



Hővisszanyerő szellőzés másképpen:
FluctuVent a szellőző téglá

Csiha András

ügyvezető, épületgépész mérnök, ny. főiskolai docens

ETÜD+ Mérnökiroda és Kereskedelmi Bt, Debrecen

www.etudbt.hu, etudbt@etudbt.hu

Nem vagyunk szakbarbárok, kezdjük egy kis verstani alapkurzussal:

Limerick

„A limerick – magyarosan limerik – ötsoros, humoros s gyakran erotikus angol versforma.

Rímképlete: **aabba**, a bb sorok mindig rövidebbek.

Az első sor végén lehetőleg valamilyen személynév vagy helynév áll.

Ritmusa általában jambikus, de sokszor szöktetett jambusokkal vagy anapestusokkal gyorsul fel.”

A limerick

- rendkívül tömör,
- rendkívül bájos,
- rendkívül bárgyú,
- rendkívül idegesítő...

Egyik ismert magyar nagymestere Faludy György volt.

Bármilyen meglepőnek tűnik is, de született építészeti-épületgépészeti tárgyú, témánkba vágó limerik is.

Az ablak szerepe – „építész limerik”-be foglalva:

Van egy hely, úgy hívják: Nagylak.

Házain nincsenek ablak.

Fűtési szezonban

ebből csak haszon van –

így írta tegnap egy szaklap.

Imreh András: „Magyar badar, 300 limerik”
Európa Könyvkiadó, 2002.

Az ablak szerepe – szakmai szempontok:

- külső-belső tér elhatárolása (védelem esőtől, hőtől, széltől, naptól...),
- bevilágítás (fény, kilátás, napsugárzás télen-nyáron),

- **szellőzés**

- **spontán**

- régi, hagyományos ablakok résein történő ~1...1.5-szeres légcseré **zárt állapotban**,

- modern, fokozott légzárású ablakok esetén ez a légcseré ~0**

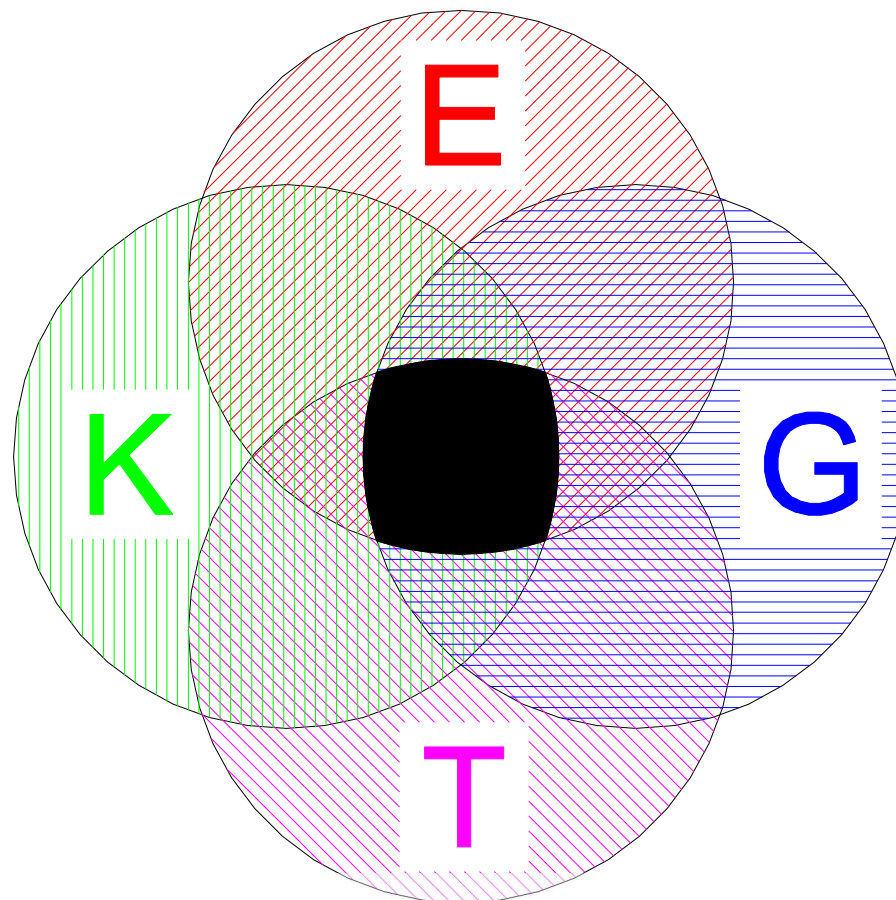
- **akaratlagos**

- ablaknyitással történő szellőztetés, ma már **nem lehet csak erre bízni a megfelelő légcserét**

A szellőzés szerepe fontos a **komfort** biztosításában:

- friss, tiszta levegő az embereknek (és/vagy technológiának),
- fűtés/hűtés/klimatizálás – hőkomfort biztosítása,
- a használat során keletkező szennyező anyagok eltávolítása.

(Pénz ⇒) Energia ⇒ Komfort



Fenntartható fejlődés!

Büki Gergely: Energetika (1. ábra után, szabadon)

⇔ Energetika ⇔ Környezet ⇔ Gazdaság ⇔ Társadalom ⇔

A jó szellőzés kialakításának alapvető szempontjai:

- OTT,
- AKKOR,
- ANNYIT,
- ÚGY

szellőztetni, amennyi szükséges és elégséges.

A szellőzés fontos szerepe a **komfort** biztosításában:

- friss, tiszta levegő az embereknek (és/vagy technológiának),
- fűtés-hűtés-klimatizálás – hőkomfort biztosítása,
- **a használat során keletkező szennyező anyagok eltávolítása.**

A fontosabb légszennyező anyagok:

- por, CO₂, CO, szagok, dohányfüst, oldószerek gőzei, radon...
- **vízgőz (vízpára)**

A vízgőz keletkezése = f(emberi tevékenység)

- **kipárolgás**, kilégzés,
- főzés, mosogatás, mosás,
- mosakodás, fürdés, zuhanyozás,
- takarítás: felmosás, nedves feltörítés,
- viráglocsolás...

Egy 4 fős család 1 napi nedvességtermelése
(állandó jelenlét, átlagos körülmények)

Forrás	g/h,fő	l/nap,fő	l/nap,család
Emberi kipárolgás	~55	1.32	5.3
Emberi kilégzés	~6	0.14	0.6
Összesen		1.46	5.9
Egyéb			0...4.0
		Mindösszesen	~6...10

A feladat ennek az eltávolítása ⇒ **SZELLŐZTETÉS!!!**

Hogyan távozhat el a pára a lakásokból?

- ~~spontán szellőzéssel (a nyílászárók résein keresztül),~~
- ~~ablaknyitással történő szellőztetés,~~
- páradiffúzióval a határoló szerkezeteken (fal, födém) keresztül
 - a $\Delta p_{\text{vízgőz}}$ párányomás-különbség hatására történik, ami a $\Delta t = t_{\text{belső}} - t_{\text{külső}}$, vagyis a külső-belső hőmérsékletek különbségének a függvénye,
 - függ a határoló szerkezetek páraáteresztő képességétől,
 - mértéke elhanyagolható más módokhoz képest.
- mesterséges szellőztetéssel:
 - szabályozott mechanikus szellőzés (ventilátorral),
 - lehetőleg jó hatásfokú hővisszanyeréssel.

A határoló szerkezet szerepe és súlya a páraáramlásban

<http://www.austrothermakademia.hu/1.-szemeszter/para-a-falban.html?page=1>

Határoló szerkezet			
Hagyományos	Fal, födém	Ablak	Hagyományos
	- kisméretű téglá - üreges B30 téglá	- gerébtokos - Tessauer	
1...3%		97...99%	
Részaránya a páraáramban			



A határoló szerkezet szerepe és súlya a páraáramlásban

<http://www.austrothermakademia.hu/1.-szemeszter/para-a-falban.html?page=1>

Határoló szerkezet			
Hagyományos	Fal, födém	Ablak	Hagyományos
	- kisméretű téglá - üreges B30 téglá	- gerébtokos - Tessauer	
1...3%		97...99%	
Részaránya a páraáramban			

Határoló szerkezet			
Szűles hőszigetelés	Fal, födém	Ablak	Hagyományos
	- ásványgyapot - üvegyapot	- gerébtokos - Tessauer	
1...3%		97...99%	
Részaránya a páraáramban			



Határoló szerkezet			
Zárt cellás hőszigetelés	Fal, födém	Ablak	Hagyományos
	- EPS (polisztirol hab) - PUR-hab	- gerébtokos - Tessauer	
0...2%		98...100%	
Részaránya a páraáramban			

Határoló szerkezet			
Hagyományos v. hőszigetelt	Fal, födém	Ablak (légzáró)	Fokozott légzárású
	- teljesen mindegy milyen szerkezet!	- hőszigetelő üveg - tok, keret: műanyag...	
100% ?!		~0%	
Részaránya a páraáramban			



A szellőzésre vonatkozó előírás, MSZ-CR 1752:1998 (dohányzási tilalom, csak az emberi oxigénszükségletet figyelembe véve)

Iroda (1 fő, 14.3 m²), CO₂ alapján számolva

Kategória	l/s,m ²	m ³ /h,m ²	m ³ /h
A	0.7	2.52	36
B	0.5	1.8	26
C	0.3	1.08	15

Lakás, 1 fő, fejadaggal számolva

Kategória	l/s,fő	m ³ /h,fő	m ³ /h,1 fő
A	10	36	36
B	7	25.2	25
C	4	14.4	14

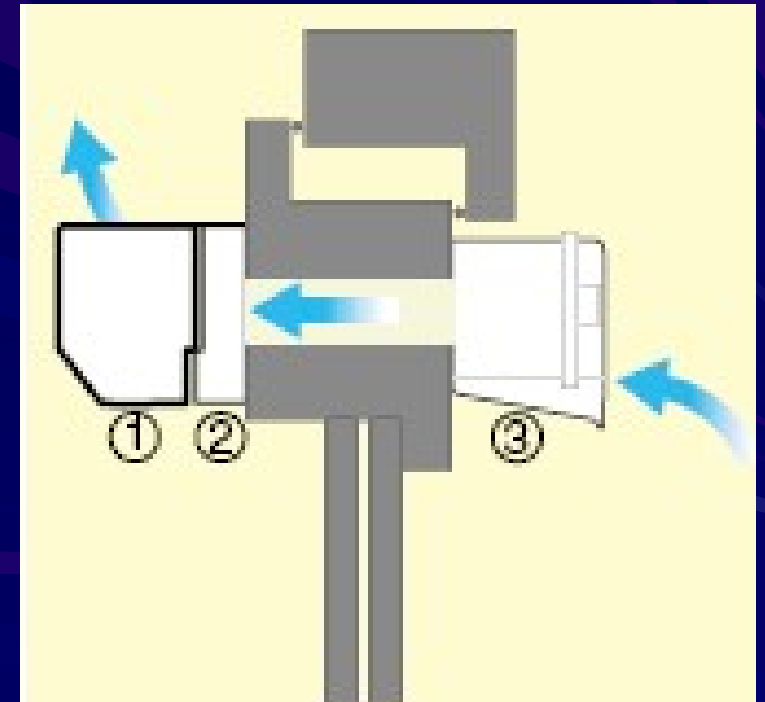
A fokozottan légtömör nyílászárók következménye, ha a megfelelő szellőzés más módon nem biztosított:

- páralecsapódás, penészképződés
- rossz belső levegő minőség: CO₂, szag...

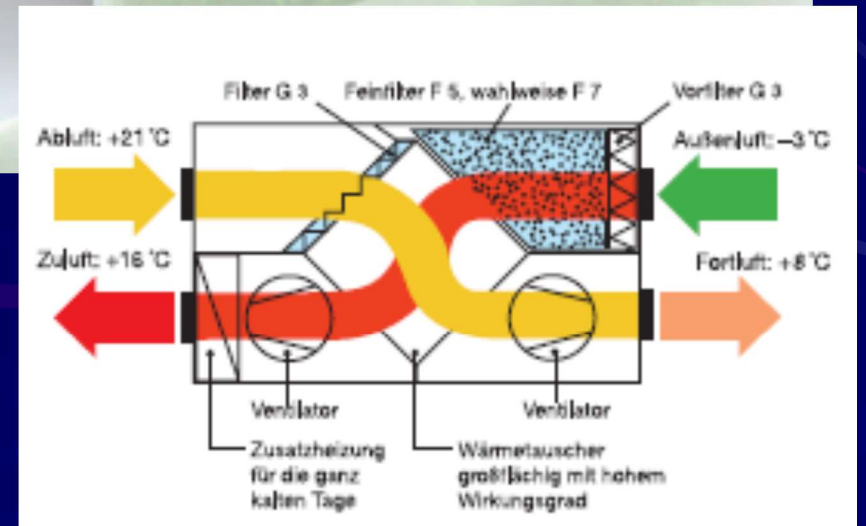


Szellőztetés, szellőztetés és még egyszer SZELLŐZTETÉS!

