



17<sup>th</sup> „Building Services, Mechanical and Building Industry days”  
International Conference, 13-14 October 2011, Debrecen, Hungary



## HŐVISSZANYERŐS SZELLŐZÉS – TELJESEN MÁSKÉPPEN

**CSIHA András**

**DE Műszaki Kar Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék**

**csiha@eng.unideb.hu**

**Kulcsszavak:** lakásszellőzés, belső levegő minőség, penészesedés, energiamegtakarítás, hőviszanyerés

### **Abstract:**

*My invention is a new, patented ventilating system to provide the necessary fresh air with a simple, energy-saving and economical method, utilizing the common hollow burnt loam bricks as heat-storing and heat-exchanger elements and invisible air duct too. The alternating, decentralized, regenerative ventilation system contains two external wall integrated, co-operated ventilation flues wherein controlled fans ensure the proper airflow. One of the ventilation flues operates as an extraction unit, whereas the other is the inlet unit, but these functions are alternated from time to time. In the winter season, the first phase of the operation one unit extracts and discharges the warm air of the room, and in the meantime heats up the ventilation flue also serving as the heat-storing and heat-exchanger unit with the resulting “waste heat”. After a certain period of time, the second phase – with a reversed direction of airflow – blows the external, cold air through the formerly heated ventilation flue to heat the air and cool the flue, and then the air enters the room. The other ventilation flue performs the same process in a reversed phase.*

### **1. A szellőzés (szellőztetés) szükségessége**

A hagyományos falszerkezetekkel (kisméretű téglá, B30, Porotherm, Ytong...) és hagyományos, kis légtömörségű nyílászárókkal (pl. kapcsolt gerébtokos, Tessauer rendszerű ablakok) épült épületeknél a téli fűtési időben egyáltalán nem jelentett gondot a helyiségekben a normál használatból keletkező, naponta több liternyi nedvesség eltávolítása a belső levegőből. Ennek túlnyomó része, átlagosan legalább 97%-a a kialakult 1...1.5-szeres óránkénti légcserével, természetes szellőzéssel távozott a nyílászárók résein keresztül, a maradék rész, tehát legfeljebb 3% pedig páradiffúzió útján a falszerkezeteken át – a fal hőszigetelésétől majdnem függetlenül (Austrotherm Akadémia: Pára a falban).

A szellőzésnek tehát döntő szerepe van a téli nedvességtranszportban, s ha a fokozottan légtömör nyílászárók alkalmazása miatt a természetes légcseré igen jelentősen lecsökken (0.1...0.2-szeres óránként (Szánthó Z.-Chappon M.-Elekes M., 2007), 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 vezet. A penész nagyon nehezen eltávolítható, de megfelelő szellőztetés hiányában rövid idő elteltével újra megjelenik. Nem csak csúnya, de veszélyt jelent az egészségre is. Természetesen a belső levegő minőségének egyéb



jellemzői is romlanak a megfelelő szellőzés hiányában: elég, ha csak a CO<sub>2</sub> koncentráció növekedését és a nem kívánt szagok feldúsulását említem.

Nyilvánvaló, hogy az ilyen fokozottan légtömör nyílászárók alkalmazásából jelentős előnyök is származnak: a fűtési hőszükséglet (nyáron a hűtési igény) csökken, mérséklük a külső zajokat, nem engedik be a port... A szellőzés nem „spontán” módon valósul meg, hanem ott, akkor, olyan mértékben és módon, ahogy azt szeretnénk (ahogy arra szüksége van az épületnek, és az azt használóknak) – 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 egészségügyileg szükséges friss levegő 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, ez 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 – távlatban gyakorlatilag ez lesz az egyedüli valós hőigény egy lakóépületben (a passzívházaknál már most is az), s ez igen felerősíti a hővisszanyerés szerepét a lakásszellőzésben.

A jól ismert 7/2006 TNM rendelet előírt felülvizsgálatával a határoló szerkezetek előírt hőátbocsátási tényezői jelentősen szigorodnak 2012-től, csak példaként említem a külső fal 0.45 W/m<sup>2</sup>,K jelenlegi U értékének 0.30-ra csökkenését annak előrevetítésével, hogy ez 2015-től 0.26-ra, 2019-től pedig 0.22-re fog szigorodni s a tendencia a többi határoló felületre nézve is hasonló (<http://mmk.hu/wp-content/uploads/2011/03/Épszerk-követelmények.pdf>). A 7/2007 TNM-et megalapozó EPBD 2002/91/EK direktíva helyére az EPBD „recast” 2010/31/EU fog lépni, ami – sok egyéb mellett – a „közel 0 energiaigényű” épületeket tűzi ki célként új középületekre 2018-tól, 2020-tól pedig minden új épületre vonatkozóan. Ennek talán legfontosabb eleme, hogy az energiahatékonyságra vonatkozó minimumkövetelményeket költségoptimalizált szinten kell majd meghatározni az épület életciklusának figyelembe vételével – ami igen jelentős szemléletváltás ([http://mmk.hu/wp-content/uploads/2011/05/Épgép\\_követelmények\\_0513.pdf](http://mmk.hu/wp-content/uploads/2011/05/Épgép_követelmények_0513.pdf)).

