

Új módszer a lakásszellőzésben: váltakozó áramlási irányú, decentralizált szellőzőrendszer regeneratív hővisszanyeréssel

Csiha András

A hagyományos falszerkezetekkel (kisméretű téglá, B30, Porotherm, Ytong...) és hagyományos, kis légtömörségű nyílászárókkal (kapcsolt gerébtokos, Tessauer rendszerű ablakok...) épült épületeknél a téli fűtési időnyben nem jelentett gondot a helyiségekben a normál használatból keletkező, naponta több liter nedvesség eltávolítása a belső levegőből. Ennek túlnyomó része, átlagosan legalább 95%-a a kialakult 1...1,5-szeres óránkénti légcserével, természetes szellőzéssel távozott a nyílászárók résein keresztül, a maradék rész pedig páradiffúzió útján a falszerkezeteken át – a fal hőszigetelésétől majdnem függetlenül [1].

A szellőzésnek tehát döntő szerepe van a téli nedvesség-transportban, s ha a fokozottan légtömör nyílászárók alkalmazása miatt a természetes légcseréje igen jelentősen lecsökken (0,1...0,2-szeres óránként [2]), a falszerkezetek nem tudják átvenni a szerepét, nem tudják megoldani a rájuk háruló, nagyságrendileg megnövekedett szellőzési-páraelvezetési feladatot. Ennek jól ismert következménye – ha a megfelelő szellőztetést egyéb módon nem biztosítják – a belső levegő relatív nedvességtartalmának feldúsulása lesz, ami sajnos sokak által jól ismert módon szélsőséges esetben a hőhidas falsarkokban kezdődően páralecsapódáshoz, majd pedig törvényszerűen penészesedéshez is vezet. A penész nagyon nehezen eltávolítható, de megfelelő szellőztetés hiányában rövid idő elteltével újra megjelenik. Nemcsak csúnya, de veszélyt jelent az egészségre is. Természetesen a belső levegő minőségének egyéb jellemzői is romlanak a megfelelő szellőzés hiányában, elég, ha csak a CO₂ koncentráció növekedését és a nem kívánt szagok feldúsulását említem.

Természetesen az ilyen fokozottan légtömör nyílászárók alkalmazásából jelentős előnyök is származnak: a fűtési hőszükséglet (nyáron hűtési igény) csökken, jelentősen mérséklődik a külső zajokat, nem enged be a port, a szellőzés nem „spontán” módon valósul meg, hanem ott, akkor, olyan mértékben és úgy, ahogy azt szeretnénk – de ehhez gondosan megtervezett, kivitelezett és üzemeltetett szellőztetésre van szükség.

Kissé eltúlozva azt is mondhatjuk, hogy a fokozottan légtömör zárású ablakokról beszélve el kell felejteni, hogy azok szellőzésre valók! Szellőztetni ugyan természetesen lehet velük időszakonkénti kézi nyitással, de a minden szempontból megfelelő légcserét egyáltalán nem biztosítják sem az épület, sem a használói számára.

Hogy az ilyen, nagy légtömörségű nyílászárók mellett is elkerülhető legyen a páralecsapódás és annak következményeként a penészesedés, valamint az egész-



A szerző okl. gépészmérnök, főiskolai docens, Debreceni Egyetem AMTC Műszaki Kar Épületgépészeti Tanszék

ségügyileg szükséges frisslevegő bejuttatását is biztosítsák az épületekbe, több ismert megoldást dolgoztak ki és alkalmaznak is. Természetesen a külső hideg szellőző levegő bejuttatásánál gondoskodni kell annak valamilyen módon (lehetőleg energiatakarékosan) történő felmelegítéséről is, ami fűtési energiát igényel, s így nem elhanyagolható költségkihatása is van. Igaz ez annál is inkább, mert az előírások szerinti, egyre jobb hőátbocsátási tényezőjű határoló szerkezetek (fal, földem, nyílászárók...) alkalmazásával az épületek transzmissziós hőigénye jelentősen csökken, így a szellőzési hőigény részaránya egyre jelentősebb lesz.

Az ismert megoldások közül – részleteik, előnyeik-hátrányaik ismertetése nélkül – négyet említek meg:

- a Purmo cég úgynevezett „szellőztető” radiátora,
- (higroszabályozású) légbevezető szerkezetek (pl. Aereco, Kamleithner...),
- központi lakásszellőző egység (pl. Aldes, Helios, Rosenberg...),
- „inVENTer” decentralizált szellőzőrendszer, Öko-Haus-technik inVENTer GmbH [3].