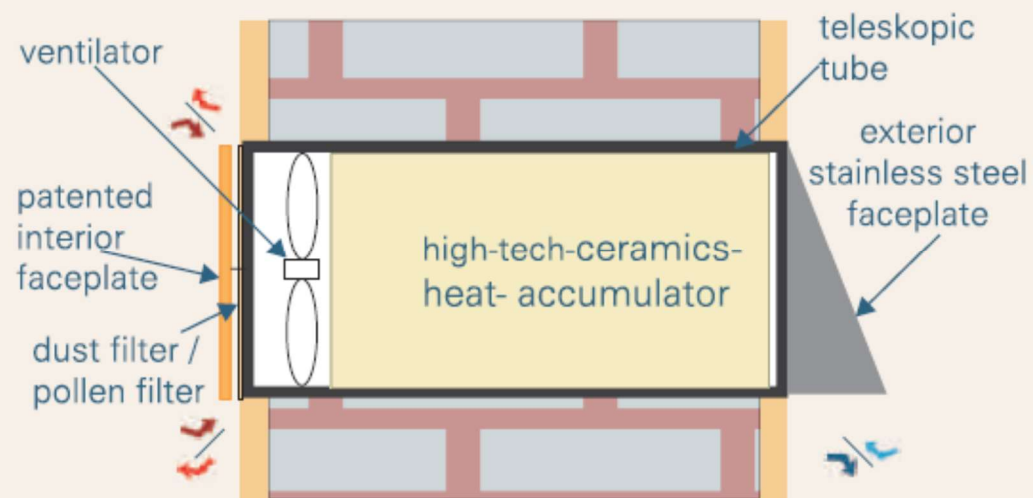
Lehetséges ismert megoldás 1: légbevezető használata

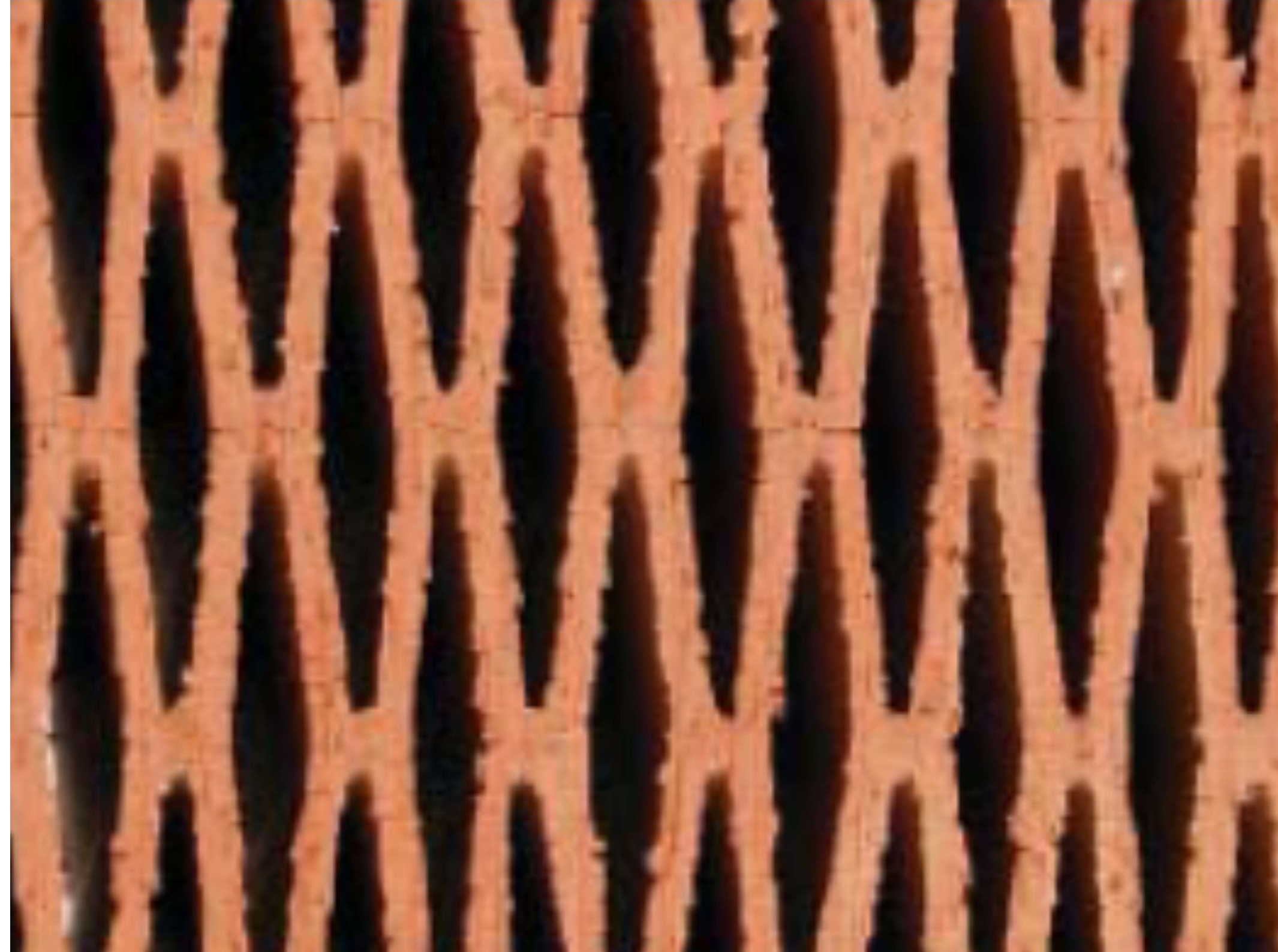


Lehetséges ismert megoldás 2: központi lakásszellőző



Lehetséges ismert megoldás 3: „inVENTer” szellőzés







A találmányom alapötlete:
az üreges téglá ideális **hőcserélő-hőtároló** elem,
ráadásul egyben **rejtett légcsatorna** is.



SZABADALMI LEÍRÁS (KIVONAT)

Váltakozó áramlási irányú, decentralizált, hővisszanyerős szellőztető berendezés

Feltaláló: Csiha András, Debrecen

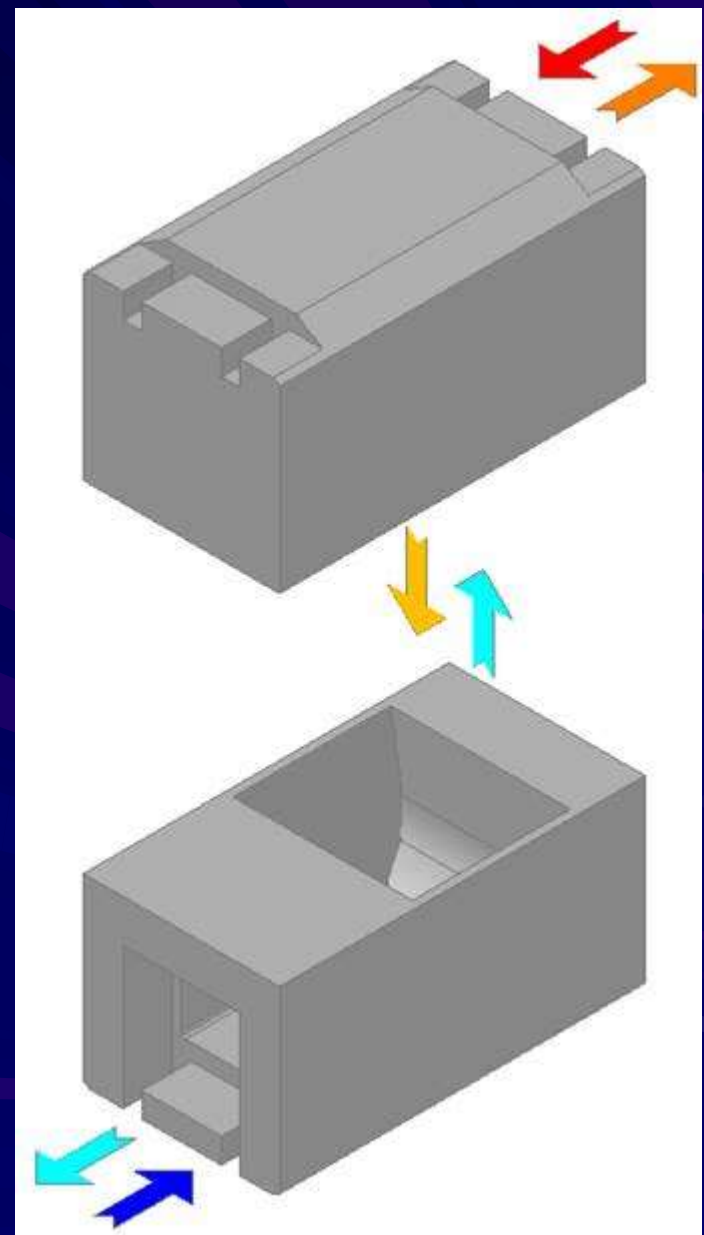
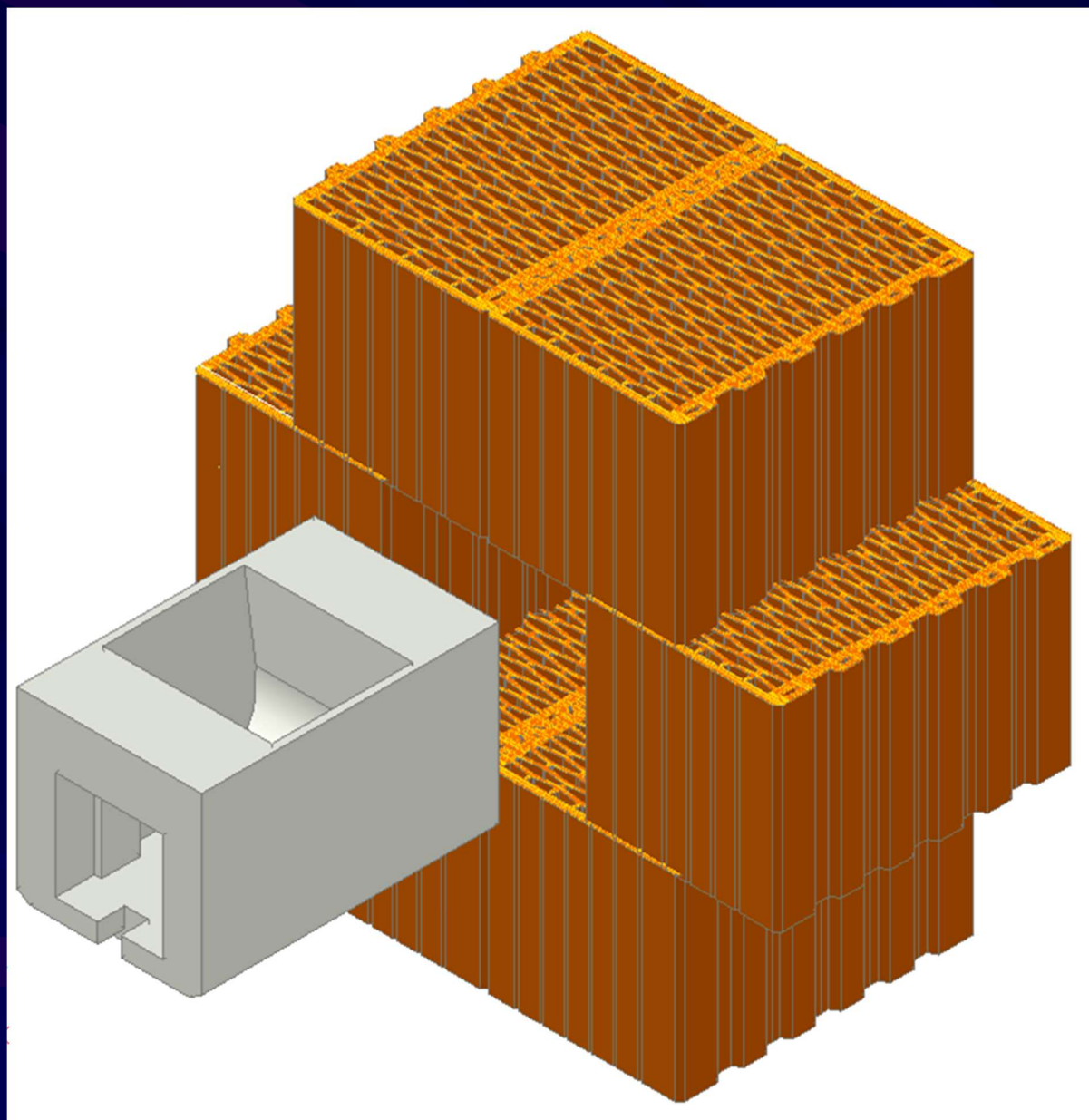
A bejelentés napja: 2008. 06. 02.

A találmány tárgya váltakozó áramlási irányú, decentralizált, hővisszanyerős szellőztető berendezés, különösen lakásszellőzés céljára, aminek két, időben váltakozóan befúvó és elszívó funkciójú szellőző kürtője van, melyek ellenfázisban üzemelnek. A szellőző kürtők a helyiség(ek) külső falának integráns részét képező, csak és kizárólag a normál falazat kialakításához is használt üreges kialakítású falazóelem(ek)ből (1) és ágyazó-kötő anyagból (2), valamint alsó kürtőelemből (3a) és felső kürtőelemből (3b) kialakítottak, s egyben regeneratív hőcserélő-hőtárolók is. A szellőző kürtőkben szabályozott működtetésű ventilátor(ok) (4) található(k), amik légáramlást biztosítanak váltakozóan a külső térből a helyiség(ek)be, illetve a helyiség(ek)ből a külső térbe légrácsokon (5) és szükség szerint légszűrő(kö)n (6) keresztül.