## 2. A jelenleg ismert lakásszellőzési megoldások

A számos ismert megoldás közül cikkemben négyet említek meg:

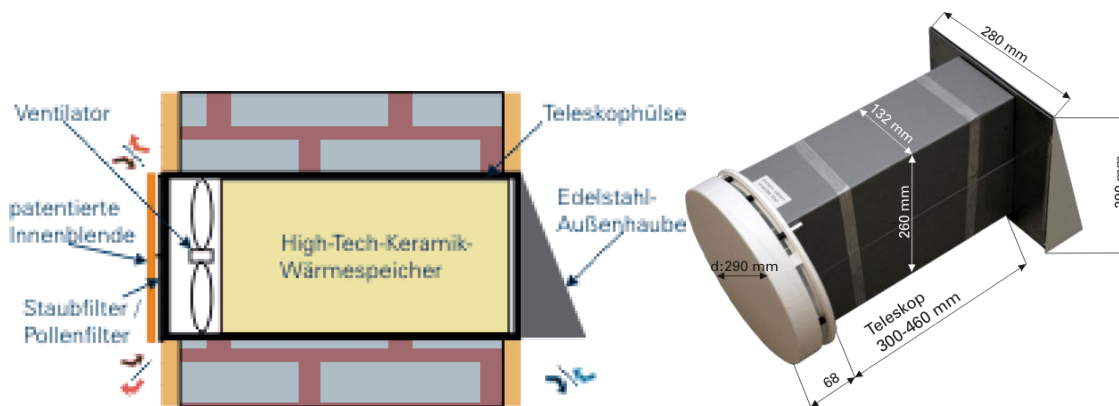
1. a Purmo cég úgynevezett „szellőztető” radiátora,
2. (higroszabályozású) légbevezető szerkezetek (pl. Aereco, Helios...),
3. központi hővisszanyerős lakásszellőző egységek (pl. Aldes, Helios, Rosenberg, Dantherm, Paul...),



#### 4. helyiségenkénti hővisszanyerős szellőző rendszerek (Öko-Haustechnik inVENTer GmbH (<http://www.inventer.de>), Maico, Helios...)

Az elsőt az északi országokban széles körben használják, ma már nálunk is megtalálható a termékpalettán, de még nemigen alkalmazzák. A második megoldás jól ismert és egyre általánosabban alkalmazott, higroszabályozású változata kismértékű energia-megtakarítást is lehetővé tevő rendszert alkot elszívó ventilátorokkal kiegészítve. A harmadik kategória komplett, komfortos és energiatakarékos megoldást ad egy lakóépület számára, de hazai elterjedését igencsak korlátozza magas ára. Ezekről a megoldásokról részletes anyag található a (Csiha A., 2008) és a (Csiha A., 2011) szakirodalmakban.

Jelen cikkben csak a negyedik csoportot emelem ki és ismertetem röviden, ezek a szellőző berendezések hazánkban még szinte ismeretlenek és igen ritkán alkalmazottak. Közülük az inVENTer megoldását 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 szellőző rendszer helyiségenkénti hővisszanyerős szellőzést valósít meg. Lényege, hogy helyiségenként a külső falba fűrt (vagy a falazásnál kihagyott) két vízszintes tengelyű nyílásba ventilátort és sajtolt, soklyukú speciális kerámia anyagú hőtároló-hőcserélőt tartalmazó szellőző egységet építenek be (1. ábra), de létezik ikerkivitelű, egy falnyílásba beépíthető változata is.



1. ábra Az „inVENTer” szellőző egysége

A két együttműködő szellőző egység közül az egyik elszívóként, a másik befűvőként üzemel, de ezeket a funkciókat 70 másodpercenként váltogatják. Így az első fázisban télen az egyik egység elszívja és kidobja a helyiség meleg levegőjét, miközben annak lehűtésével (úgynevezett „hulladékhőjének” hasznosításával) felfűti a kerámia hőtárolót, majd 70 másodperc elteltével a második fázisban a külső hideg levegőt fűjja keresztül az előzőleg felmelegített hőtárolón, ahol az felmelegszik s így jut a helyiségbe. A másik egységnél ugyanez a folyamat ellenfázisban történik. A hőcsere itt tehát nem egy határoló fal két oldalán egyszerre áramló közegek között történik, hanem időben eltolva, egy-egy hőtároló-hőcserélő kerámia elem felfűtésével (hő betárolása) majd lehűtésével (hő kinyerése). A hőcsere ezt a módját a szakirodalomban regeneratív hőcsere névelik. A rendszer dokumentált mérések szerint igen gazdaságosan, kis energiafogyasztás mellett 91 % hővisszanyerési határfokkal üzemel, de nagyon drága, így elsősorban a meglévő lakásokban a már megindult penészesedés megszüntetésére építik be Németországban. A belső oldalon található



ventilátor egyben zajforrás is, ezt egy speciális, hangcsillapító kivitelű anemosztáttal csökkentik elfogadható szintre.