Ki kell emelnem az utóbbit, ami hazánkban még szinte ismeretlen és egyáltalán nem alkalmazott. Egy külföldi szakkiállításon láttam meg, ahol ötletes működését megismerve azonnal „elültette a bogarat a fülembe”, végső soron ezen a nyomon elindulva jutottam el találmányom alapötletéhez.

A megoldáshoz az „inVENTer” kerámia hőtároló-hőcserélő elemének és a manapság az épületek külső tartófalainak falazásához legelterjedtebben használt falazóelem, a közönséges üreges égetett agyagtégla összevetése vezetett el. Mindkettő soklyukú üreges szerkezetű, kerámia anyagú, így az üreges téglá is alapvetően, minden változtatási igény nélkül alkalmas hőtároló-hőcserélő funkcióra, ha belsejében levegőt áramoltatunk – akár váltakozó légáramlási iránnyal. Ez ugyan egyáltalán nem volt szokás eddig, sőt a függőleges légjárókat a falazáskor a falazóelemek egymáshoz kötését biztosító kb. 1...1,5 cm-es ágyazó habarcsréteggel le is zárják, ami megakadályozza a légáramlást a hagyományos falazatokban.

A technika azonban ezen a területen is változik, fejlődik: nyugaton már jó évtizede használják, Magyarországon pedig éppen most vezetnek be az úgynevezett „csiszolt” téglát (pl. Wienerberger Porotherm N+F Profi, Porotherm HS Profi), amit ±0,5 mm magasságtűréssel gyártanak. Falazáskor csupán egy 1 mm-es vízszintes ragasztóhabarcs réteget terítenek a téglákra, ami csak azok kerületén és belső bordáin biztosít kötést közöttük, a függőleges légjárókat azonban nem zárja le. Így már eleve, a „normál” falazás során kialakulnak az egymással párhuzamos függőleges légcsatornácskákból álló kürtök a falazatban, akár a helyiség teljes belmagasságában padlótól a födémgig – anélkül, hogy bármilyen különleges megoldásra volna szükség ezek létrehozásához.

Ha az épület külső falzatában így kialakuló függőleges légjáratokat például alul a külső tér felé, felül pedig a belső tér felé nyitjuk meg, rendelkezésünkre áll egy olyan szellőzőkürtő, amibe ventilátort, légrácsokat és szükség szerint szűrőt beépítve rendkívül egyszerűen jutunk egy hővisszanyerős szellőzőegységhez. Ennek regeneratív hőtároló-hőcserélő elemét maguk a bordák, a falzat saját anyaga szolgáltatja olcsón és egyszerűen kivitelezhetően, a falazással egy műveletben, egyidejűleg elkészülően – ráadásul teljesen rejtetten, sem külön helyet, sem külön szerelési anyagot, sem külön munkát nem igényelve. Ilyen szellőzőkürtőből mindig kettőt létesítünk egy helyiségben, ezek párban is üzemelnek – de bizonyos időközönként felváltva ellentétes légáramlási irányral – így egyszerre biztosítják a megfelelő kiegyenlített szellőzést.

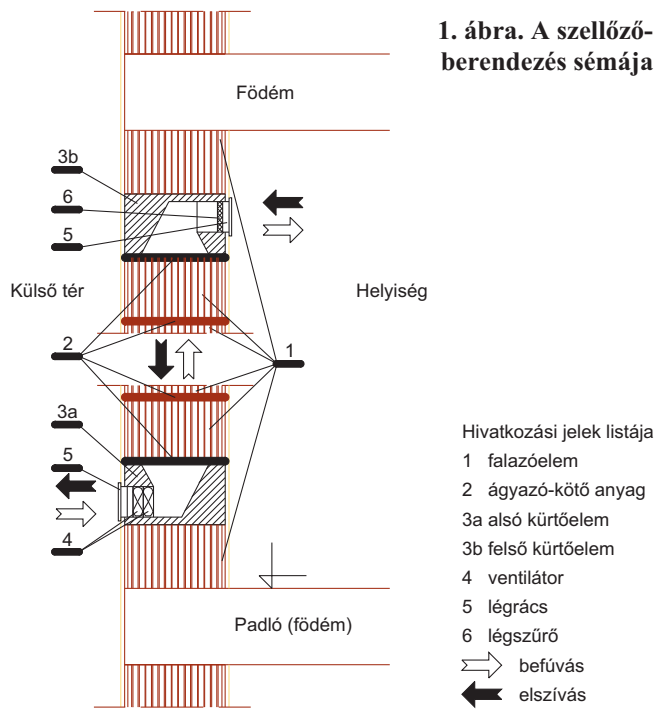
Találmányomat részletesen az **1. ábra** alapján ismertetem, ami a váltakozó áramlási irányú, decentralizált, hővisszanyerős szellőzőrendszer elvi vázlatát mutatja a külső falra merőleges függőleges metszetben az egyik szellőzőkürtőn keresztül.