FluctuVent

Magyar szabadalmi lajstromszám: 227 348

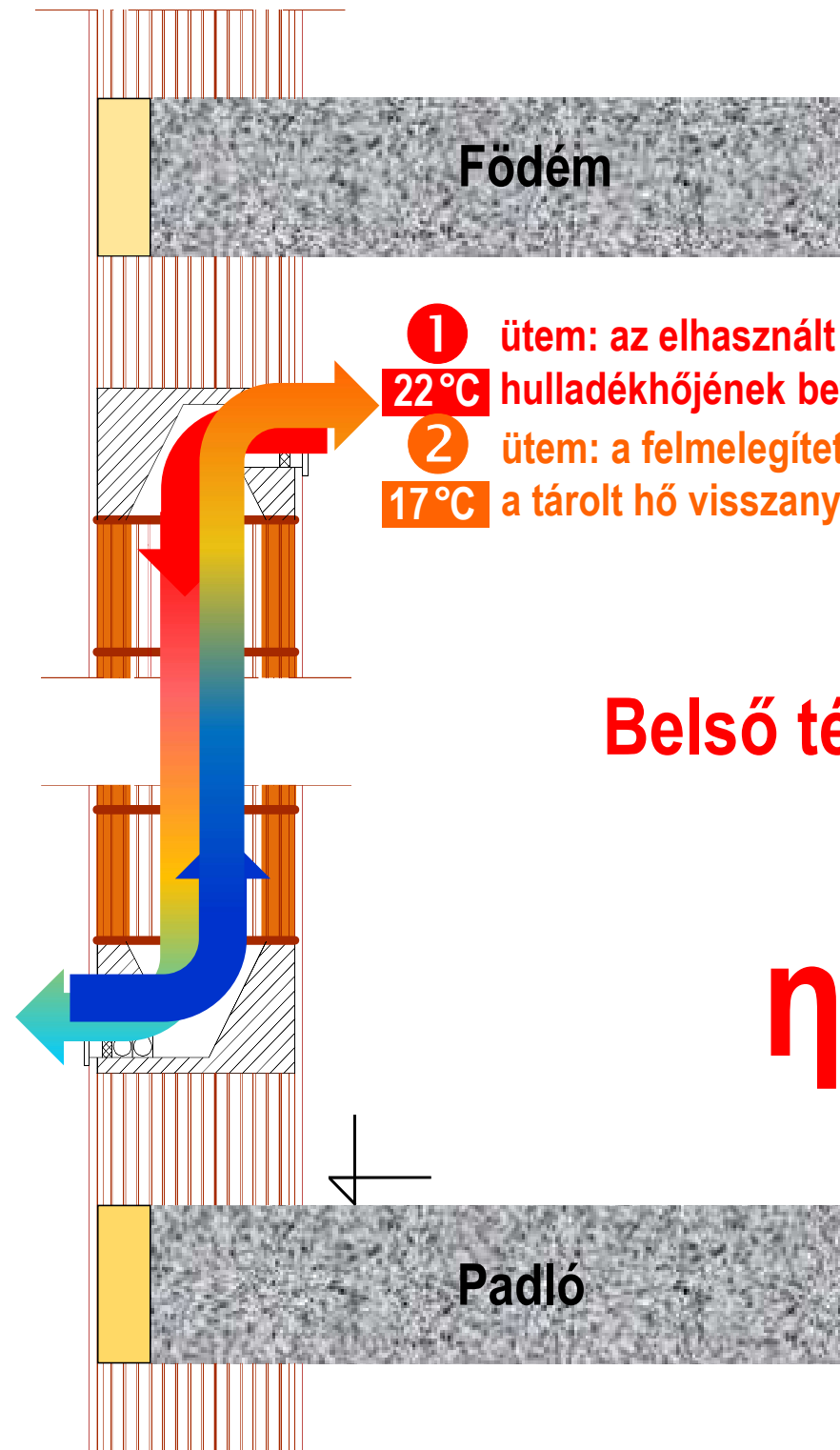
FluctuVent a szellőző téglá



A *FluctuVent* szellőzés elvi sémája télen

Külső tér

- 1 ütem: a lehűlt
3 °C levegő kifúvása
- 2 ütem: a friss, hideg
-2 °C levegő beszívása



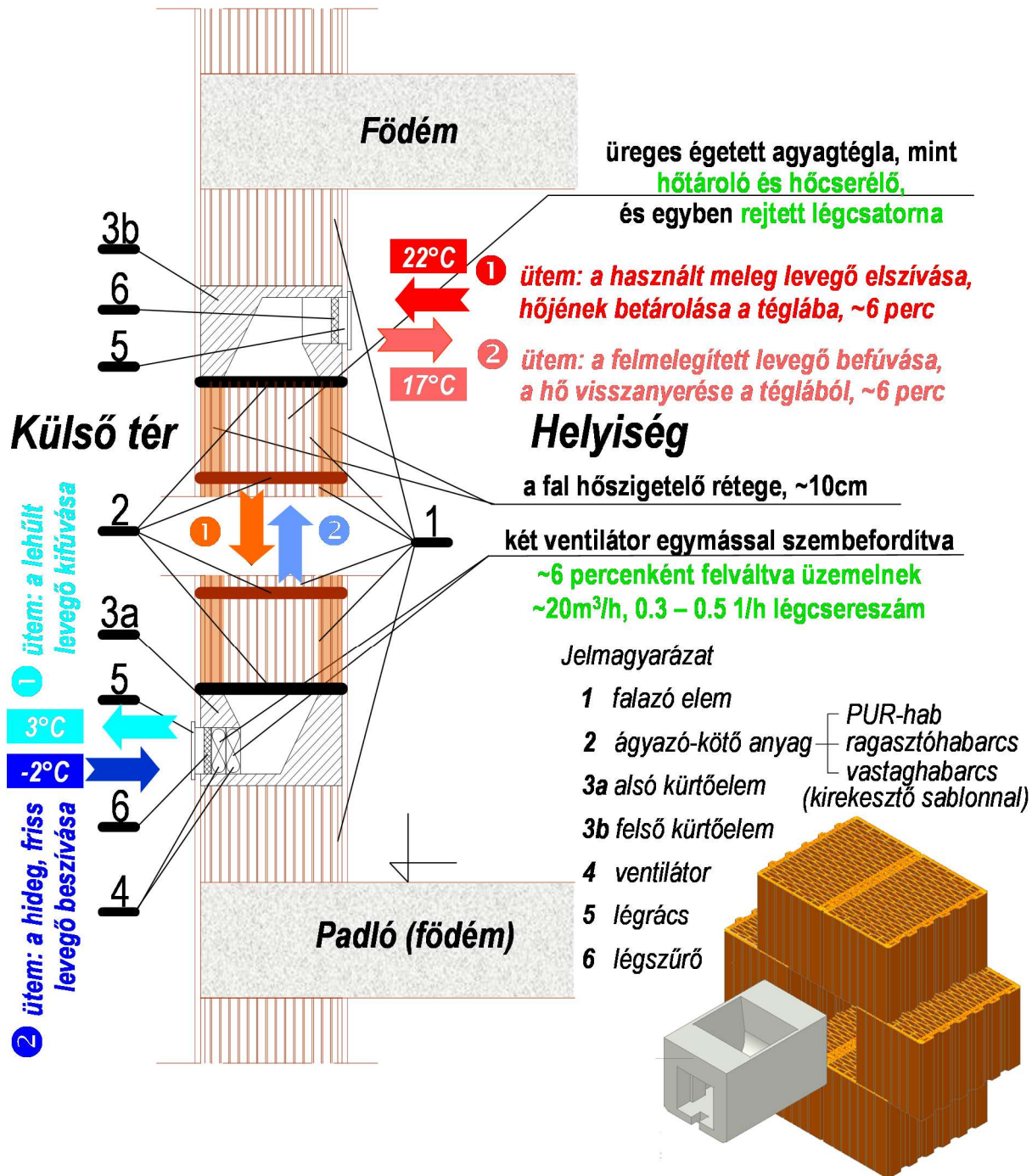
- 1 ütem: az elhasznált meleg levegő elszívása,
22 °C hulladékhőjének betárolása a téglába, ~6 perc
- 2 ütem: a felmelegített friss levegő befúvása,
17 °C a tárolt hő visszanyerése a téglából, ~6 perc

Belső tér

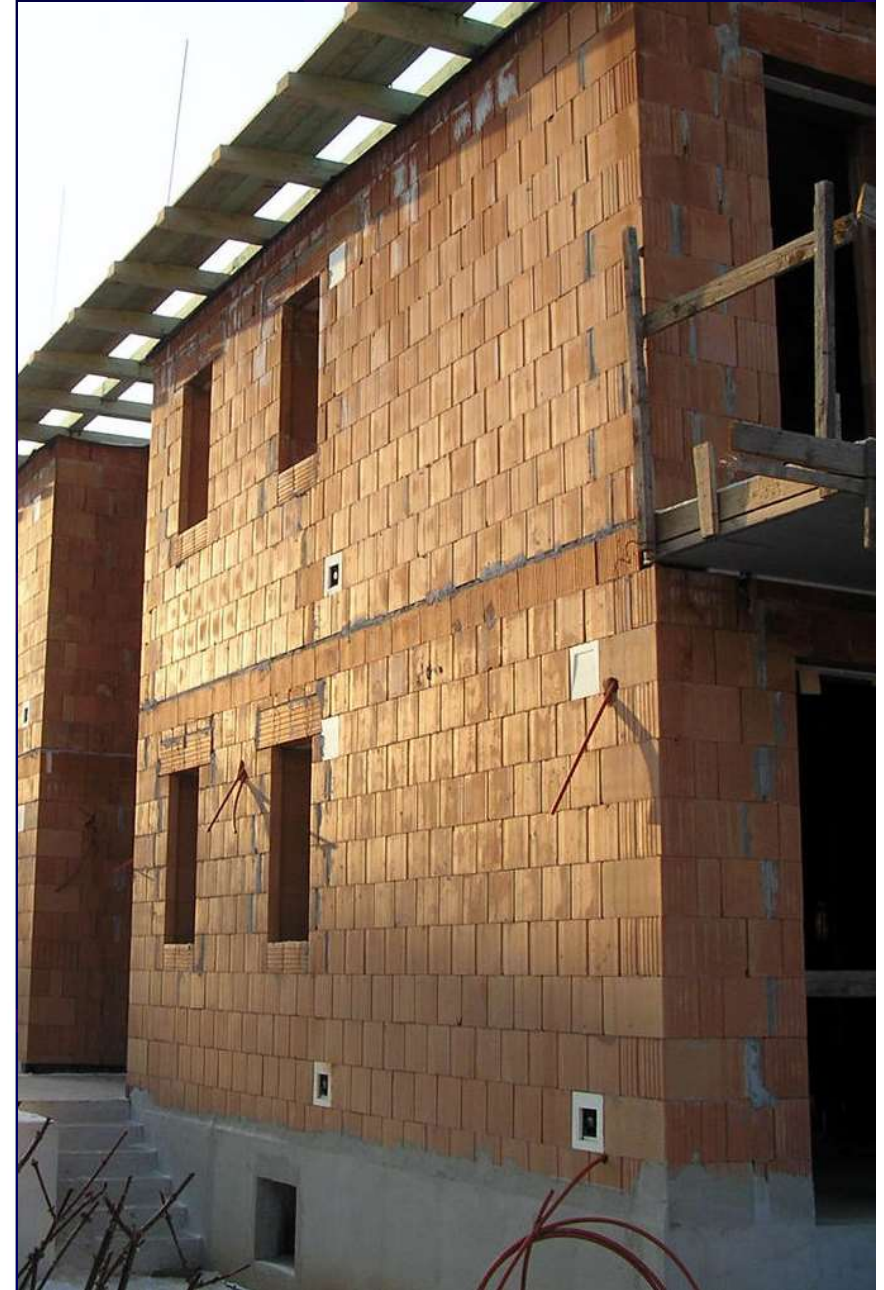
$$\eta > 75\%$$

A *FluctuVent* szellőző rendszer sémája, működése télen

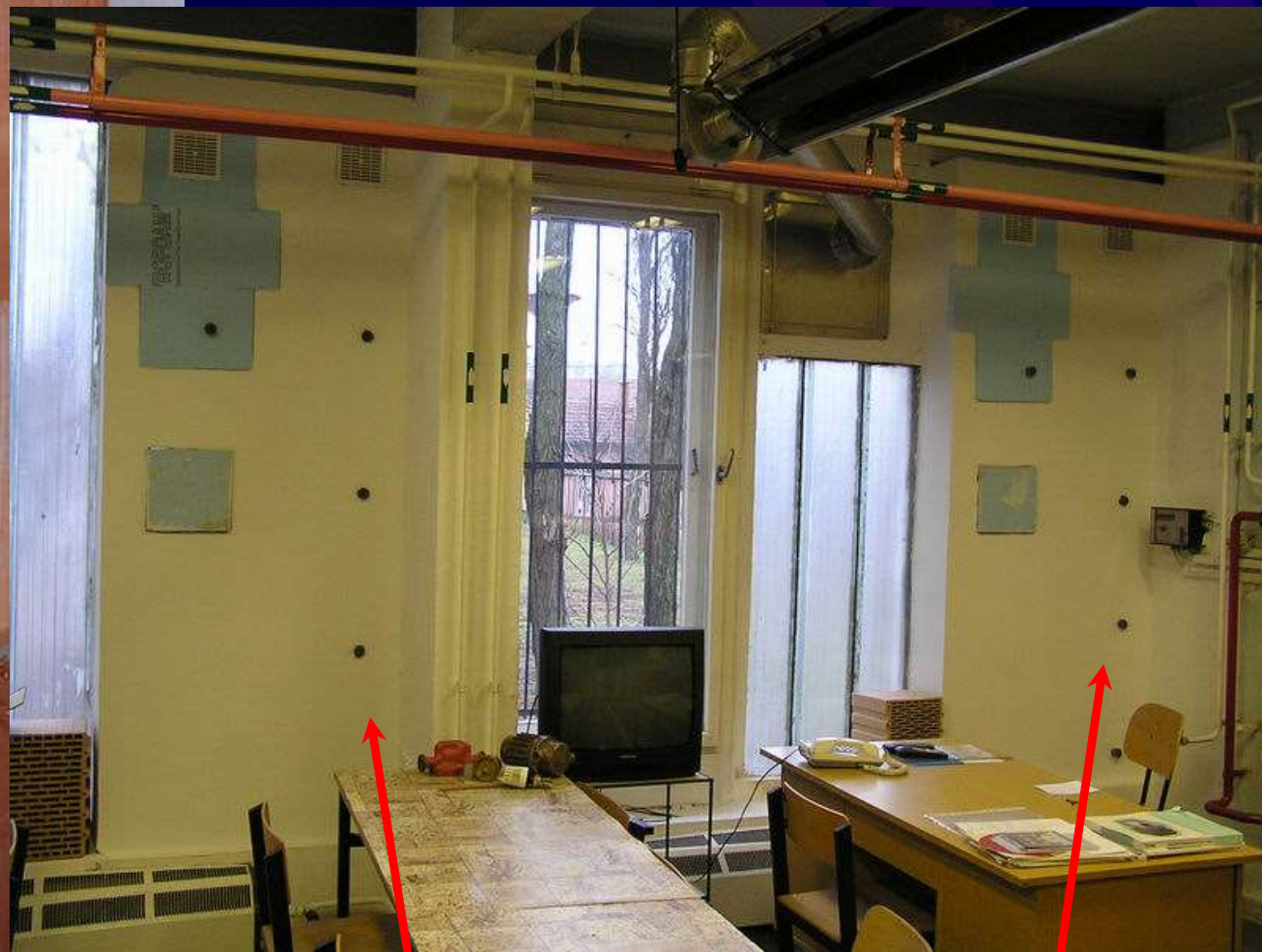
külső fal függőleges metszet, a helyiségenként párban elhelyezkedő, ellentétes fázisban működő szellőző kürtők egyikén keresztül