### 3. A FluctuVent rendszer ötlete és megvalósítása

Az általam FluctuVent-nek elnevezett és itthon már 227 348 lajstromszámon szabadalmat nyert találmányhoz (az európai bejegyzés folyamatban van) 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. Történetesen egy fűtéstechnika előadásra készültem, amit történeti áttekintéssel akartam kezdeni, itt többek között a régi rómaiak hypocaustum néven ismert kombinált padló- és falfűtéséről is beszélni szerettem volna. A 2. ábrán bemutatott (egyébként általam is már sokszor látott) képeket nézve „esett le a tantusz”: a téglák sokkal több, mint egyszerű építőanyag! A mai soklyukú üreges szerkezetű, kerámia anyagú téglák minden változtatás nélkül alkalmas hőtárolónak, hőcserélőnek, az üregek miatt légcsatorna funkciót is betölthet, és akár a váltakozó légáramlási irány is egyszerűen megvalósítható – vagyis ha nem is hetet, mint a mesében, de négyet egy csapásra!



2. ábra A hypocaustum sémája és az üreges téglafalazat részlete

Ilyen használata ugyan egyáltalán nem volt ismert eddig, sőt a függőleges légjáratokat a falazáskor a falazóelemek egymáshoz kötését biztosító kb. 1-1.5 cm-es ágyazó habarcs réteggel le is zárják, amivel tudatosan megakadályozzák a légáramlást a hagyományos falazatokban, így növelve a fal hőszigetelő képességét.

A technika azonban ezen a területen is változik, fejlődik: nyugaton már majd két évtizede használják (mára már szinte kizárólagosan), Magyarországon pedig szintén terjed az úgynevezett „csiszolt” téglák (pl. Wienerberger Porotherm Profi N+F, Porotherm Profi HS), amit  $\pm 0.5$  mm magasságtűréssel gyártanak (3. ábra). Falazáskor csupán egy 1 mm-es ragasztóhabarcs réteget terítenek a téglákra, ami csak azok kerületén és belső bordáin biztosít kötést közöttük, a függőleges kis üregeket azonban nem zárja le. Így már eleve, a falazás során kialakulnak az egymással



párhuzamos függőleges légszatórnácskákból álló összefüggő kürtők a falazatban, akár a helyiség teljes belmagasságában padlótól födémgig – anélkül, hogy bármilyen különleges megoldásra volna szükség ezek létrehozásához. A ragasztóhabarcsos alkalmazáson kívül ismert és egyre szélesebb körben használt a DRYFIX Extra, poliuretánhab csíkokat használó eljárás is, amely az előzőnél még jobb is a kürtők kialakulása szempontjából.



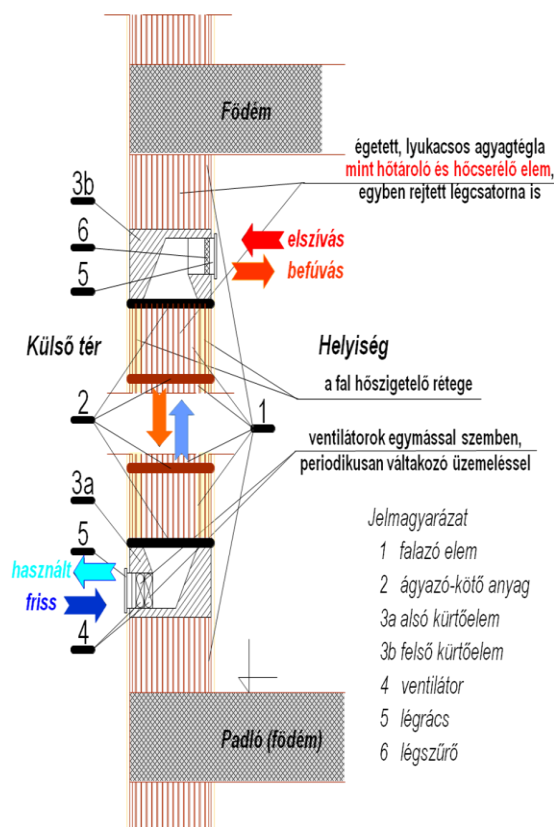
3. ábra Balra a hagyományos, középen a ragasztóhabarcsos, jobbra a DRYFIX Extra falazás

Már itt megjegyzem, hogy ilyen kürtő hagyományos (nem csiszolt) téglával, hagyományos vastag habarcskötéses falazás során is kialakítható egy egyszerű kirekesztő sablon alkalmazásával és egy kis odafigyeléssel – erre később részleteiben is kitérek majd.