A szellőzőkürtőt tehát a külső és belső térhez kapcsolódó alsó és felső kürtőelemek alakítják ki a falzatban. Kívül és belül is lezárnak egy-egy sávot a légáramlás elől (így azok továbbra is hőszigetelőként működnek), míg a falzat belsejében függőleges légszatórna alakul ki. A téglának az elemi légszatórnákat határoló bordái egyben hőtároló-hőcserélő szerepet is játszanak.

A kürtő alsó részén, a külső oldalon két axiális ventilátort építettem be egymással szembe fordítva (a számítógépekben általánosan alkalmazott 12 V DC házhűtő ventilátorok, 1,5 W maximális teljesítmény – de befúvó üzemben ez is hasznosul), ezek közül hol egyik, hol másik üzemel bizonyos időközönkénti váltással, átlagos méretű szobákban ~0,5 1/h légcserét biztosítva 20...22 m³/h térfogatárammal. A külső és belső oldali kitorkollásnál légrácsok és szükség szerint légszűrők találhatók.

Az így kialakított szellőző-berendezés tehát két együttműködő szellőző kürtőt tartalmaz, amelyekben szabályozott üzemi ventilátorok biztosítják a megfelelő légáramlást. Az egyik szellőzőkürtő elszívóként, a másik pedig befúvóként üzemel – de ezeket a funkciókat bizonyos időközönként váltogatjuk. Az első fázisban télen az egyik elszívja és kidobja a helyiség meleg levegőjét, miközben az abból elvont „hulladékhővel” felfűti a hőcserélő-hőtároló funkciót is ellátó szellőző kürtő anyagát, a téglabordákat. Bizonyos idő elteltével, a második fázisban – megváltoztatva a légáramlás irányát – a külső hideg levegőt fűjja keresztül az előzőleg felmelegített szellőző kürtőn, az a kürtőt lehűtve felmelegszik s így jut a helyiségbe.

A másik szellőző kürtőegységénél ugyanezek a folyamatok pontosan ellenfázisban történnek. A hőcsere itt tehát nem egy határoló fal két oldalán egyszerre áramló közegek között történik, hanem időben eltolva, a hőtároló-hőcserélő funkciót is ellátó szellőző kürtők felfűtésével (hő betárolása) majd lehűtésével (hő kinyerése), amit regeneratív



Hivatkozási jelek listája

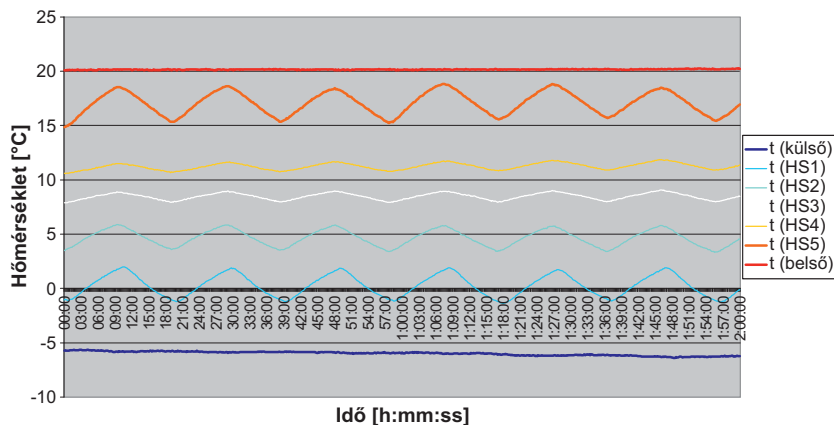
- 1 falazóelem
- 2 ágyazó-kötő anyag
- 3a alsó kürtőelem
- 3b felső kürtőelem
- 4 ventilátor
- 5 légrács
- 6 légszűrő
- ⇒ befúvás
- ← elszívás