$\eta > 75\%$

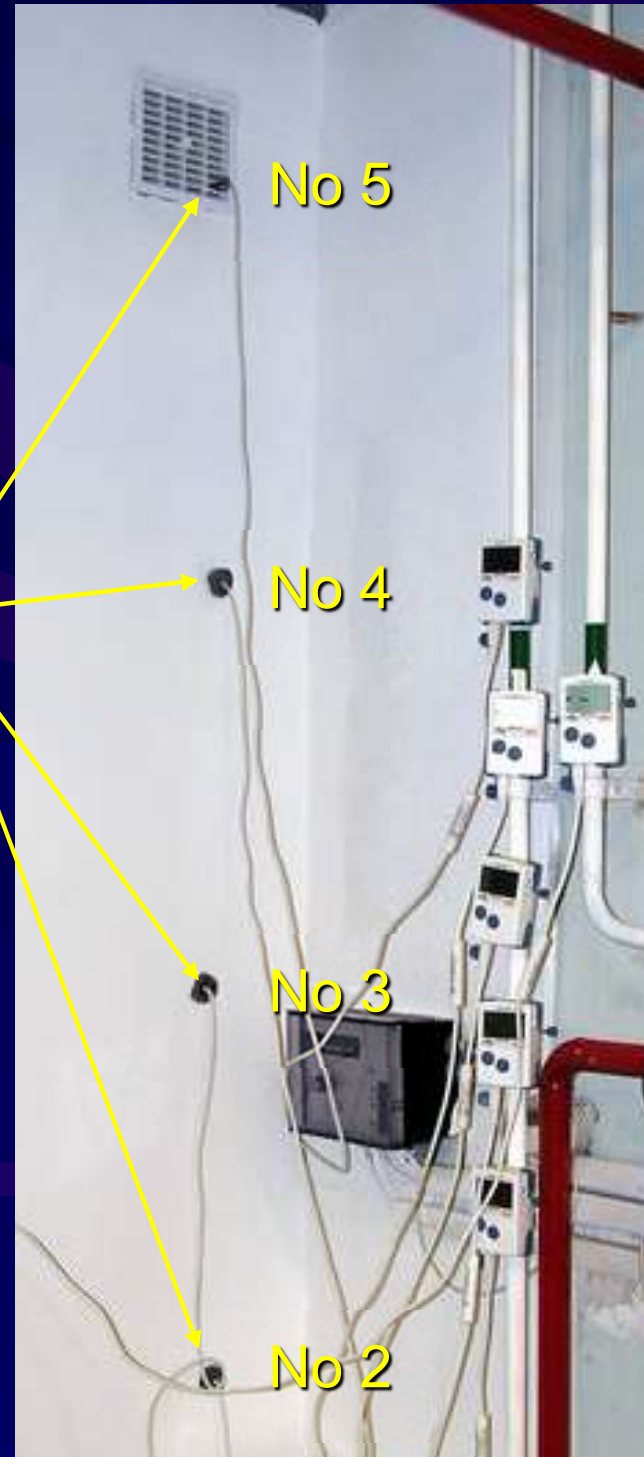


Az egyetemi laboratóriumban megépített téglakürtők



Hőmérséklet és páratartalom mérés adatgyűjtőkkel

Mérési pontok



No 5

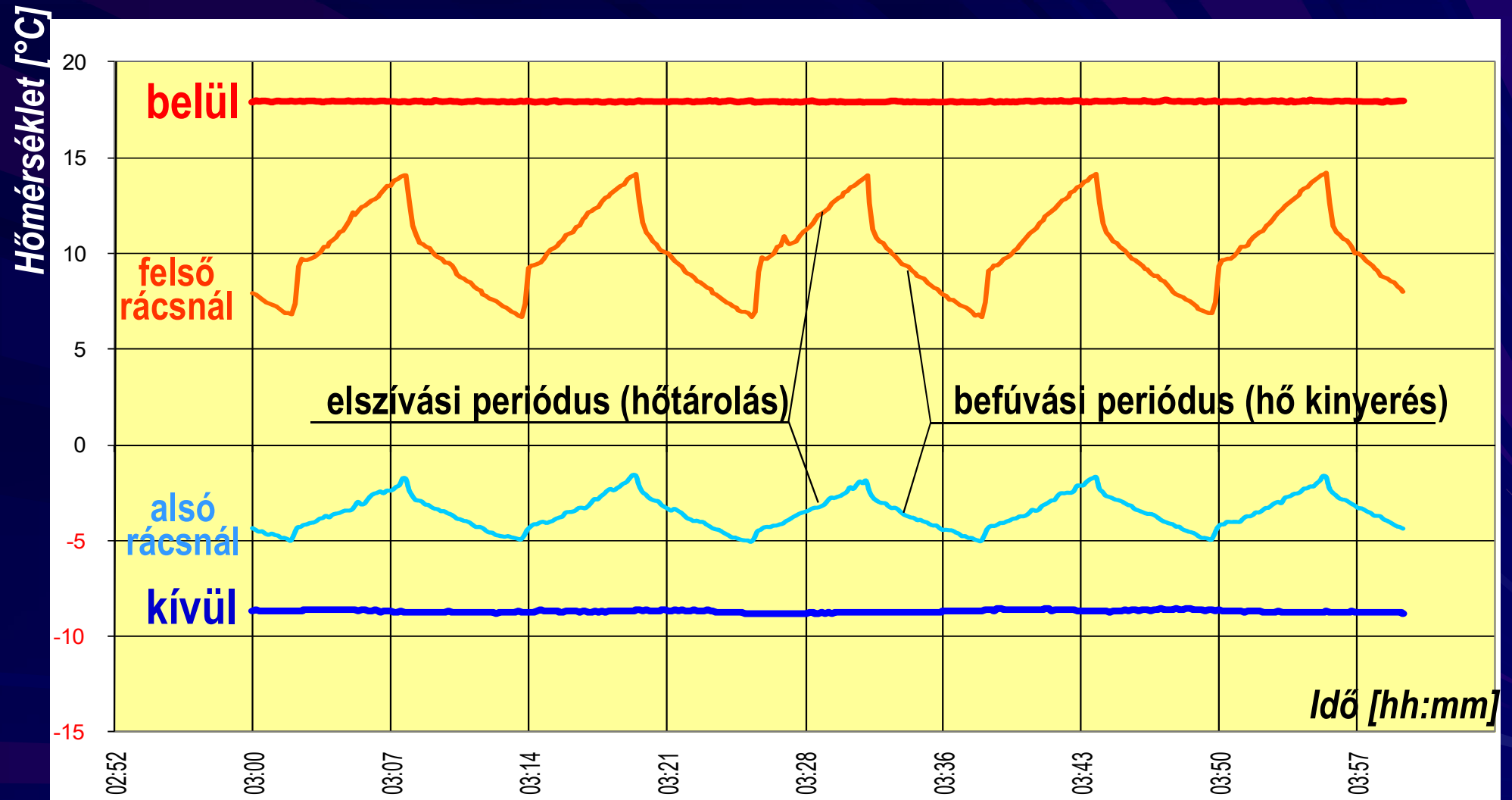
No 4

No 3

No 2

A *FluctuVent* szellőzés jellemző működése

irányváltási idő: ~6 min, átlagos hővisszanyerési hatásfok $\eta > 75\%$

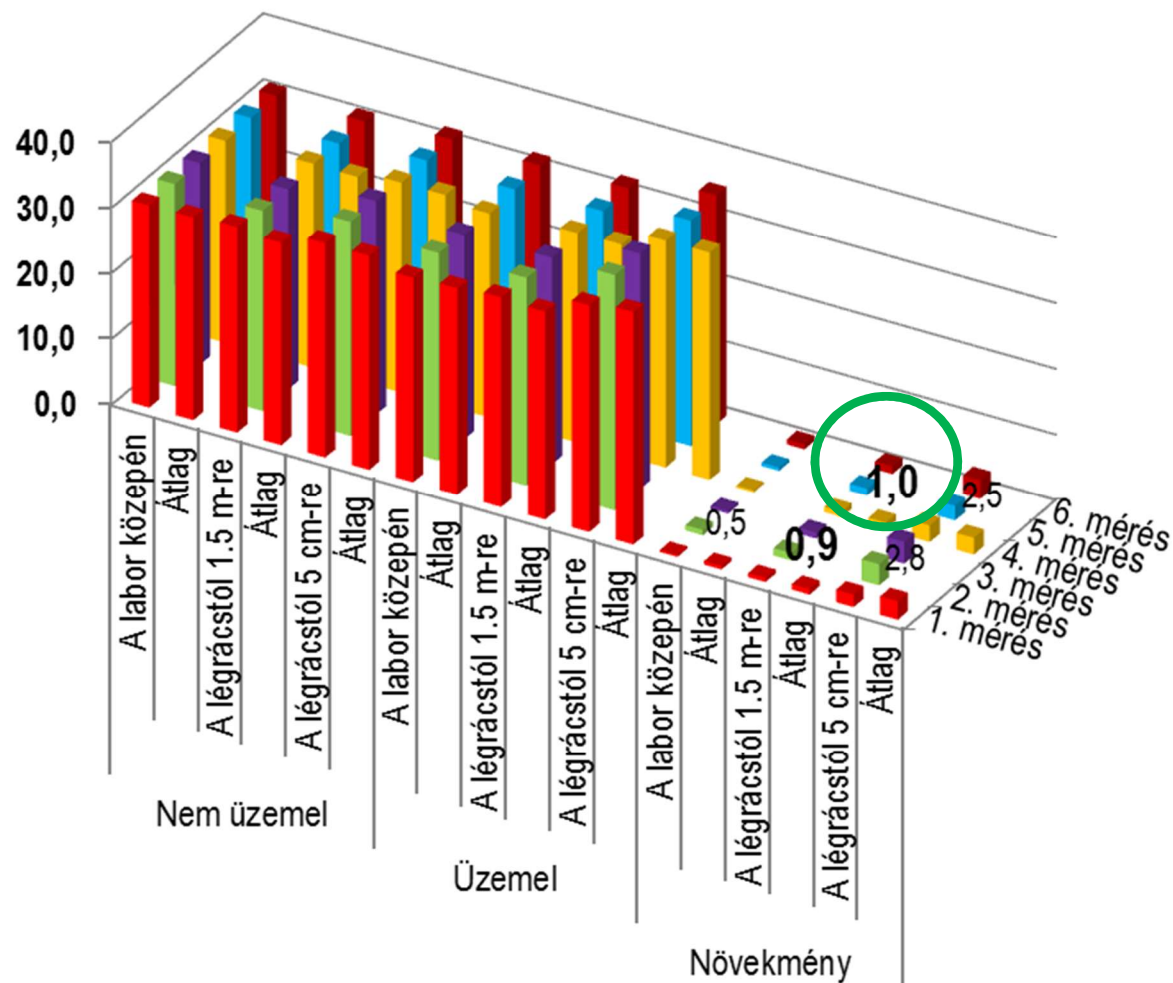


Az eddig leggyakrabban feltett kérdések:

- 1.) Nem túl zajos-e a szellőzés működése? ✓
- 2.) Nem alakulhat-e ki télen páralecsapódás a kürtőben? ✓

Arctic Cooling F12 PWM ventilátor

- fordulatszám: 300...1350 1/min
- légszállítás: szabadból szabadba, 125 m³/h
7 téglasoron át (~20 Pa): ~20 m³/h, 0.3...0.5 1/h
- hangosság szint: 0.5 Sone