Ha az épület külső falazatában így kialakuló függőleges légjáratokat például alul a külső tér felé, felül pedig a belső tér felé nyitjuk meg, máris rendelkezésünkre áll egy olyan szellőzőkürtő, amibe ventilátort, légrácsokat és légszűrőt beépítve rendkívül egyszerűen jutunk egy hővisszanyerős szellőző egységhez. Ennek hőtároló-hőcserélő elemét maguk a téglabordák, vagyis a falazat saját anyaga szolgáltatja ingyen, a falazással egy műveletben elkészülően – ráadásul teljesen rejtetten, sem külön helyet, sem külön szerelési anyagot, sem külön munkát nem igényelve. Ha ilyen szellőzőkürtőből kettőt alakítunk ki egy helyiségben, ezek párban – de bizonyos időközönként váltakozva ellentétes légáramlási iránnyal – üzemelve együtt biztosítják a kiegyenlített befűvő-elszívó szellőzést.

Találmányom sémáját a 4. ábrán mutatom be, ami a FluctuVent fantázianevű, váltakozó áramlási irányú, helyiségenkénti hővisszanyerős szellőző rendszer elvi vázlatát mutatja a külső falra merőleges függőleges metszetben az egyik szellőzőkürtőn keresztül.

A szellőzőkürtőt a külső és belső térhez kapcsolódó, téglaszélességű alsó és felső kürtőelemek alakítják ki a falazatban. Ezek kívül és belül is lezárnak egy-egy sávot a légáramlás elöl (így azok továbbra is hőszigetelőként működnek), míg a falazat belsejében függőleges légszatórna alakul ki. A kürtő alsó részén, a külső oldalon két axiális ventilátor található egymással szembe fordítva (a számítógépekben általánosan alkalmazott, nagyon üzembiztos 12 V egyenáramú házhűtő ventilátorok 1.5 W névleges teljesítménnyel), ezek közül hol az egyik, hol a másik üzemel időközönkénti váltással, így valósítva meg a befűvást illetve az elszívást, ~0.4-0.6 l/h légcserét biztosítva 17-23 m<sup>3</sup>/h térfogatárammal egy átlagos 4x4x2.5 méter méretű helyiségben. A külső és belső oldali kitorkollásoknál légrácsok és légszűrők találhatóak.



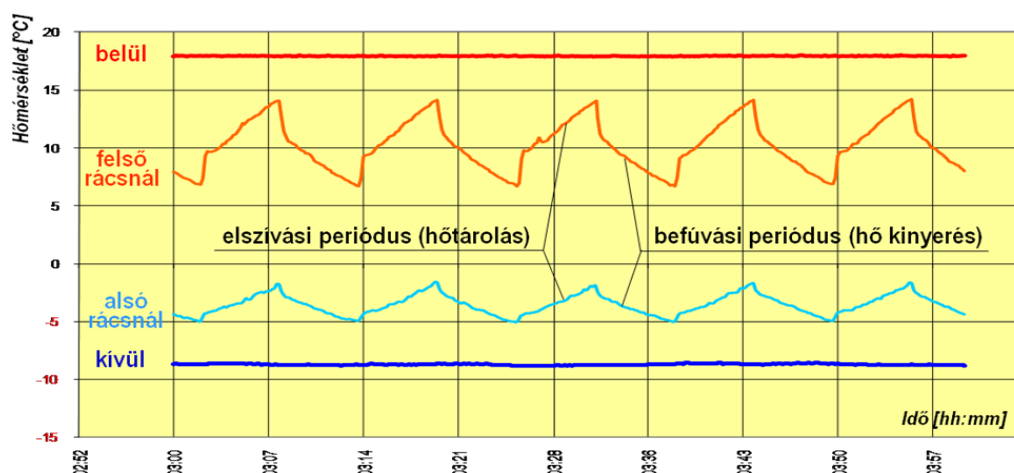
4. ábra A FluctuVent szellőző rendszer sémája