hőcserének nevezünk. Az ilyen hőcsere jósága, határfoka (sok más hőtechnikai és áramlástechnikai jellemző, pl. a hőtároló fajhője, tömege, a levegő áramlási sebessége, méretek... mellett) függ a felfűtési és a lehűtési periódusok hosszától, ennek optimális értékét számításokkal és mérésekkel lehet meghatározni.

Az ismertett szellőztető berendezés nyári időszakban alkalmas az úgynevezett „free cooling” (ingyen hűtés) üzemmódra is, ami azt jelenti, hogy az éjszaka folyamán a helyiség belső levegőjénél hidegebb külső levegőt fel tudja használni a helyiség hűtésére, előhűtésére.

A találmány szerinti kialakításban megépítettem egy kísérleti berendezést az Épületgépészeti Tanszék fűtési laboratóriumában és azon méréseket is végeztem, 13 ponton hőmérséklet és relatív páratartalom értékeket mérve és gyűjtve.

A mérésekből kiragadott egy téli példa hőmérsékletváltásait az egyik kürtő 5 pontján, valamint kívül és belül a **2. ábrán** mutatom be.



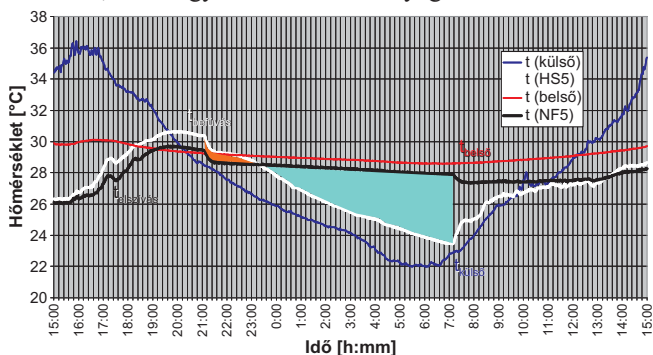
2. ábra. A jellemző hőmérsékletek változása, 2. példa (irányváltási idő 10 perc) (a növekvő számok a kürtőben alulról felfelé, 50 cm-enkénti méréseket jelentenek)

Összefoglalóan: az építési és üzemi tapasztalatok, valamint a mérési eredmények is meggyőzőek voltak. A berendezés megépítése a falazatba integrált szellőző kürtőkkel egyszerűen, gyorsan és olcsón történt. A berendezés az egészségügyi elvárásoknak megfelelő légcserét létesített a helyiségben, két szembefordított ventilátorral kiegyenlített szellőzést biztosított, télen a páralecsapódás elkerüléséhez szükséges mértékben csökkentette a belső levegő nedvességtartalmát, 70...85% hatásfokú hővisszanyerést valósított meg különböző üzemállapotokban és igen csendesen működött: mindössze 0,3 dB(A) hangnyomásszint-növekedést okozott a terebben.

Villamos kollégám kidolgozta a szellőzés ún. PIC technológián alapuló egyszerű programvezérlését, ami valós idejű órával és hőérzékelőkkel egész évben optimális automatikus üzemet biztosít a bármikori kézi beavatkozás lehetőségével.

A 3. ábrán a jellemző téli állapotváltozásokat láthatják $h-x$ diagramban, két mérési sorozat adatai alapján ábrázolva.

A nyári éjszakai „free cooling” üzemet a 4. ábra mutatja, ekkor az egyik kürtő ventilátora folyamatosan befúj, a másik pedig elszív. Több helyiség esetén ez működhet úgy is, hogy az egyik helyiség mindkét kürtője befúj, a másik pedig elszív, ez esetben a helyiségek között például ún. „vágott”, küszöb nélküli ajtó biztosítja a levegő átáramlását. Külön előnye a rendszernek, hogy mindezt a hűtést csukott ablak mellett, zajtalanul és szűrt levegővel, pormentesen valósítja meg. A külső és belső hőmérsékletek télinél jóval kisebb különbségei, valamint a lényegesen rövidebb üzemidő miatt azonban a hűtési megtakarítás a fűtésnek csak töredéke, 10...30-ad része lehet, de ez egyáltalán nem elhanyagolható.