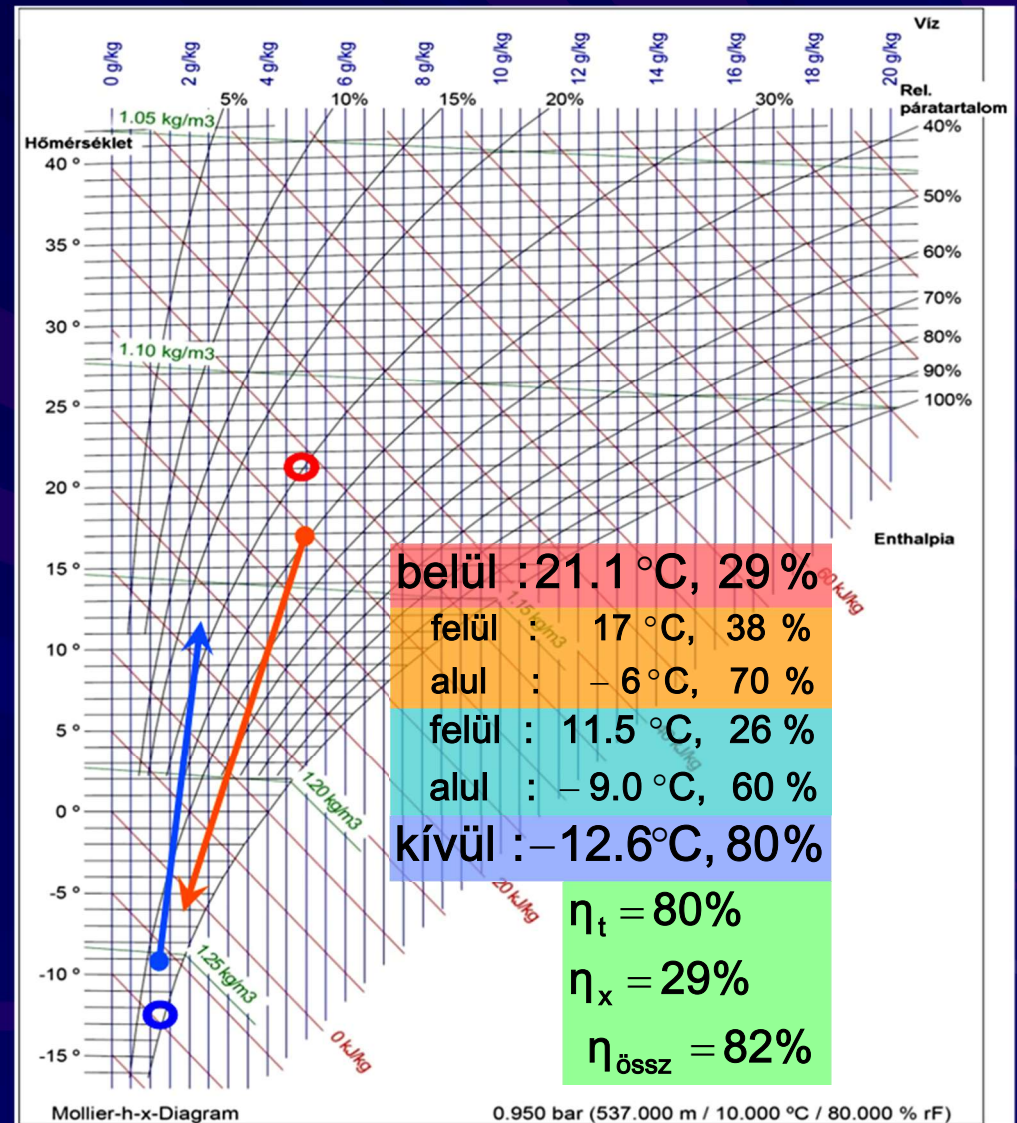
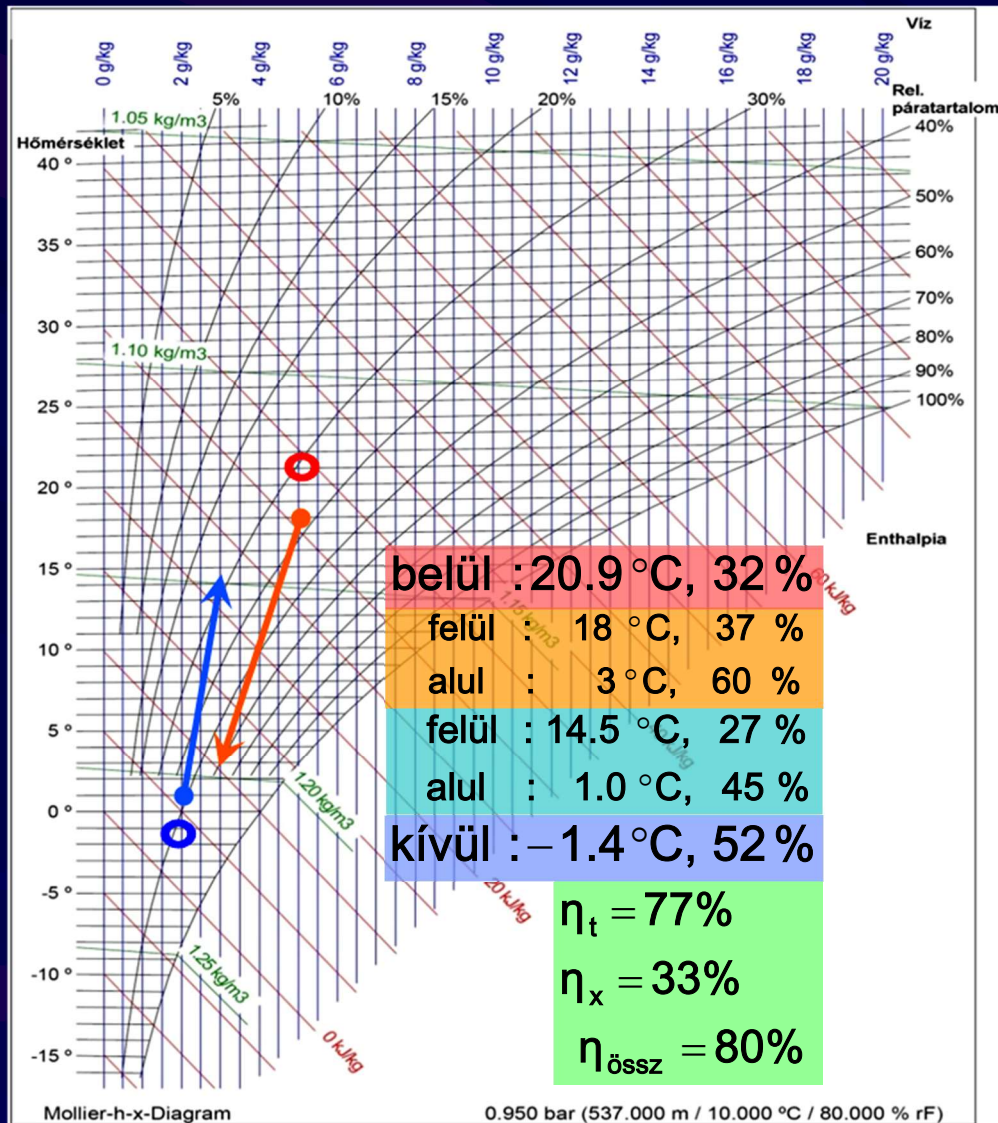


Mért hangnyomásszint növekmény: max. 1.0 dB(A)

(Dobos György: Lakásszellőzés, BSc szakdolgozat, 2011)

1.) zaj ✓

Téli állapotváltások a kürtőben (a budapesti mintaprojekt mérései)



hőcsere + nedvességcsere = entalpiacsere (jobb hatásfok és hőkomfort)

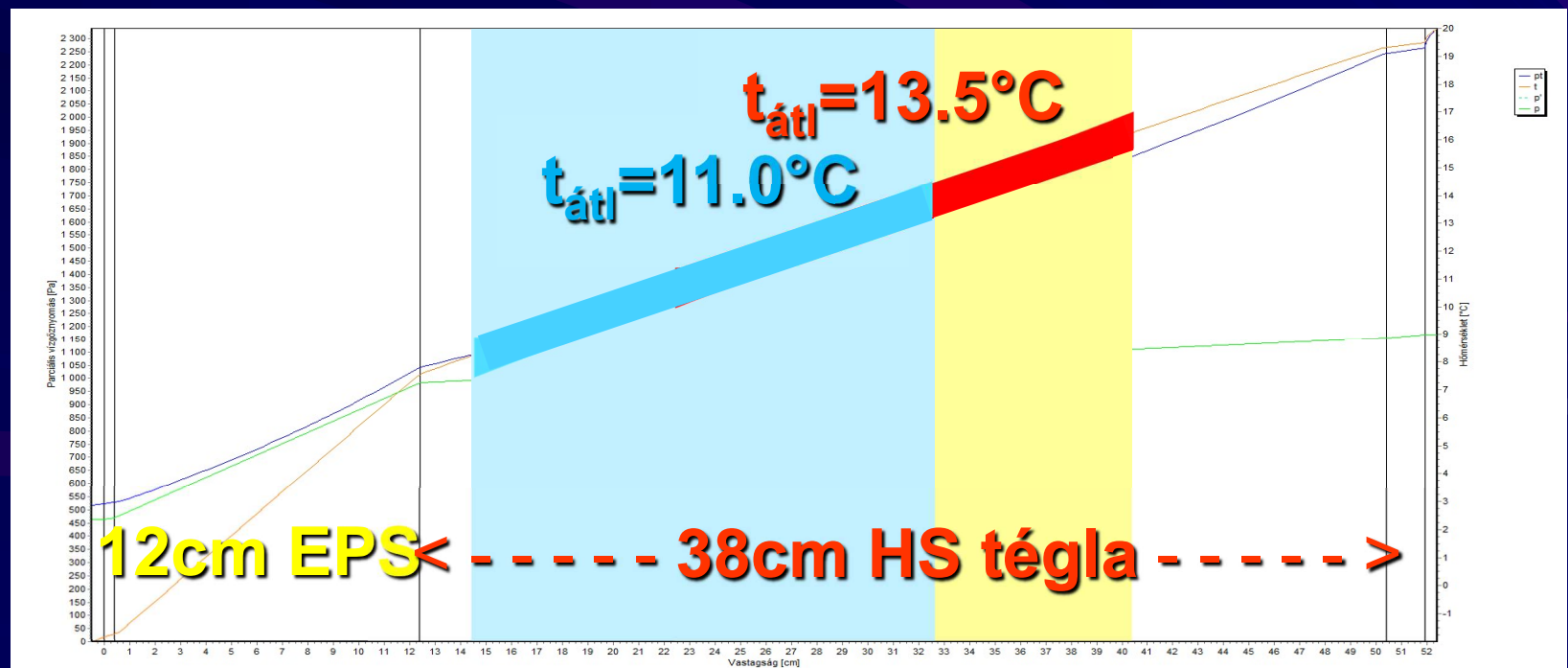
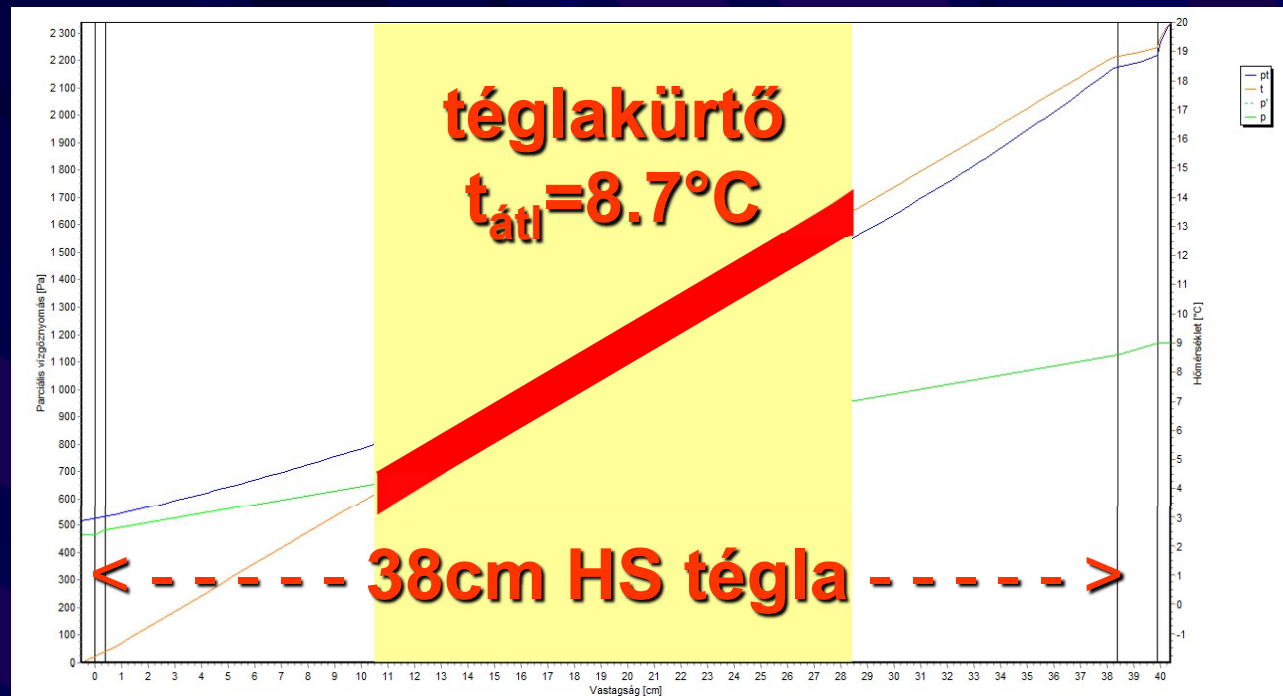
A páralecsapódás elkerülése a kürtőben viszonylag egyszerű számítási kérdés:

A külső és belső téli méretezési légállapotok (t és $RH\%$) figyelembe vételével meghatározható a külső oldali kürtőfal szükséges hővezetési ellenállása (anyaga, hővezetési tényezője, vastagsága).

Az elszívott távozó levegőből extrém körülmények esetén esetlegesen mégis kicsapódó minimális nedvességet a befúvási periódusban a száraz külső frisslevegő felveszi, és így visszajut a helyiségbe.