A szellőző rendszer az inVENTer-nél már ismertetett elven működik, amit röviden megismétlek a FluctuVent-re alkalmazva. Az első fázisban télen az egyik szellőző kürtő egyik ventilátora elszívja és kidobja a helyiség meleg levegőjét, közben az abból elvont „hulladék hővel” felfűtve a téglabordákat. Bizonyos idő elteltével, a második fázisban a másik ventilátor lép működésbe, ez a külső hideg levegőt fűtja keresztül az előzőleg felmelegített szellőzőkürtőn, a levegő a kürtőt lehűtve felmelegszik s így jut a helyiségbe. A másik szellőzőkürtő egységénél ugyanezek a folyamatok pontosan ellenfázisban történnek, vagyis hő betárolási és hő kinyerési fázisok váltogatják egymást a váltakozó irányú légáramlási periódusokban. Az ilyen regeneratív hőcsere jósága, hatásfoka (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, esetünkben a szokásos 2.40-2.70 m belmagasságok esetén kialakítható 7 téglasor magas kürtőnél ez 6 percre adódott.

A FluctuVent szellőztető berendezés nyári időszakban alkalmas az úgynevezett „free cooling” (ingyenes, vagy úgynevezett passzív hűtés) üzemmódra is, ami azt jelenti, hogy az éjszaka folyamán a helyiség belső levegőjénél hidegebb külső levegőt fel tudja használni a helyiség hűtésére – s mindezt például az ablaknyitással összehasonlítva pormentesen és zajmentesen teszi. Ilyenkor a légáramlás iránya nem változik időről-időre, az egyik kürtő folyamatosan befűj, a másik pedig elszív.

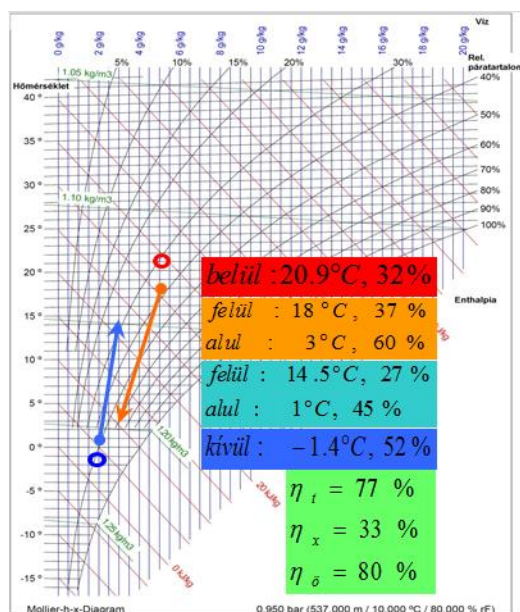


A találmány szerinti kialakításban megépítettem egy kísérleti berendezést az Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék fűtés laboratóriumában és azon méréseket is végeztem, 13 ponton mérve és gyűjtve hőmérséklet és relatív páratartalom adatokat. A mérésekből kiragadott egy téli példa hőmérséklet-változásait az egyik kürtő légrácsainál, valamint kívül és belül az 5. ábrán mutatom be.



5. ábra A jellemző hőmérsékletek változása

A szellőző berendezés a téglá anyagának porozitása miatt képes télen az elszívott levegő nedvességtartalma egy részének pára formájában történő tárolására, ez azonban semmiképpen sem kondenzációt jelent, mint ahogy ezt a 6. ábra mutatja.



6. ábra A téli állapotváltozások h-x diagramban (budapesti mintaprojekt)

Ezt a tárolt párat a befűvási periódusban a külső száraz friss levegő felveszi, így ez a szellőzés kevésbé szárítja a helyiség levegőjét, mint a regeneratív hőcserével működő lakásszellőzők, vagy az



egyszerű ablaknyitósos szellőzés. Léteznek persze ilyen nedvesség-visszanyerést is megvalósító központi lakásszellőzők, de az áruk teljesen más kategória.

