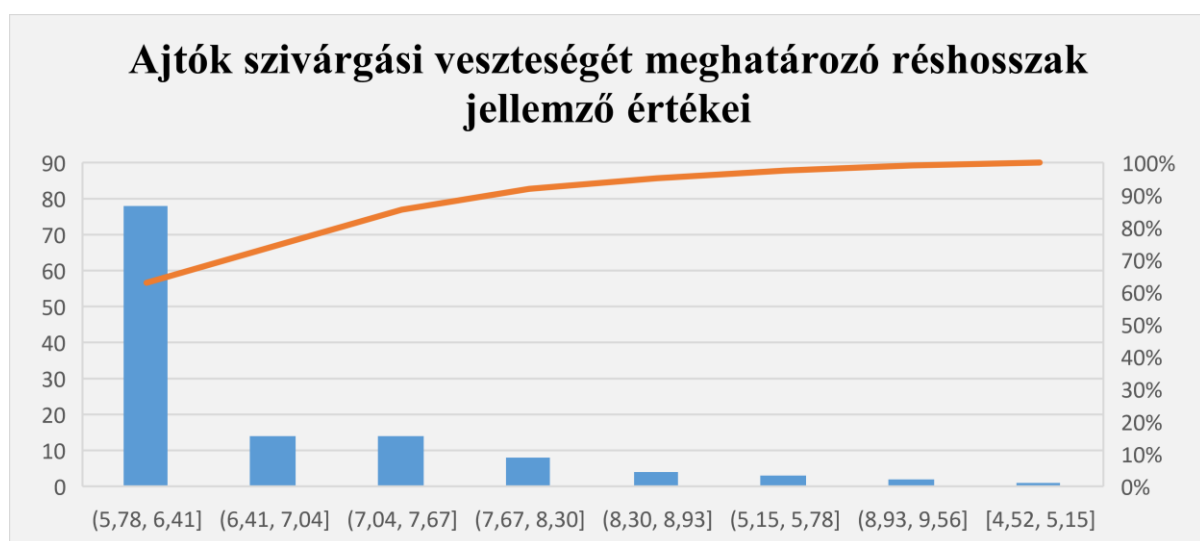
q a levegő térfogatárama (résvesztés), m^3/h -ban

Δp a nyomáskülönbség, Pa-ban

a a résáteresztési együttható, $m^3/h Pa^{2/3}$ -ban

l a réshossz, m-ben

Fentieket figyelembe véve, küszöb nélküli belső ajtókat feltételezve $a=9$ figyelembe vételével [12] a réseken át távozó levegő mennyisége $\Delta p=25$ Pa esetén 445-493 m^3/h közé tehető, küszöbrel ellátott ajtók esetén 148-164 m^3/h , míg $a=1,11$ [4] feltételezésekor $\Delta p=25$ Pa esetén 55-61 m^3/h -ra adódik.



9. számú ábra – A vizsgált lépcsőházak ajtóinak jellemző kerülete (szerzői szerkesztés)



5. ÖSSZEGZÉS

A mérések során különféle rendeltetésű épületek túlnyomásos füstmentes lépcsőházait vizsgáltam a légtechnikai követelményeknek való megfelelés szempontjából. A lépcsőházban kialakuló túlnyomás és a nyitott nyílászárókon mért légsebesség értékeken túl rögzítésre kerültek a lépcsőházakat jellemző fontosabb építészeti paraméterek is. A füstmentesítés szempontjából releváns adatok is rögzítésre kerültek, így a szabályozás módja, levegőbevezetés helye, a kapcsolódó terek hő- és füstelvezetéssel való ellátottsága, az ajtók réshossza.

A jelen cikkben összegyűjtött jellemző paraméterek képet adnak a vizsgált lépcsőházak tekintetében a jellemző geometriai, környezeti viszonyokról, mely adatok a mért értékkel való összevetések során alkalmasak lehetnek a meglévő lépcsőházak megfelelőség értékelésének támogatására. További kutatási irány a mért differenciálnyomás és légsebesség adatok kiértékelése, összevetve a kapcsolódó terek jellemzőivel.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról
- [2] Tűzvédelmi Műszaki Irányelv. Kiürítés. TvMI 2.5:2022.06.13.
- [3] Bérczi László, Badonszki Csaba. A tűzvédelmi tervezés fő tartópillérei a tűzvédelmi műszaki irányelvek. Védelem Tudomány. VI. évf., 2. szám. 2021.
- [4] Tűzvédelmi Műszaki Irányelv. Hő és füst elleni védelem. TvMI 3.4:2022.06.13.
- [5] Bérczi László. Tűzvédelmi műszaki irányelv szerepe a hő és füst elleni védelemben. Védelem Tudomány – VI. évfolyam, 3. szám, 2021.
- [6] 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról
- [7] Lay, S. Pressurization systems do not work and present a risk to life safety. Case Stud. Fire Saf. 2014, 1, 13–17.



[8] MSZ EN 12599:2013 Épületek szellőztetése. Vizsgálati és mérési módszerek beszerelt szellőztetési és légkondicionálási rendszerek átvételéhez

[9] MSZ EN 12101-13:2022 Füst- és hőszabályozó rendszerek. 13. rész: Nyomáskülönbség elvén működő rendszerek (PDS). Tervezési és számítási módszerek, átvételi vizsgálat, rutinvizsgálat és karbantartás

[10] ISO 3534-1 Statistics – Vocabulary and symbols – Part 1: General statistical terms and terms used in probability

[11] MSZ 9386:1993 Ajtók műszaki követelményei

[12] Recknagel-Sprenger-Schramek. Fűtés- és Klimatechnika 2000, I. kötet, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2000 ISBN 963 9123 56 0 ö HU ISSN 1417 7986

Mihály István tűzvédelmi tervező, gépész tűzvédelmi szakértő

István Mihály, Certified Fire Protection Specialist (Architecture), Licensed Fire Protection Expert (Mechanical Field)

BRANDPLAN Kft. / BRANDPLAN LLC

m.istvan@brandplan.hu

ORCID ID: 0000-0001-8595-1718