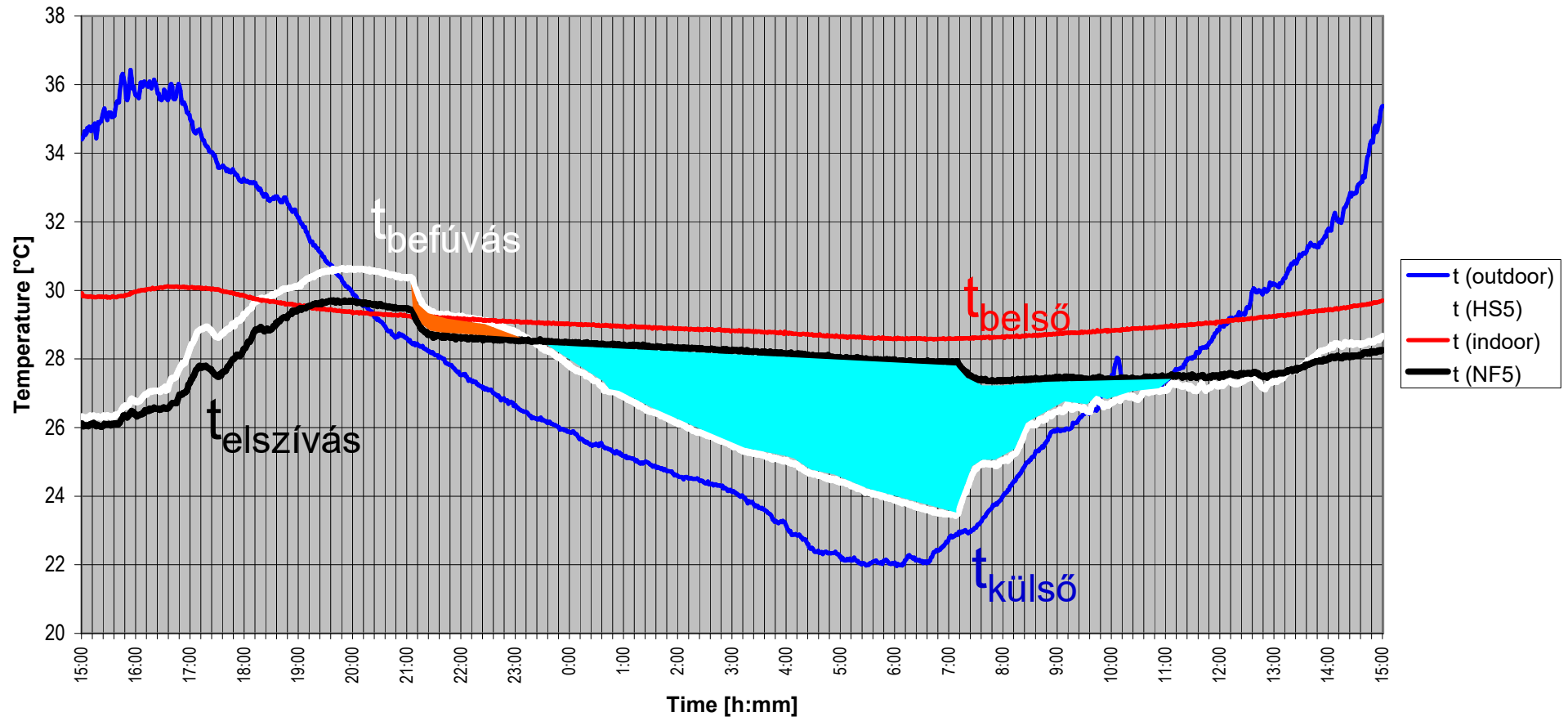
2.) kondenzáció a kürtőben ✓

A hőszigetelés hatása a *FluctuVent* szellőzőkürtő hővisszanyerési viszonyaira



Nyári éjszakai passzív hűtés („free cooling”) – nincs irányváltás

Temperature chart
Summer night, free cooling
2008.08.13. 15:00 - 2008.08.14. 15:00
Ventilation time: 21:05 - 7:05
Measurement interval: 1min



A télinél jóval kisebb hőmérséklet-különbségek és a rövidebb üzemidő miatt a hűtési megtakarítás a fűtésnek csak töredéke, 10...30-ad része lehet!

Mintaprojekt Debrecenben (csiszolt téгла, nem fejezték be)



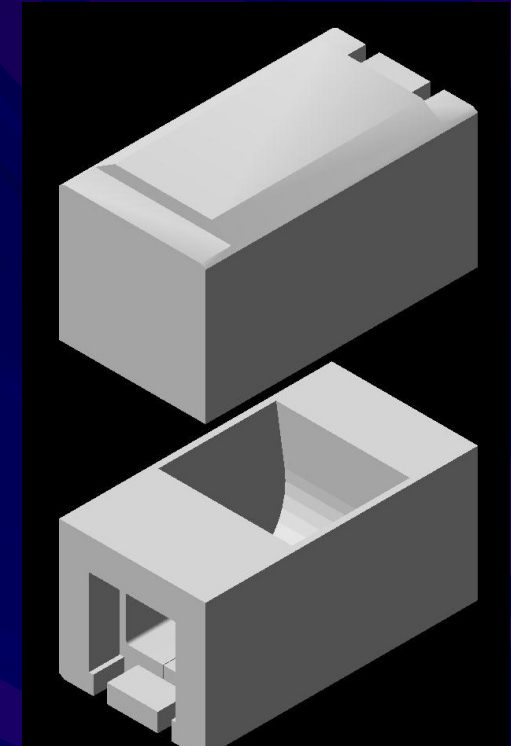
Budapest (befejezett, csiszolt téгла)



Biatorbágy (befejezett, csiszolt téglá)



Kecskemét (befejezett, hagyományos téгла)



Oroszlány (befejezett, csiszolt téгла)



Törökszentmiklós (hagyományos téгла, még épülő)



Budapest, Pestimre (befejezett, hagyományos téglá)



Budapest (Pestimre)



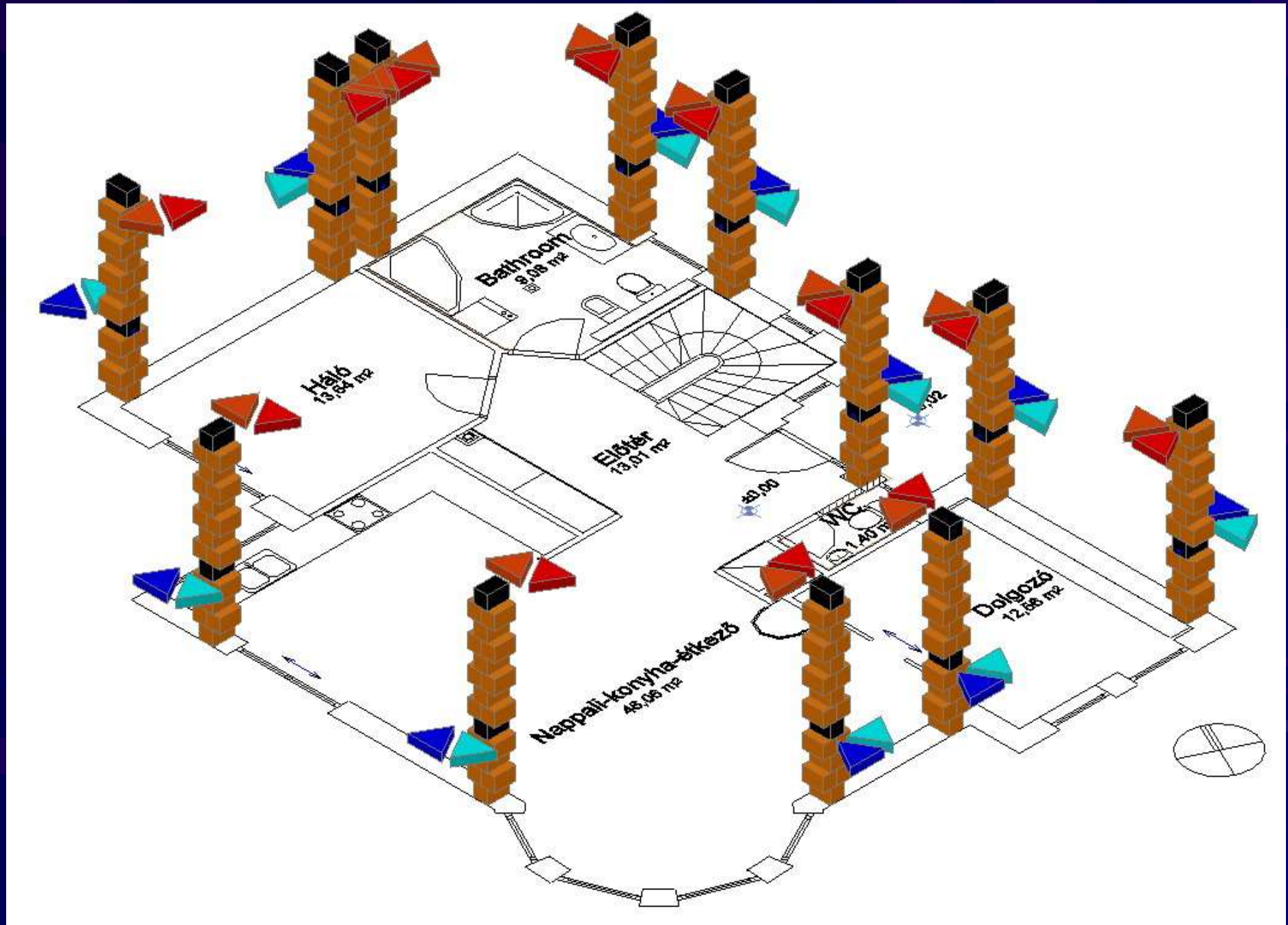
Litér (befejezett, hagyományos téglá)