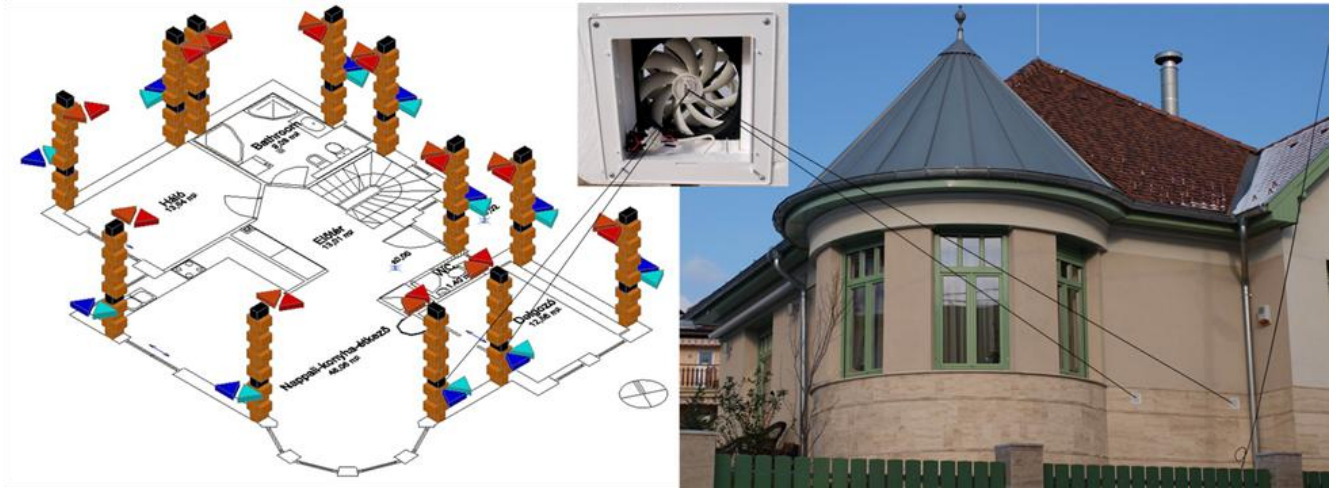
Az építési és üzemi tapasztalatok, valamint a mérési eredmények is meggyőzőek voltak a laborban, így ezután „in vivo” mintaprojektek következtek, az első egy debreceni épület volt (7. ábra).



7. ábra Debreceni mintaprojekt építés közben

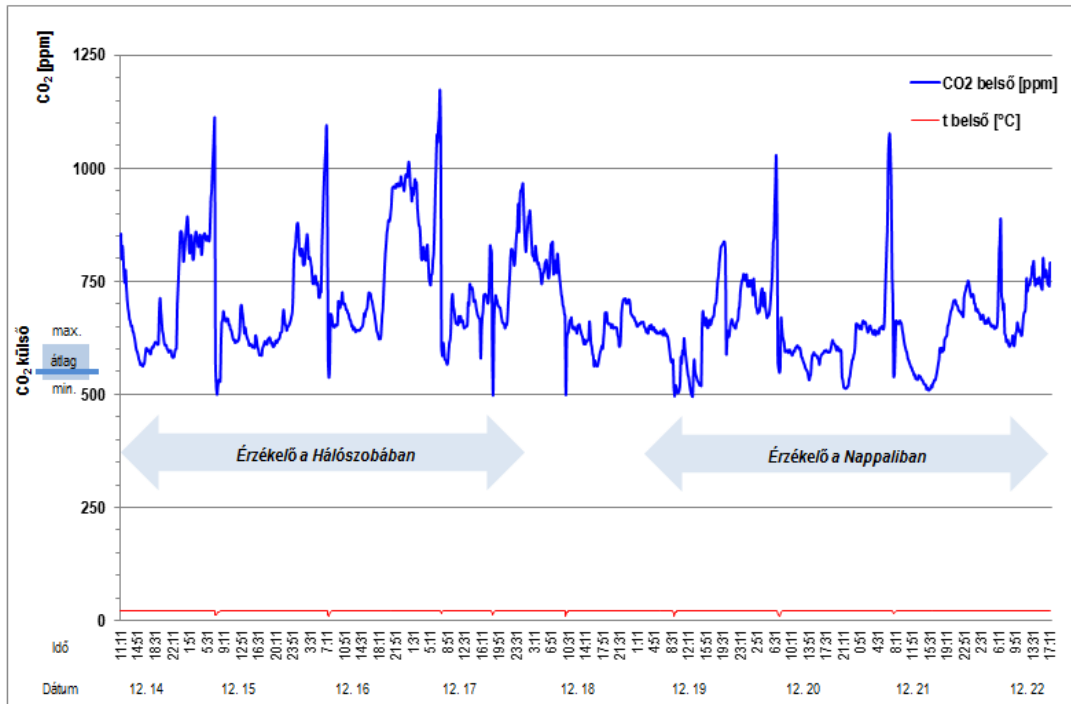
Van olyan elkészült ház is Budapesten, ahol már két évben is tudtam helyszíni méréseket végezni lakott körülmények, valódi lakáshasználat mellett (8. ábra).





8. ábra Budapesti mintaprojekt: sematikus szellőzési terv és az elkészült épület

A FluctuVent szellőző berendezés megépítése a falazatba integrált szellőzőkürtőkkel egyszerűen, gyorsan és olcsón történt a mintaépületeknél is. A szellőzés az egészségügyi elvárásoknak teljesen megfelelő légcserét létesített a helyiségekben: a külső levegő átlagosan 550 ppm CO<sub>2</sub> koncentrációja mellett a belső 688 ppm volt egy 8 napos mérés átlagában. A maximum az 1000 ppm-et csak percekre lépte túl, miközben az előírt minimum érték 1500 ppm (9. ábra).