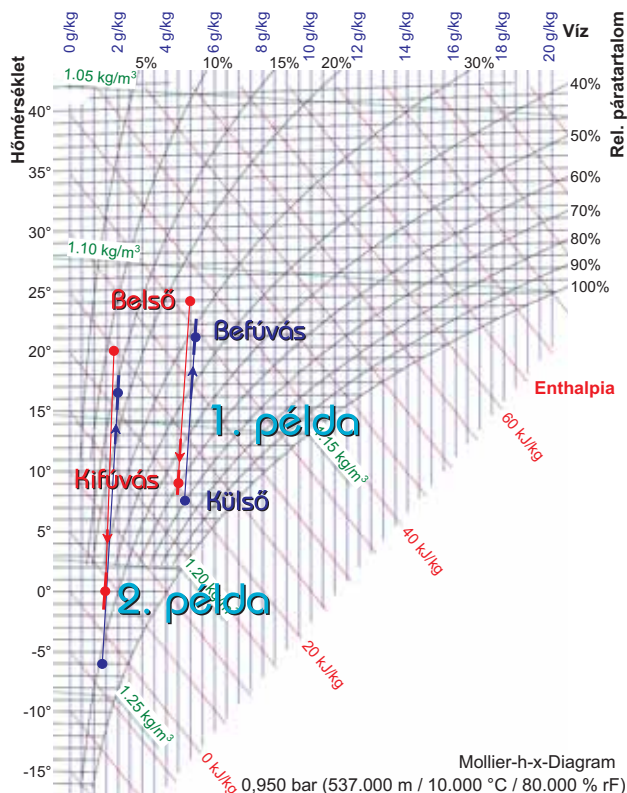


4. ábra. Nyári éjszakai üzemi: „free cooling”

A szellőzőberendezés üzeméből származó jelentős fűtőtéljesítmény-, energia-, földgáz- és költségmegtakarítás egy átlagos, 40 m³-es lakóhelyiség esetén, ahol a légcsereszám 0,5 1/h, a belső hőmérséklet 20 °C, az átlagos külső hőmérséklet 4 °C és fűtési idény hossza 183 nap:

A szellőzőlevegő felfűtési igénye	253 W
A visszanyert hőteljesítmény:	202 W
Az éves fűtési energiamegtakarítás:	444 kWh, 1,6 GJ
Az éves fajlagos energiamegtakarítás:	28 kWh/m ² ,a
Éves földgáz megtakarítás:	52 m ³ /a
Az éves bruttó költségmegtakarítás	6234 Ft/a

(A számításokhoz felvett további alapadatok: a hővisszanyerés hatásfoka 80%, a földgáz hődíj 2,922 Ft/MJ + 20% ÁFA, a földgáz díj 99,64 Ft/m³ + ÁFA, a földgáz fűtőértéke 34,1 MJ/m³, az éves kazánhatásfok 90%.)



3. ábra. A szellőző levegő téli állapotváltozásai



5. ábra. Családi ház szellőző-berendezése építés közben

Az 5. ábra egy most már „in vivo” megvalósuló épületben mutatja a szellőzőberendezést építkezés közben, remélhetően idén télen már ebben is tudok méréseket végezni.

A cikk terjedelme sajnos korlátozott, kevés ábra fér bele, ezért az érdeklődőknek javasolom, tekintsenek meg egy ennél lényegesen bővebb, sok ábrát és képet tartalmazó anyagot a www.mfk.unideb.hu/csiha helyen, a „CsA előadás Szaknap 2008. pdf” fájlban, amit természetesen le is tölthetnek.

Irodalom

- [1] Austrotherm Akadémia: Pára a falban, http://www.austrotherm.hu/?link=para_a_falban-Oldal-40-211.html
- [2] Dr. Szánthó Zoltán – dr. Chappon Miklós – Elekes László: Lakott családi ház légforgalmának méréses ellenőrzése, Magyar Épületgépészet, 2007/11. szám, 7-11. oldal
- [3] inVENTer® - Lüftung mit Wärmerückgewinnung, http://www.inventer.de/de/Produkte/site__210/