Az első, 2009 óta üzemelő épület Budapesten

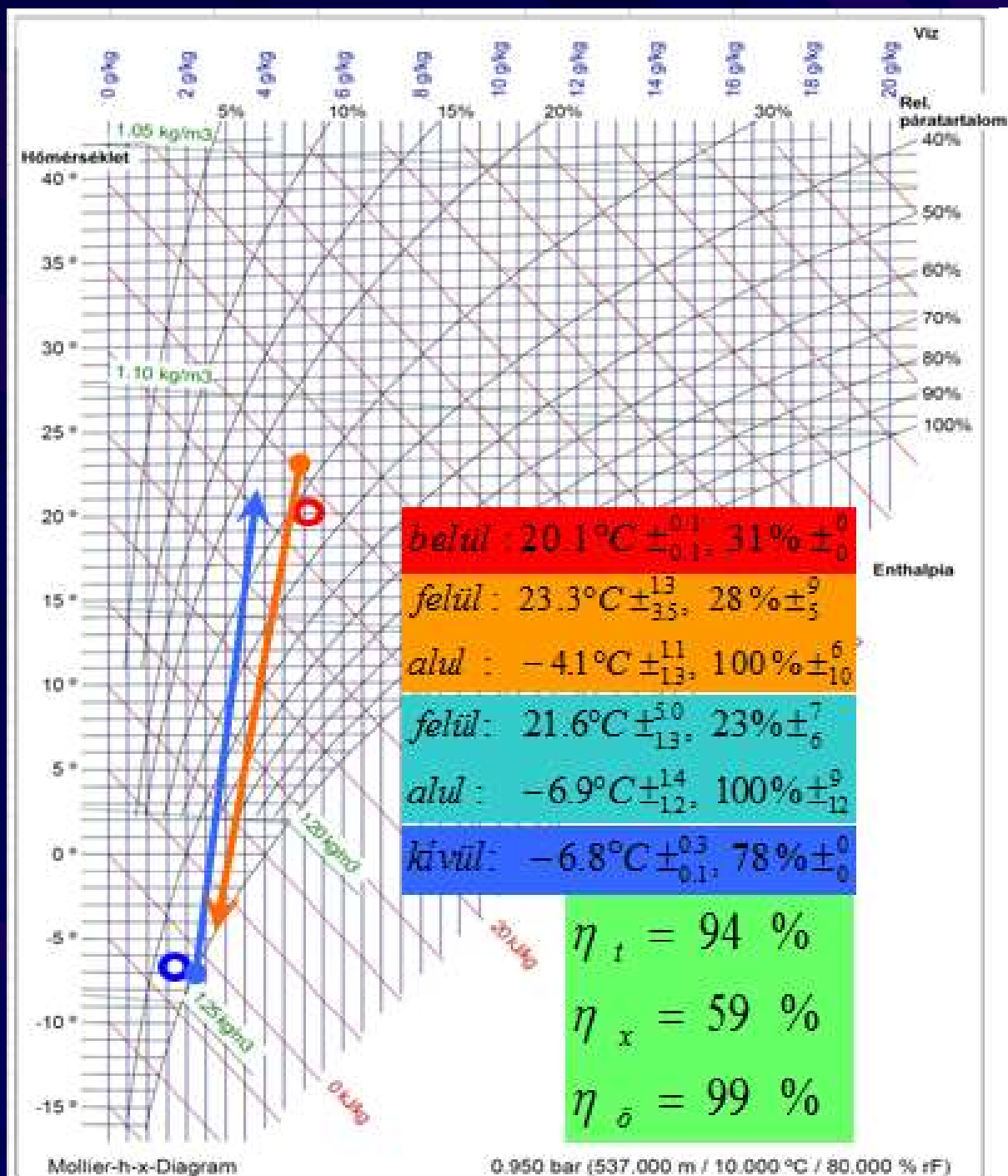


A kürtők elrendezési sémája a budapesti épületben

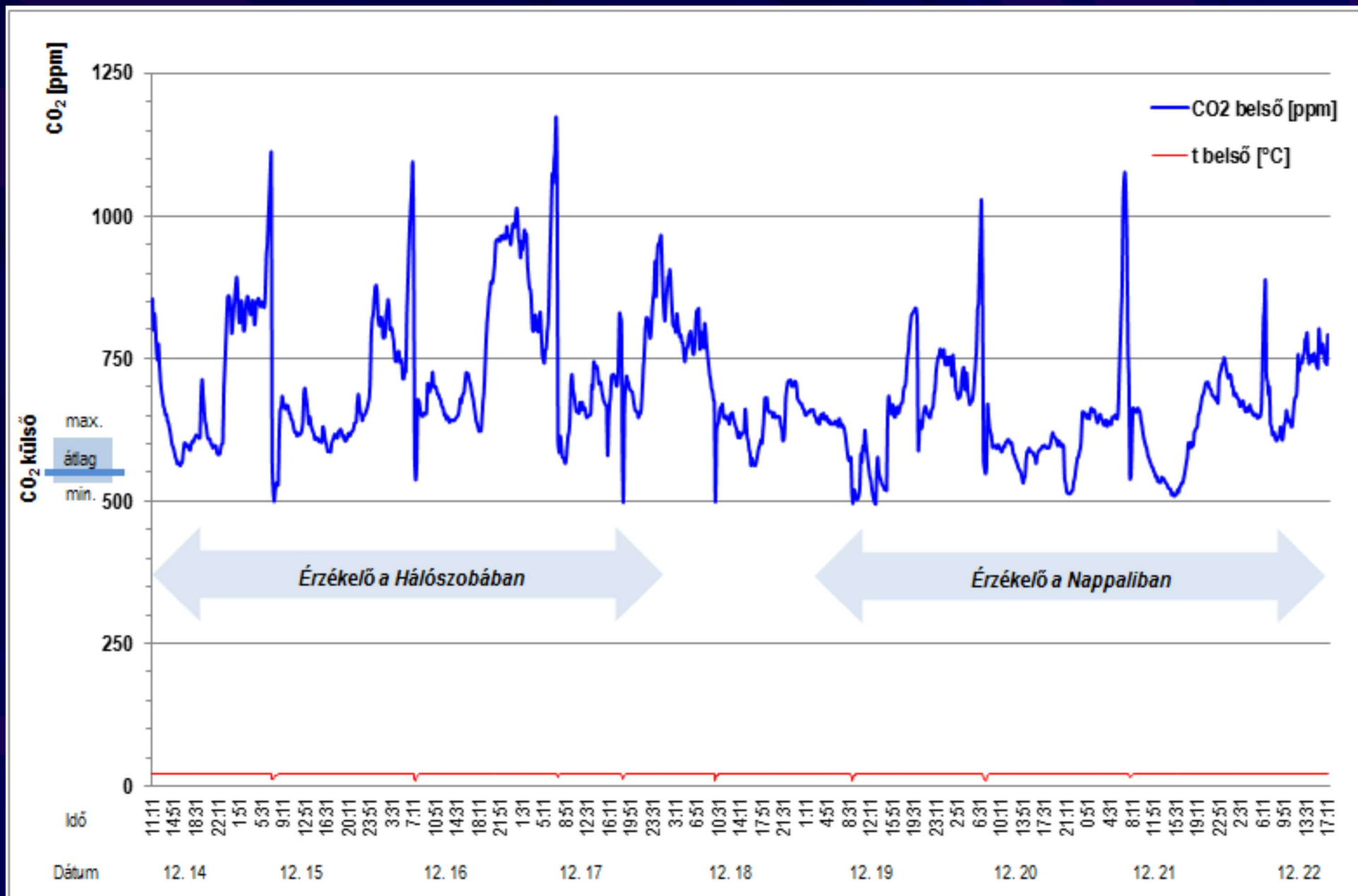




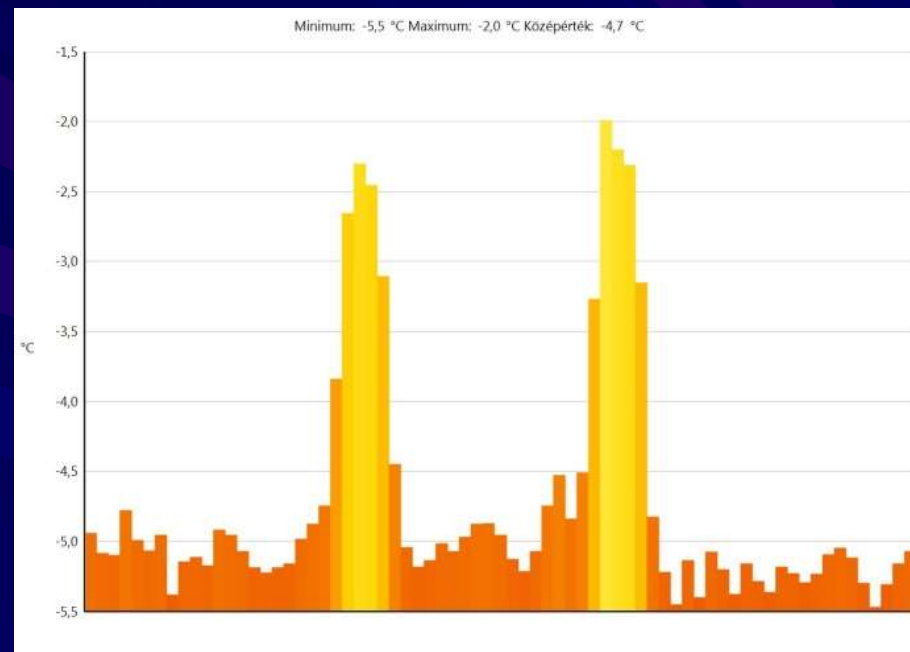
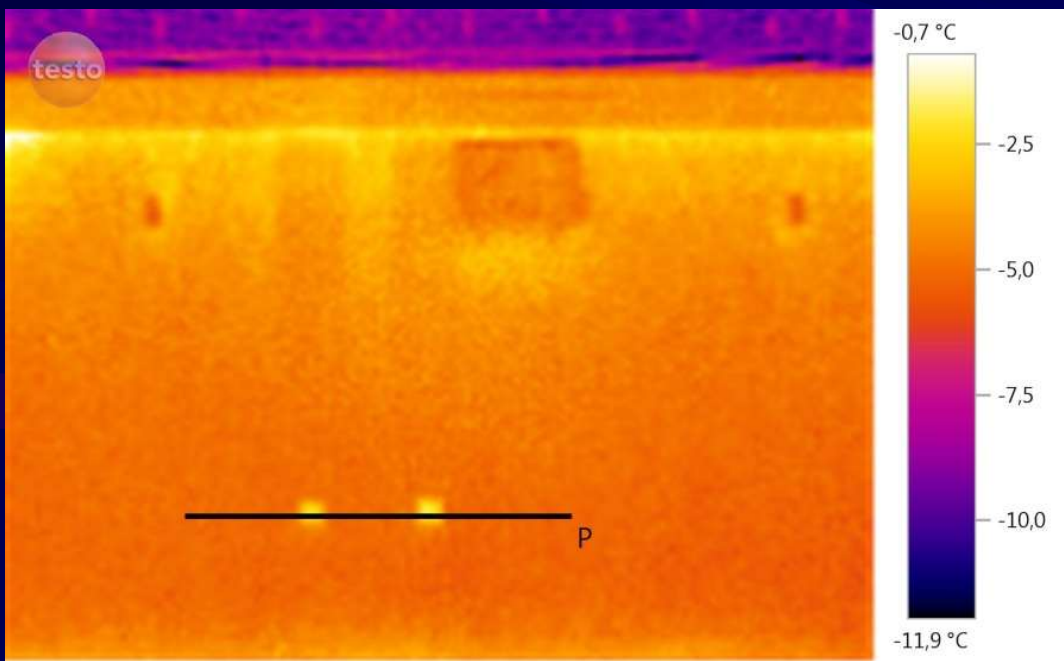
Szellőzési állapotváltozások h-x diagramban



CO₂ koncentráció

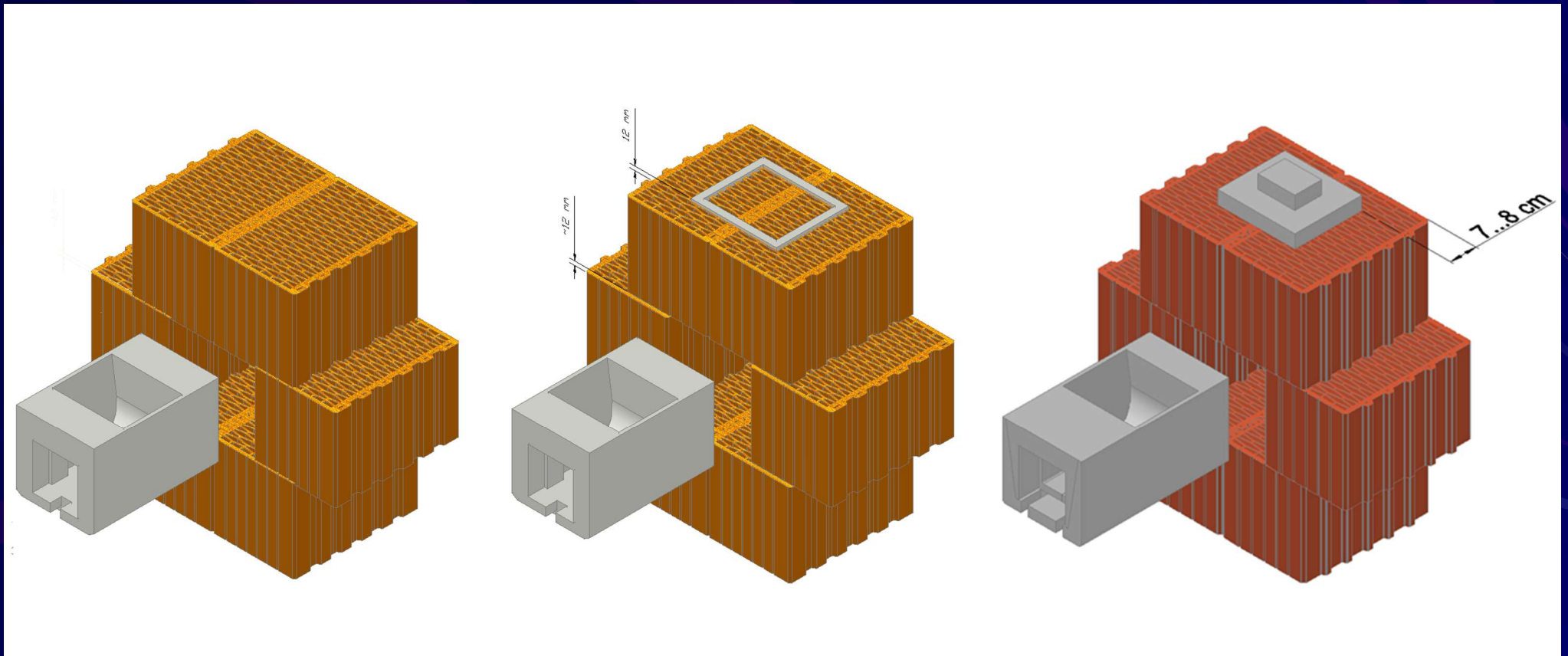


Külső homlokzati hőkamerás felvétel egy téglakürtőről

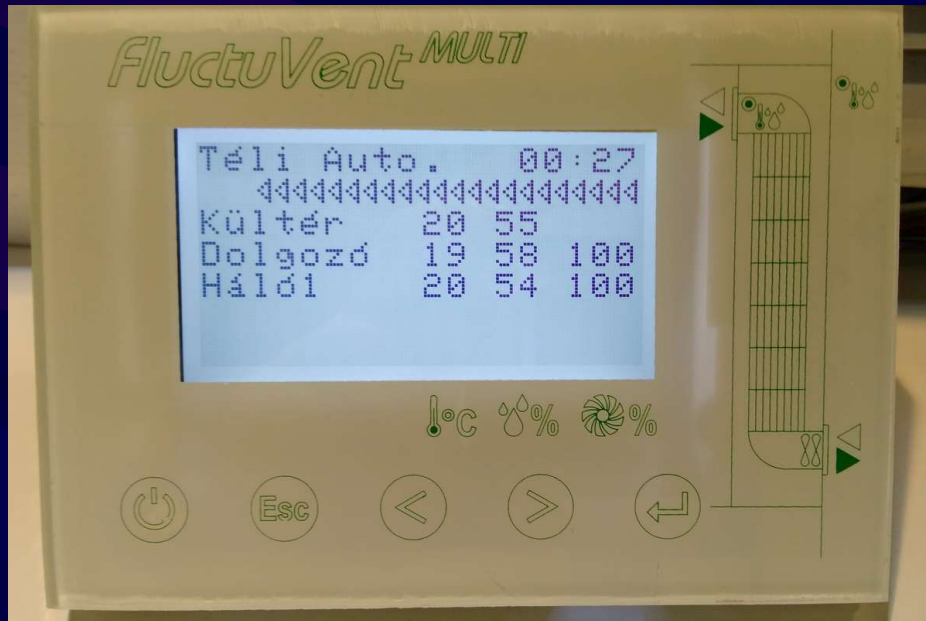


Szellőző kürtő kialakítási lehetőségei:

- csiszolt téglafalazat (vékony ragasztóhabarcs vagy PUR-hab)
- hagyományos téglafalazat (vastaghabarcs)
benmaradó EPS kirekesztő sablon
- hagyományos téglafalazat (vastaghabarcs)
többször használható sablon (EPS)



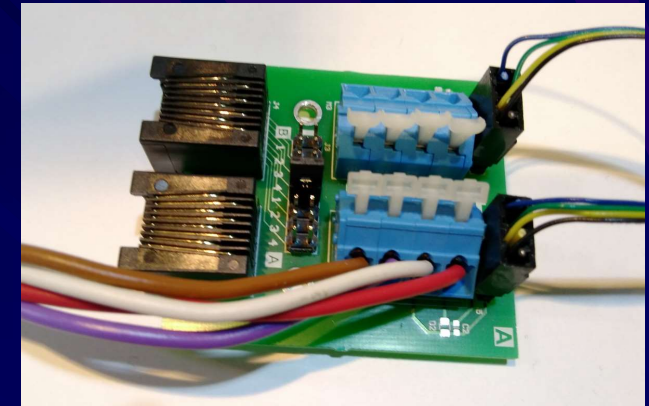
Az új *FluctuVent*^{MULTI} szellőzés vezérlése-szabályozása – 2016



Vezérlő



Szenzorpanel



Bekötő panel

- egy vezérlő egység az egész épülethez (legfeljebb 30 helyiség),
- mikrovezérlő, RS485 intelligens kommunikáció, grafikus LCD kijelző,
- egész éves automatikus üzem kézi beavatkozási lehetőséggel,
- télen helyi páraszabályozás – 1 db hő- és páraérzékelő helyiségenként,
- nyári éjszakai automatikus passzív hűtés,
- szűrőcsere, elemcsere és meghibásodások jelzése, tűzvédelmi funkció,
- a helyiségek szellőzése akár külön-külön ki is kapcsolható,
- szellőzési, hőmérséklet és páratartalom adatok helyiségenként,
- Energiafogyasztási adatok kijelzése:
kWh_{kinyert}, kWh_{befektetett}, SEER, megtakarított m³_{földgáz} és CO₂ egyenértéke...