9. ábra Budapesti mintaprojekt: a CO<sub>2</sub> koncentráció változása

Télen a szellőzés a páralecsapódás elkerüléséhez szükséges mértékben csökkentette a belső levegő nedvességtartalmát. 75-85 % hatásfokú hővisszanyerést valósított meg, ami például 22 °C belső és

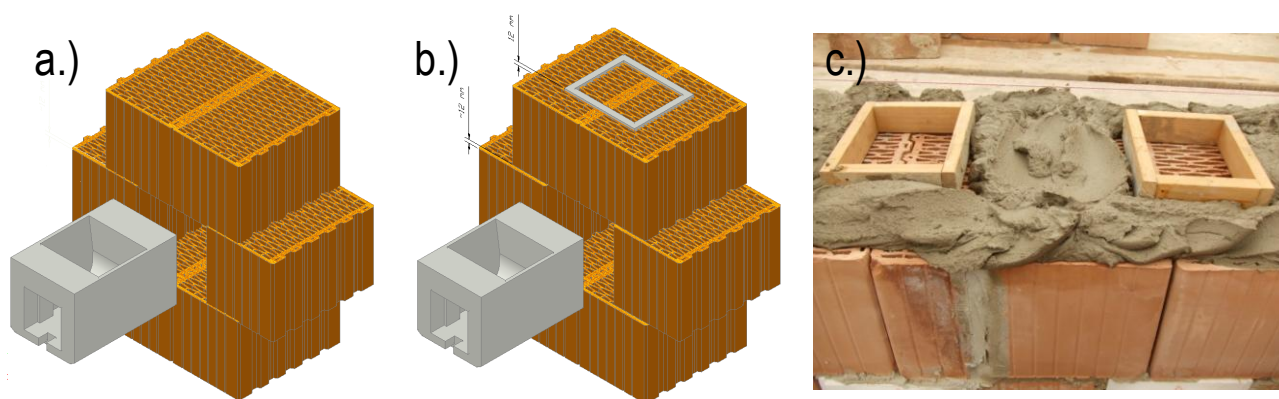


0 °C külső hőmérséklet esetén 16.5-18.7 °C közötti átlagos befűvási hőmérsékletet jelent, de ez gyorsan elkeveredik a belső levegővel és huzatot sem okoz. A szellőzés igen csendesen működik: legfeljebb 1 dB(A) hangnyomásszint-növekedést okozott a lakóterekben a légrácsoktól 1.5 m-re, ami emberi füllel teljesen észrevehetetlen. A lakáshasználók legnagyobb előnyeként azt értékelték, hogy a lakásban mindig friss a levegő, egyszerűen nem érzik szükségét az ablaknyitós szellőztetésnek.

Az építészek általában igen nagyra értékelik, hogy a FluctuVent szellőzés sem a helyiségben, sem a lakásban nem foglal el hasznos helyet, nem kell a méretes szellőzőgépnek helyet biztosítani, vagy például a légszűrőket elrejtetni, álmennyezetbe dugni, mert légszűrők egyszerűen nem is léteznek.

A szellőző berendezés üzeméből jelentős fűtőteljesítmény-, energia-, energiahordozó- és költségmegtakarítást származik. Az energia-megtakarítás értéke  $4 \times 4 \times 2.5 = 40 \text{ m}^3$ -es átlagos méretű helyiségenként fajlagosan  $>25 \text{ kWh/m}^2$ , ami legalább évi  $50 \text{ m}^3$  földgáz megtakarításával egyenértékű. A szellőzés működése által megtakarított fűtőenergia több mint 10-szerese a működtetéséhez felhasználnak, ami kivételesen jó érték.

Szeretnék végezetül néhány szót a FluctuVent szellőző rendszer építéstechnikájáról is szólni. A falazásnál csak a kürtőelemek későbbi elhelyezése számára szükséges téglahelyeket kell kihagyni (általában a 2. és a 10. téglasorokban), ügyelve, hogy azok függőlegesen pontosan egymás alatt/felett helyezkedjenek el. A 10. ábra a csiszolt és a hagyományos téglával készült falazást is bemutatja, ez utóbbinál a szellőző kürtő kialakításához habarcskirekesztésre egy EPS150 polisztirollhabból készült bennmaradó, illetve például fából készült, többször használatos sablont lehet alkalmazni.



10. ábra Szellőző kürtő kialakítása: a.) csiszolt téglafalazat b.) hagyományos téglafalazat, bennmaradó EPS kirekesztő sablon, c.) hagyományos téglafalazat, többször használható fasablon

A szintén EPS150 anyagú alsó-felső kürtőelemek csak a külső-belső vakolás előtt kerülnek a helyükre, ékekkel majd purhabbal rögzítve. A vakolásnál a kürtőelemek nyílásait vakdugó védi az eltömődéstől.