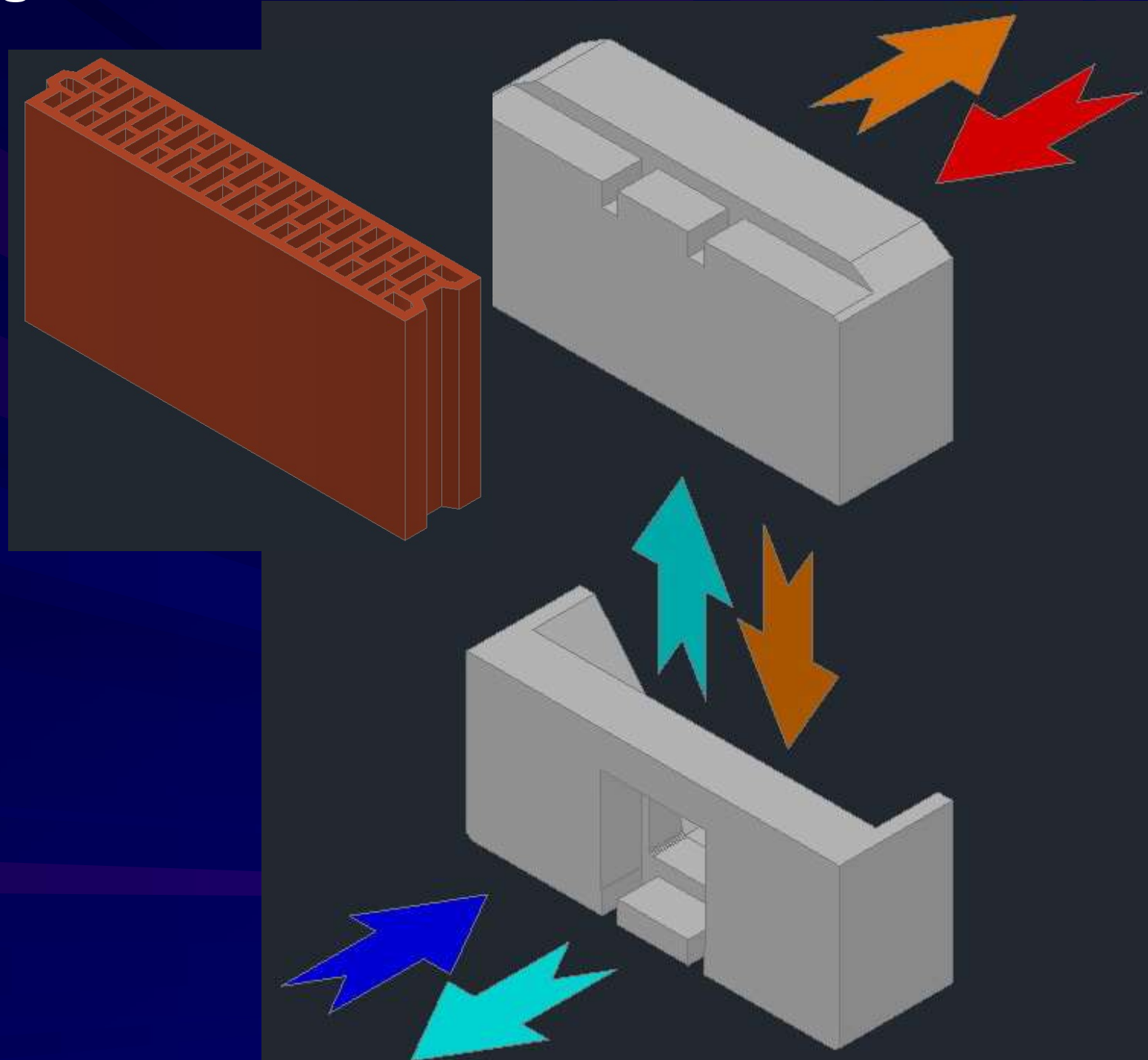
A *FluctuVent*^{MULTI} szellőző rendszer alkalmazható:

- legfeljebb kétszintes épületekben,
- passzív- és nem passzívházakban,
- hagyományos és csiszolt téglafalazatban egyaránt,
- családi házakban, társasházakban, lakóparkokban, hétvégi házakban, nyaralókban,
- ahol a központi szellőzés túl drága volna: kis irodák...

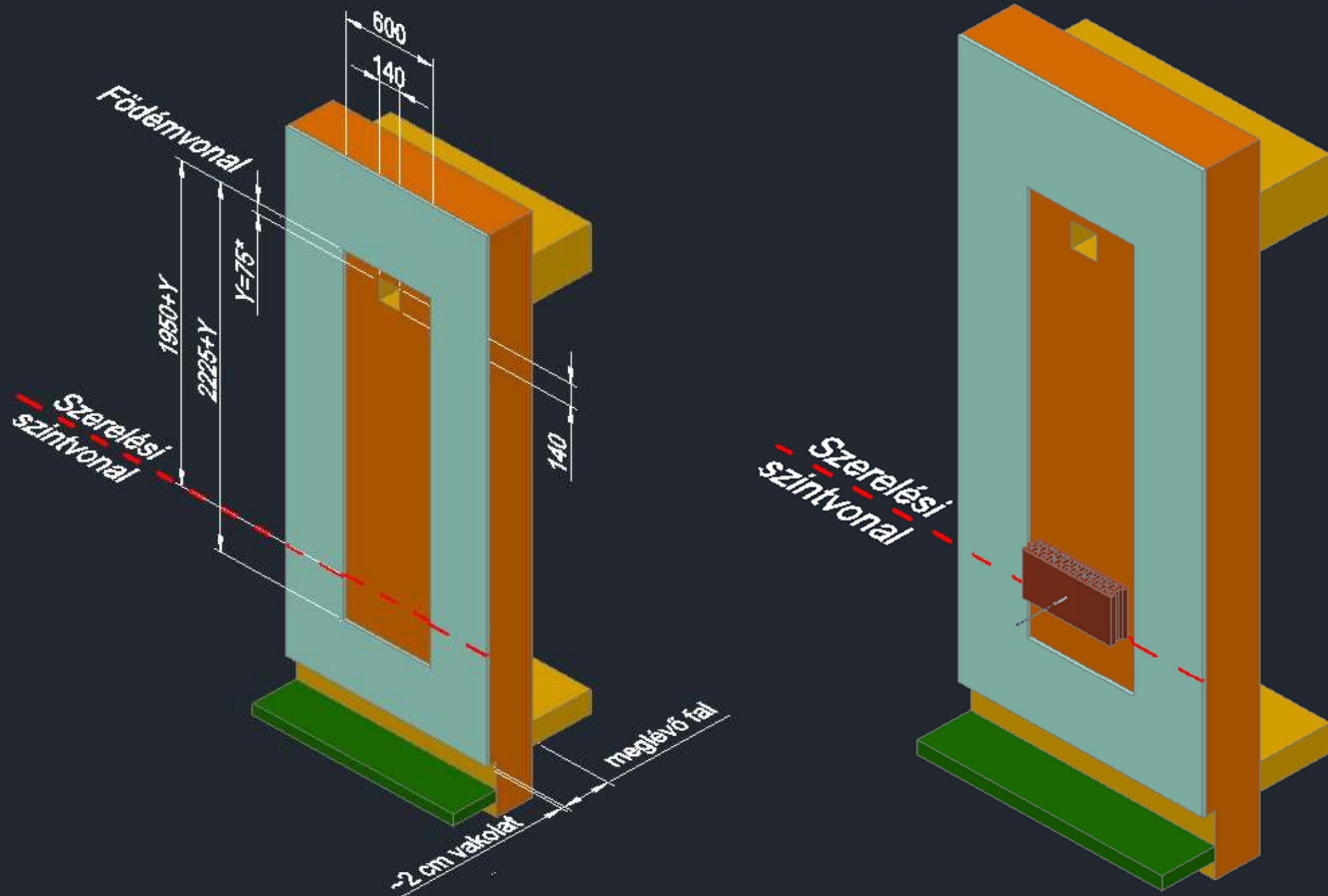
Újdonság: nem csak új építésnél és nem csak égetett üreges agyagtégla falazatban, de a külső hőszigetelésbe integrálva is alkalmazható!

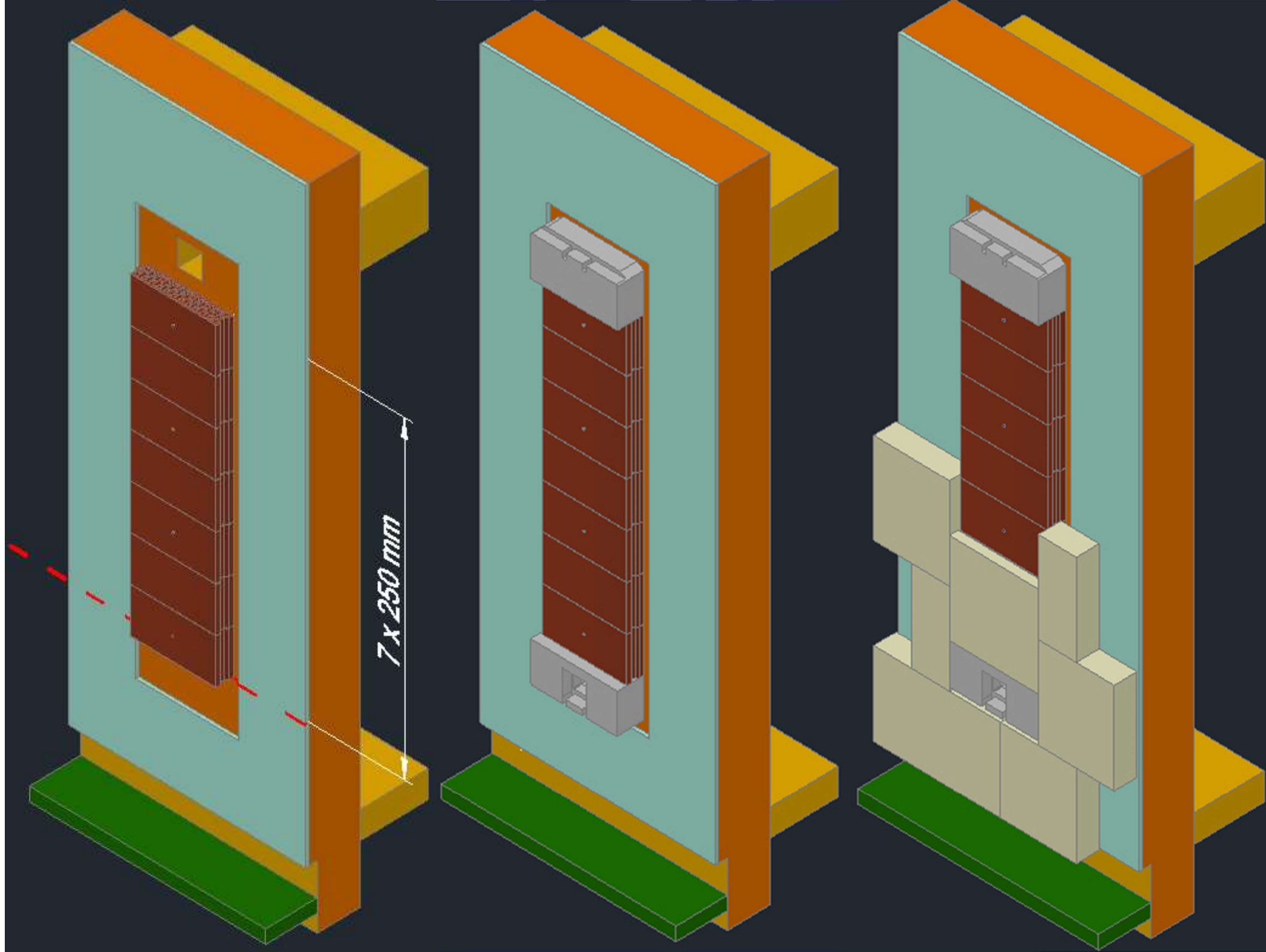
- meglévő épületeknél ≥ 14 cm vastag utólagos külső hőszigetelés esetén (ha a régi vakolat megmarad),
- tetszőleges falazatú új épületeknél, ha ≥ 16 cm vastag külső hőszigetelést alkalmaznak.

A külső hőszigetelésben használt kürtőelemek



A téglakürtő kialakítása a külső falon





A *FluctuVent* *HYGRO* szellőző rendszer jellemzői, előnyei:

- legfeljebb kétszintes épületeknél alkalmazható (a karbantartás és a tűzvédelmi szabályok miatt),
- bármilyen külső falazatú, új építésű és meglévő épületekbe is beépíthető,
- nincsenek légcsatornák, nem foglal el helyet sem a helyiségekben, sem a lakásban,
- teljesen kizárja a páralecsapódás és a penészesedés lehetőségét,
- ~20 m³/h egészséges, friss levegő (CO₂, por, szagok...), 0.3...0.5 1/h légcserezszám,
- kétfokozatú szűrés, cserélhető szűrők (G2, opció: G4 pollenszűrő belül) ezüstkolloid kezeléssel,
- ideális, kiegyenlített szellőzés minden egyes helyiségben külön-külön,
- kevésbé szárítja a levegőt, mint a frisslevegős szellőzések: kellemesebb komfort,
- egyszerű tervezés, beépítés és üzemeltetés, könnyű és gyors szerelés,
- üzembiztos 12 VDC Arctic Cooling F12 PWM ventilátorok (MTBF 400 000 óra!),
- gazdaságos üzemelés, helyiségenkénti igénye csak 2...6 W, illetve ~30 kWh/év,
- mikrovezérlős RS485 automatikus vezérlés-szabályozás kézi beavatkozási lehetőséggel,
- figyelmeztetés légszűrőcserére, meghibásodás kijelzése, tűzjelzés, energetikai adatok...,
- nagyon csendes, működése legfeljebb 1 dB(A) hangnyomásszint növekedést okoz,
- helyiségenkénti páratartalom szabályozás a téli időszakban,
- nyáron nappal alapszellőzés, éjszaka passzív hűtés a külső friss levegővel,
- teljesen környezetbarát szellőző rendszer (a gyártása és az üzemeltetése is),
- > 75% hatásfokú hővisszanyerés hőszigetelés nélküli 44 cm-es téglafal esetén,
- > 50 m³/év földgáz megtakarítás egy átlagos 4 m x 4 m x 2.5 m-es helyiségben,
- > 25 kWh/m²,év fajlagos fűtési energia megtakarítás,
- a visszanyert hőenergia >10-szerese a befektetett villamos energiának (SEER érték),
- igen „pénztárcabarát”: ára csak 40...50%-a a minőségi központi lakásszellőzőknek!



Hővisszanyerő szellőzés másképpen:
FluctuVent a szellőző téglá

Csiha András

ügyvezető, épületgépész mérnök, ny. főiskolai docens

ETÜD+ Mérnökiroda és Kereskedelmi Bt, Debrecen

www.etudbt.hu, etudbt@etudbt.hu