Ezt megelőzően el kell készíteni a villamos vezetékeztést: a működtetésre 3 eres MT kábel, a vezérléshez pedig 8 eres fali UTP kábel szolgál, célszerűen védőcsőben, a külső falsíkon kialakított falhoronyban vezetve. A külső-belső festés után kerülhet sor a légrácsok beépítőkereteinek



felszerelésére, ezek rögzítéséhez a kürtőelemekben előre elhelyezett dübelek találhatók. Az előszerelt kettős ventilátoregységet behelyezzük az alsó kürtőelemekbe, majd villamos bekötésük és az épületenkénti két hőérzékelő modul bekötése után lehet a légszűrőket elhelyezni és a légrácsokat helyükre pattintani. A légszűrők belül G2 fokozatúak (mint például a fan-coil szűrők), kívül pedig szintén G2 (vagy igény szerint G4 pollenszűrő minőségűek), cserélhető kivitelűek. A kábelek központi vezérlő egységbe történő bekötése után a szellőző rendszer üzemkés.

Az egyik hőérzékelő modul helyettesíthető egy kombinált hőérzékelő/páratartalom érzékelő modullal, ami télen, kis belső nedvességterhelés esetén különösen energiatakarékos üzemet biztosíthat a ventilátorok PWM technológiájú fordulatszám szabályozásával (szükség szerinti csökkentésével). A teljesen automatikus üzemet biztosító vezérlés természetesen mindenkor lehetővé teszi a tetszőleges kézi üzemmód beállítását. Egyéb hasznos funkciói között megemlítem a beállítások parametrizálhatóságát, hogy folyamatosan kijelzi a legfontosabb működési paramétereket ( $t_{\text{elszívás}}$ ,  $t_{\text{befűvés}}$ ,  $t_{\text{használt}}$ ,  $t_{\text{friss}}$ , PWM, üzemmód...), figyelmeztet a szűrőcsere szükségességére, jelzi a ventilátorok esetleges meghibásodását, vagy például abnormális hőmérséklet-emelkedés (feltehetően tűz) esetén vészjelzéssel leállítja a szellőzést.

Már készül az a fejlesztés, ami a helyiségenkénti egyedi páratartalom-szabályozást is lehetővé teszi, így az épület minden egyes helyiségében külön-külön a legnagyobb komfortot biztosítja a lehető legkevesebb energia felhasználásával.

A FluctuVent szellőző rendszert idén bemutattuk a Construma-Hungarotherm kiállításon, ahol sok szakmai és nem szakmai érdeklődőtől kaptam elismerő szavakat, jellemző volt a „Nagy ötlet, de kár, hogy nem én találtam ki!” típusú. Bár nem minden tekintetben vethető össze az ott nagy számban és változatosságban megjelent központi lakásszellőzőkkel (például kizárt a talajhő hasznosításának kapcsolt lehetősége...), de a belső levegőminőség szempontjából semmivel sem nyújt kevesebbet azoknál. Feltétlen előnye viszont velük szemben a minden szempontból tekintett egyszerűsége, és ennek következtében sokkal barátságosabb ára is – ami talán sok új épületnél teszi majd elérhetővé az energiatakarékos és komfortos szellőzés megvalósítását a sajnos még mindig nem felszálló ágban lévő lakásipiacon. Jelenleg a sorozatgyártás előkészületei folynak és remélem, jövőre már széles körben az építkezők rendelkezésére tud állni a FluctuVent szellőző rendszer.

## Felhasznált szakirodalom

Csiha A. (2008). Új módszer a lakásszellőzésben: váltakozó áramlási irányú, decentralizált szellőző rendszer regeneratív hővisszanyeréssel, Proceedings of the “14th Building Services, Mechanical and Building Industry days”, Debrecen, Hungary, p.135-143.

Csiha A. (2011). Hővisszanyerős lakásszellőzés – teljesen másként, Magyar Építéstechnika, No. 7-8., p.2-6.

Austrotherm Akadémia: Pára a falban, <http://www.austrothermakademia.hu/1.-szemeszter/para-a-falban.html>

Szánthó Z. – Chappon M. – Elekes L. (2007). Lakott családi ház légforgalmának méréses ellenőrzése, Magyar Épületgépészet, No. 11, p.7-11.

<http://www.inventer.de>

<http://mmk.hu/wp-content/uploads/2011/03/Épszerk-követelmények.pdf>

[http://mmk.hu/wp-content/uploads/2011/05/Épgép\\_követelmények\\_0513.pdf](http://mmk.hu/wp-content/uploads/2011/05/Épgép_követelmények_0513.pdf)

Dobos Gy. (2011). Lakásszellőzés, Szakdolgozat, DE MK Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék