

Hővisszanyerős szellőztetés

Higher Education Package for Nearly Zero
Energy and Smart Building Design

Barna Edit PhD

Budapest University of Technology and
Economics



Erasmus+

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



Épületein ma és EPBD



https://nepszava.hu/3068763_mindent-megigertek-de-csak-nem-jon-a-berlakasepitesi-hullam



<https://www.kalohirek.hu/> - Zsiga Ferenc / KALOhírek



<https://nlc.hu/otthon/20141014/kadar-kocka-haz-vidék-magyar/>

<http://pestbuda.hu/> -Bukovszki Péter/pestbuda.hu

Vigyázat!



<https://renew.org.au/wp-content/uploads/2020/09/interior.png/>

A légtömörség hatásai!



https://pingvinpatika.hu/pub/media/wysiwyg/Blog/faradt_almos_asit_tavaszfiradtsag_118436882_1200px.jpg



https://napidoktor.hu/wp-content/uploads/2020/06/poli-farbe_1.jpg

Vigyázat!



<https://kanizsaujsag.hu/>

Hagyományos gázkészülékek, nyílt égésterű:
Légtömör épületnél biztosítani kell a
légellátást (működéshez, mérgezés
elkerüléséhez)



<https://scotlandhomesafe.co.uk/products/honeywell-xc70>



http://www.kondenzacioskazan.eu/wp-content/uploads/2016/02/baxi_duo-tec_combi_28_he.jpg

Hogyan szellőztethetünk?



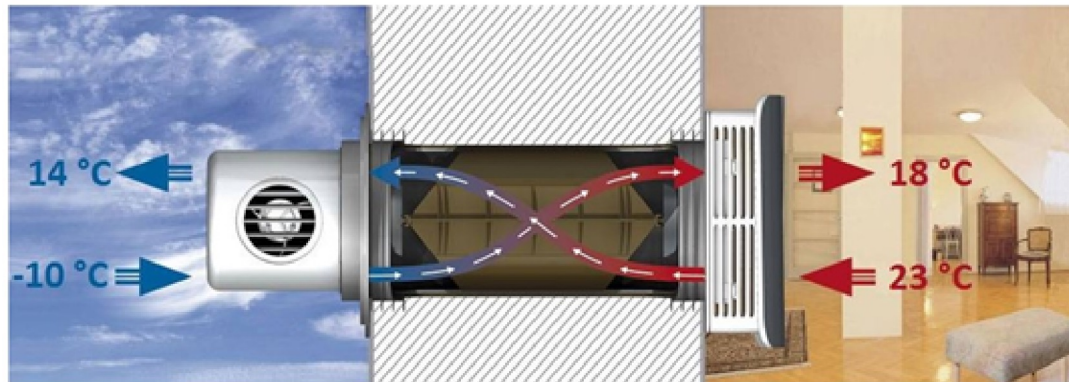
<https://klimatrend.eu/higroszabalyzas-aereco-legbevezetok/>



https://ezermester.hu/cikk-5792/Parasodo_ablakok



https://kep.index.hu/1/0/3193/31933/319339/31933931_2449911_1740c1f1d7433c5157ba499ee6429ec9_wm.jpg



<https://szellozoshop.hu/>

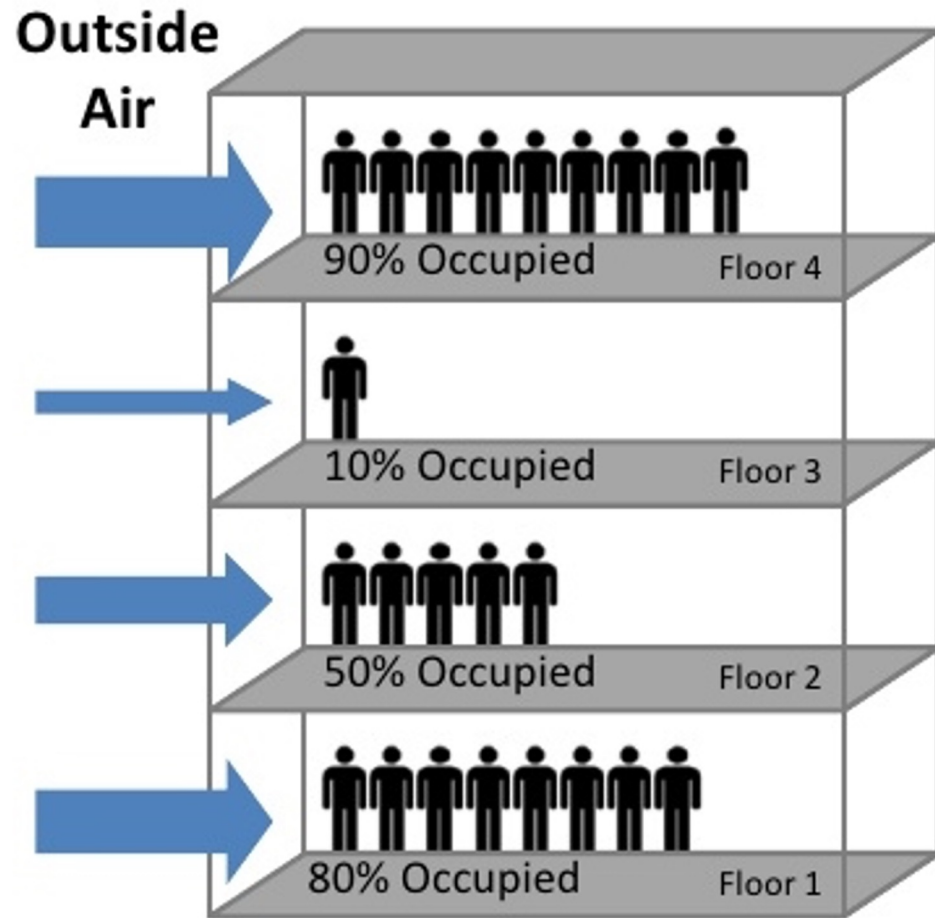
A szellőztetés energiaigénye

Az EPBD-ben többek között az épületek szellőztetése és annak energiaigénye is szerepel.

A szellőzés energiaigénye csökkenthető a következőkkel:

- A szellőzés tényleges igény szerinti beállítása; és/vagy
- A szellőzésből származó energia visszanyerése.

Igény szerinti gépi szellőztetés



<https://www.horizon-engineering.com/uncover-hidden-energy-savings-using-demand-control-ventilation-and-building-pressure-control>

- A rendszer a szellőztetés szükségességét észleli, és a működési időt csökkenti azzal az idővel, amikor nincs szükség rá.
- A minimális szellőzési sebesség továbbra is szükséges, az épület kihasználtságától és az épület igényeitől függően (az elégtelen szellőzés kárt okozhat az épületben, vagy károsíthatja az egészséget).
- A szellőzőlevegő télen fűtött, nyáron pedig néha hűtött.
- A hőenergia megtakarítása érdekében a szellőztető rendszerben hővisszanyerést kell alkalmazni.

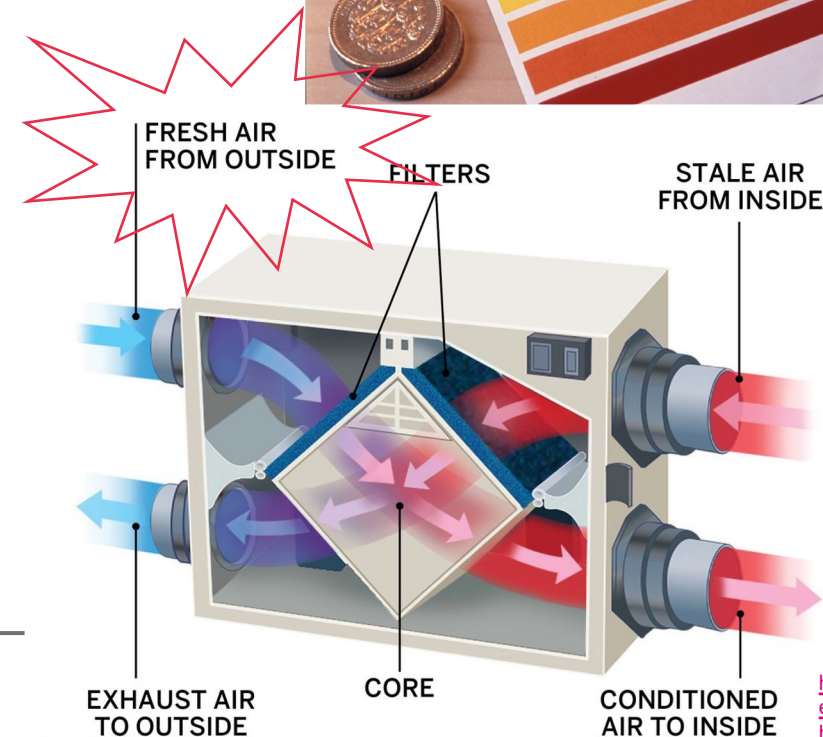
A hővisszanyerés szerepe

Az erősen szigetelt, légzáró épületekben a szellőzés szerepe kulcsfontosságú: A hőveszteség legalább 50%-át a szellőzés okozza.

- a hővisszanyerős szellőztetés elengedhetetlen az EPBD által meghatározott célértékek teljesítéséhez.

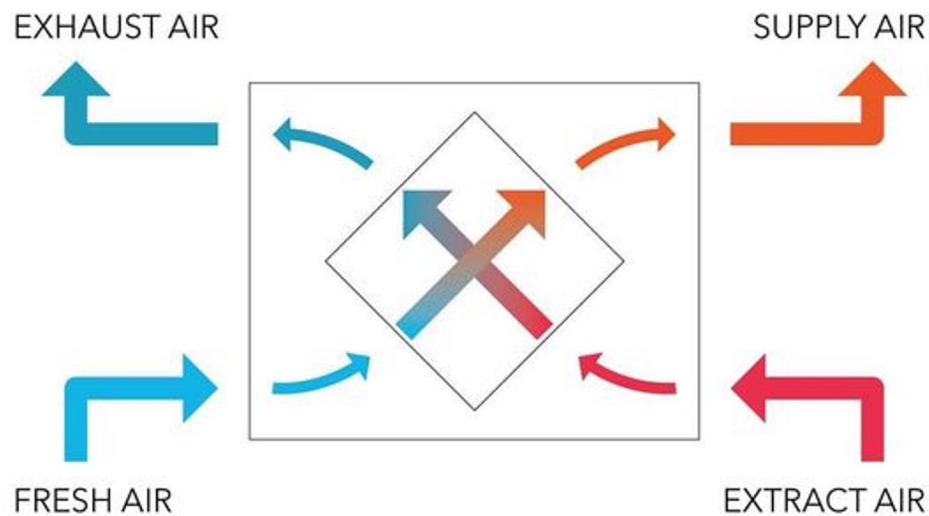
A hővisszanyerés szerepe a következő:

- Hozzájárul az energiamegtakarításhoz
- Friss levegő biztosítása a lakók számára
 - a belső levegő minőségének és a hőkomfortnak a fenntartása



A hővisszanyerős szellőztetés üzeme télen

MECHANICAL VENTILATION WITH HEAT RECOVERY (MVHR)

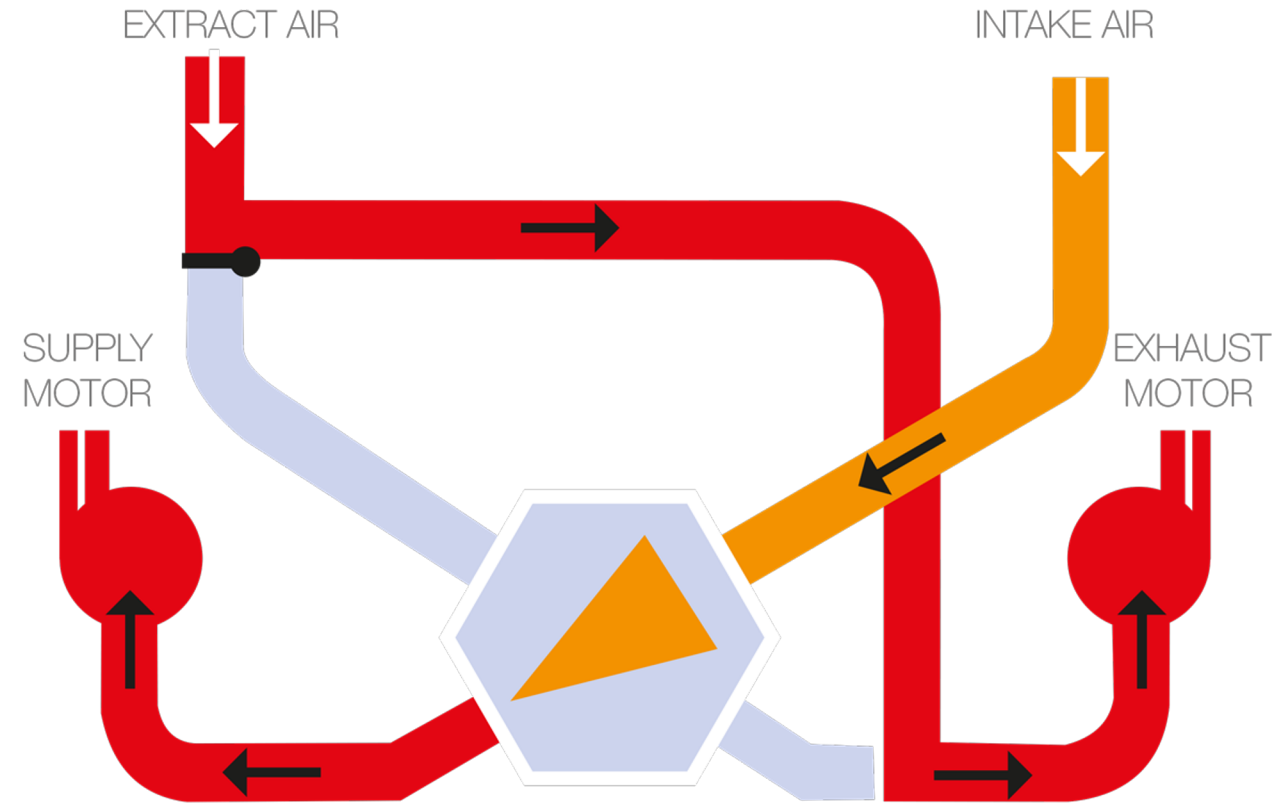


Az elszívott levegő maradékhőjének visszanyerésével a friss levegő előmelegítésre kerül, és a beszállított levegő entalpiája megnő, mielőtt belépne a helyiségekbe. Az MVHR-egységek jellemzően az elszívott levegőben lévő hő 75-95%-át nyerik vissza.

passivehouseschool.com

A hővisszanyerős szellőztetés üzeme nyáron

Hővisszanyerési szakasz: A friss, meleg levegő belép a készülékbe, lehűl a hőcserélőben, és egy ventilátor a helyiségbe juttatja a levegőt. A lakás nedves helyiségeiből a párás elszívott levegő távozik. Ez a hőcserélőben lehűti a bejövő levegőt. Ha kint hűvösebb az időjárás, akkor egy **bypass** is használható - így nem történik hőcsere a belépő és a kilépő levegő között.



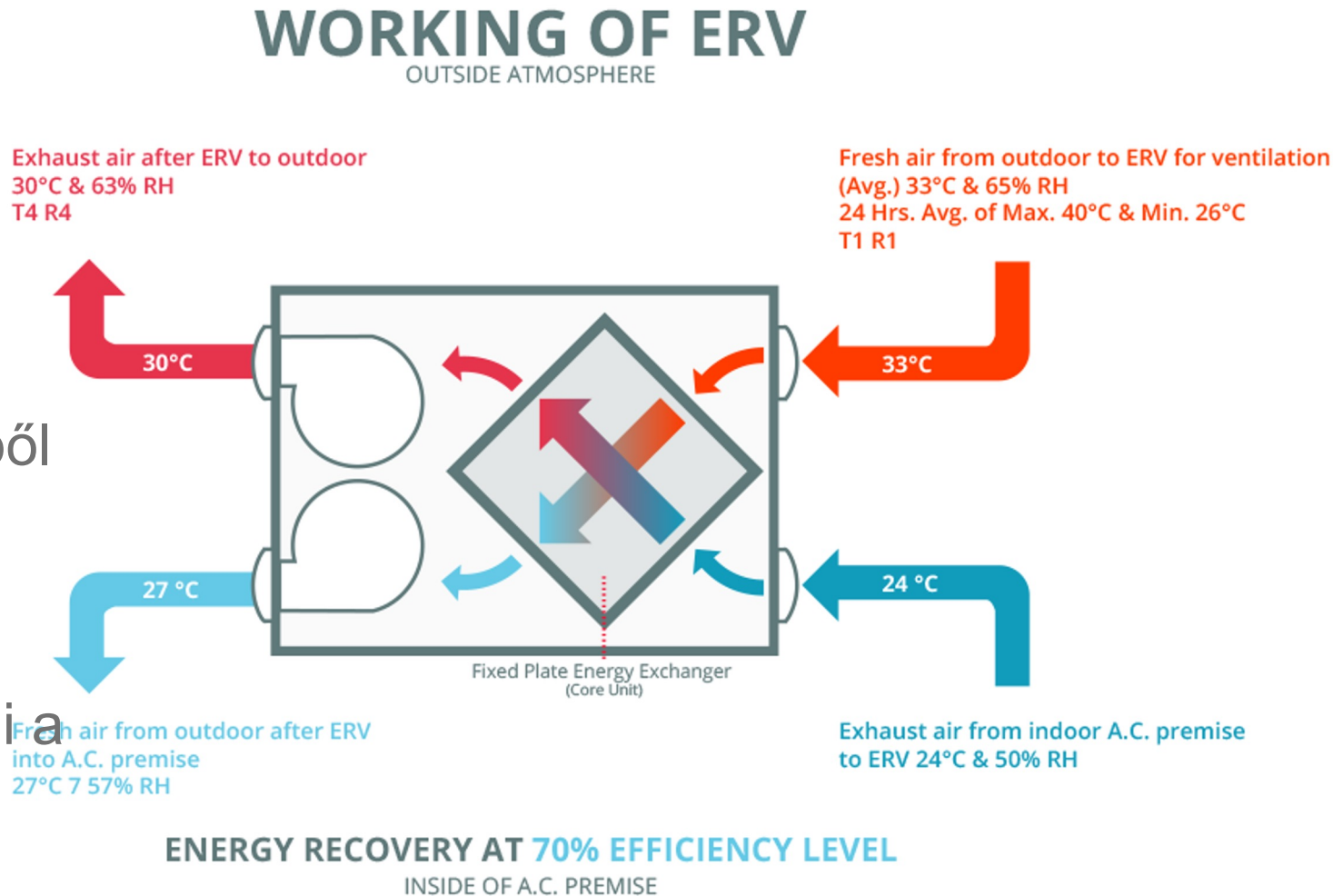
<https://www.zehnder.co.uk/summer-bypass>

Páratartalom / energia visszanyerés

Enthalpiás hővisszanyerésről akkor beszélünk, ha a hőn kívül a távozó levegőből a nedvességet is visszanyerik.

A hideg és száraz téli kültéri levegőt felmelegítjük, és annak nedvességtartalmát a távozó levegőből visszanyert nedvességgel növeljük. Belső nedvességkibocsátásra van szükség!

Nyáron a készülék képes csökkenteni a meleg és párás belépő levegő nedvességtartalmát.

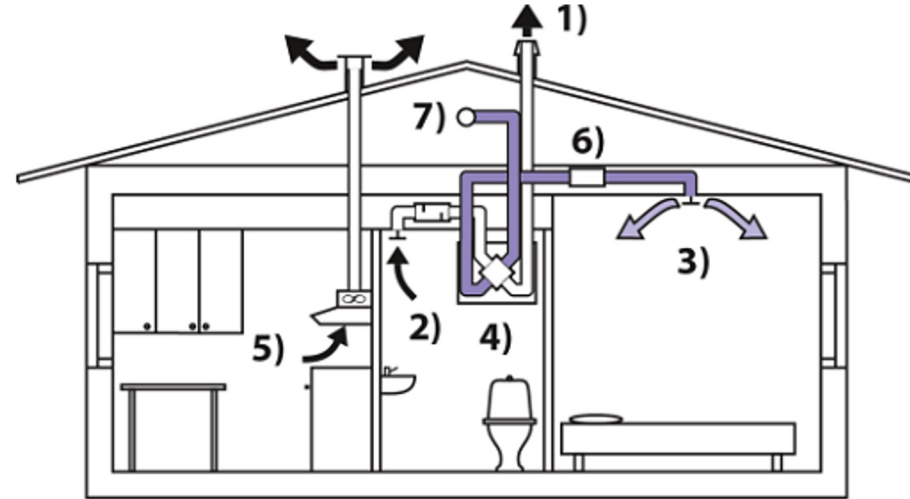


https://zeroenergyproject.org/wp-content/uploads/2016/05/erv_zero_energy.png

Gépi szellőztető rendszer

A gépi befúvó- és elszívórendszerekben a levegőt a következő módon juttatják be

- csatornákon és ventilátorokon keresztül
- a hálószobákba és a lakószobákba,
- és jellemzően a konyhából, a fürdőszobákból és a WC-kből szívják el.



A gépi szellőztető rendszer működési elve lakóházaknál 1) távozó levegő 2) elszívott levegő 3) hálószobába belépő levegő 4) hővisszanyerős szellőztető egység 5) konyhai távozó levegő 6) hangcsillapító 7) külső levegő szellőztetéshez

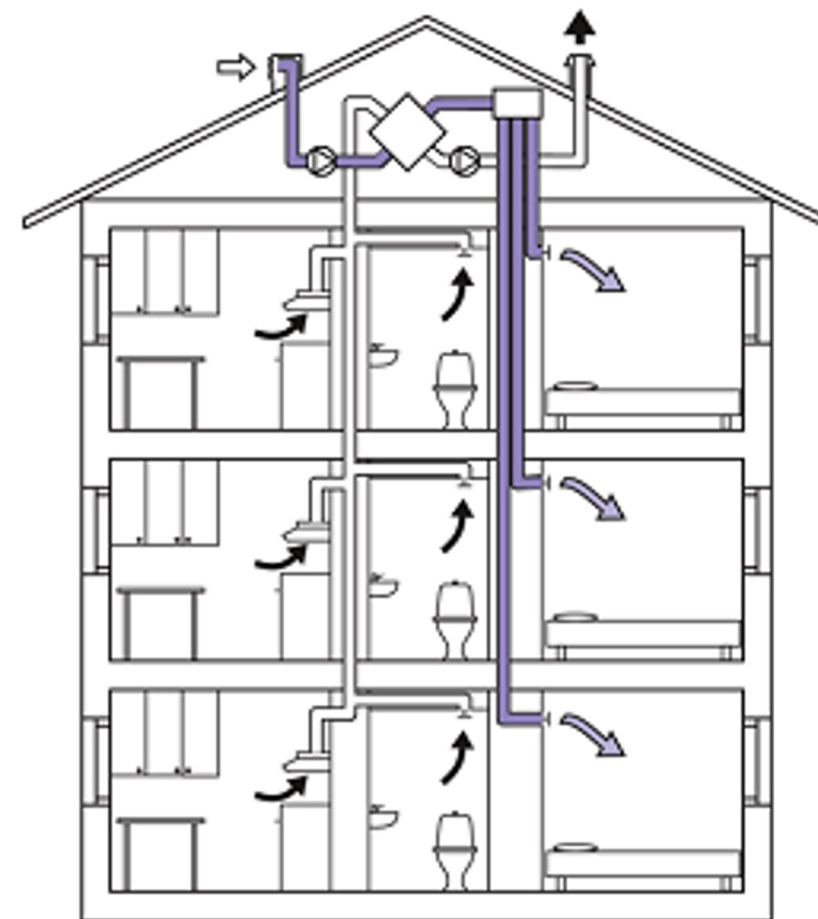
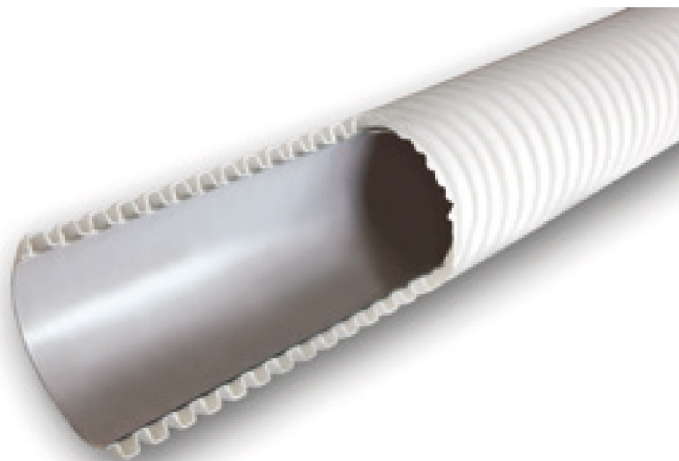
REHVA Guidebook 25 - Residential Heat Recovery Ventilation

Társasházakban...

A gépi szellőztetés lehet:
központi



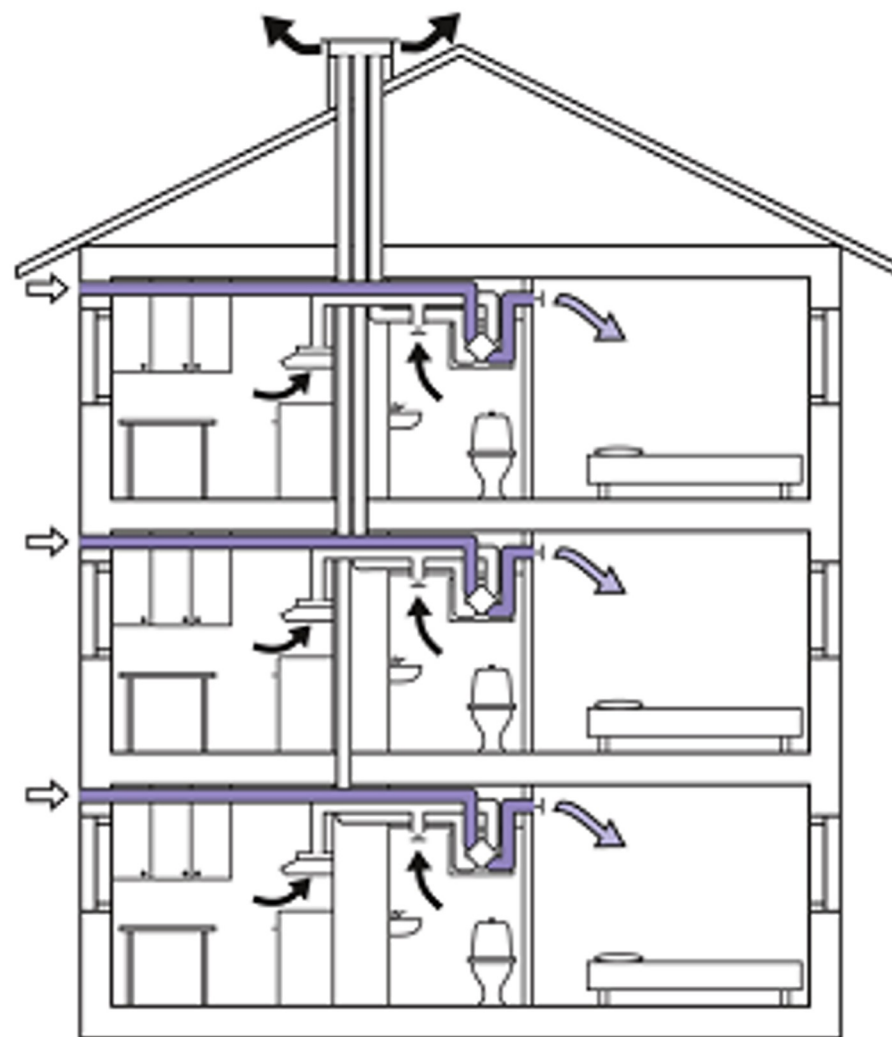
<https://helios.hu/>



REHVA Guidebook 25 - Residential Heat Recovery Ventilation

Társasházakban...

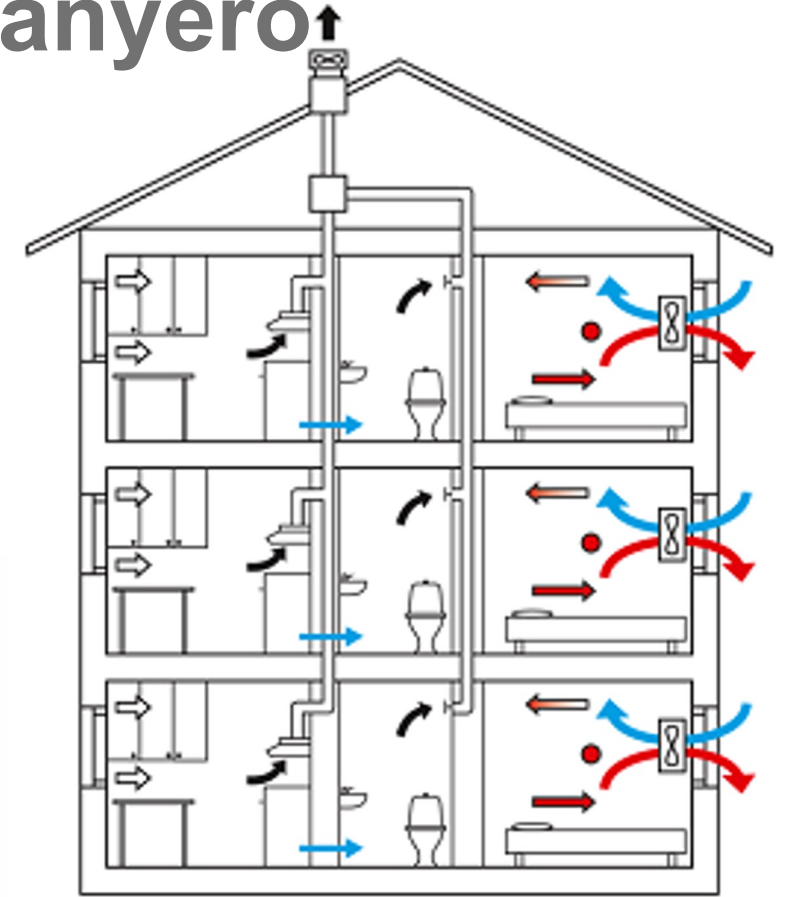
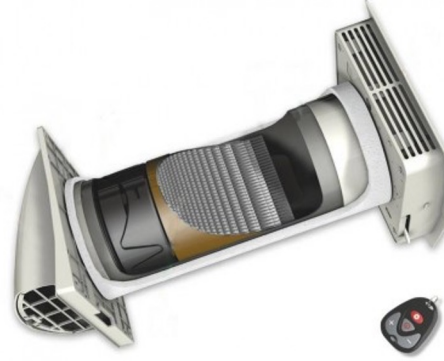
A gépi szellőztetés lehet:
decentralizált



REHVA Guidebook 25 - Residential Heat Recovery Ventilation

Helyiségenkénti decentrális hővisszanyerő

- Alkalmazható épületek felújításakor.
- Kombinálja a meglévő gépi be- és elszívó és helyiségzellőztető egységeket.
- Kevésbé hatékony



REHVA Guidebook 25 - Residential Heat Recovery Ventilation

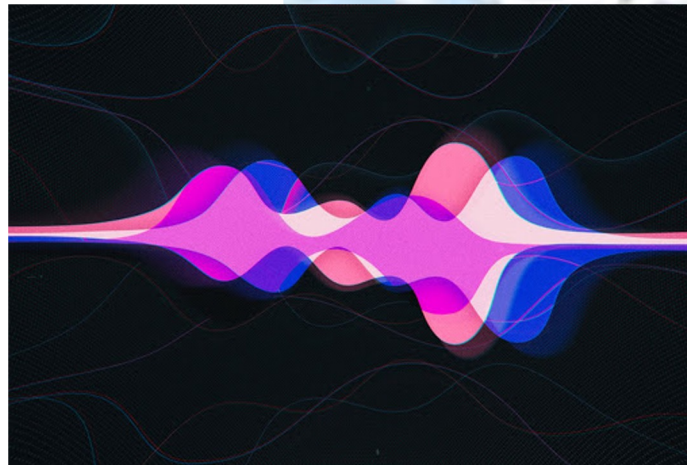
https://ezermester.hu/cikk-9326/Rendszerbe_foglalt_decentralis_lakasszeloztek

Figyelembe veendő paraméterek

- Levegőáramlási sebességek
 - Lakások beltéri levegőminőségéhez
 - A nedvesség és a szennyező anyagok eltávolítására
- Elektromos energiafogyasztás
- Zaj és huzat



<https://actmedia.eu/>



<http://www.echonoisecontrol.com/>

Térfogatáramok

Az EN 16798:1 meghatározza az egy személyre jutó szükséges levegőmennyiséget.

- I. kategória: 10 l/s
 - II. kategória: 7 l/s
 - III. kategória: 4 l/s
-
- $1 \text{ l/s} = 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$

Átlagos légcseres mértéke lakásokban (a gyakorlatból): 0,5 (1/h)

Ismétlés – A levegő útja

Külső frisslevegővel látják el a nappalit, hálószobákat.

A konyha, a fürdőszoba és a WC szellőzőlevegőjét a hálószobákból és a nappaliból kell átvenni.

A nedves helyiségekből elszívó légáramlatokra van szükség a szennyező anyagok és a páratartalom eltávolításához.



<https://helios.hu/>

Minimális tervezési belépő és távozó térfogatáramok

	Belépő (l/s)	Távozó (l/s)	Légsebesség (m/s)
Nappalik >15m ²	8+0.27 l/s,m ²		0.1
Hálósobák >15m ²	14		0.1
Nappalik és hálósobák 11-15m ²	12		0.1
Hálósobák <11m ²	8		0.1
WC		10	
Fürdőszoba		15	
Konyha/páraelszívóval		8 / 25	

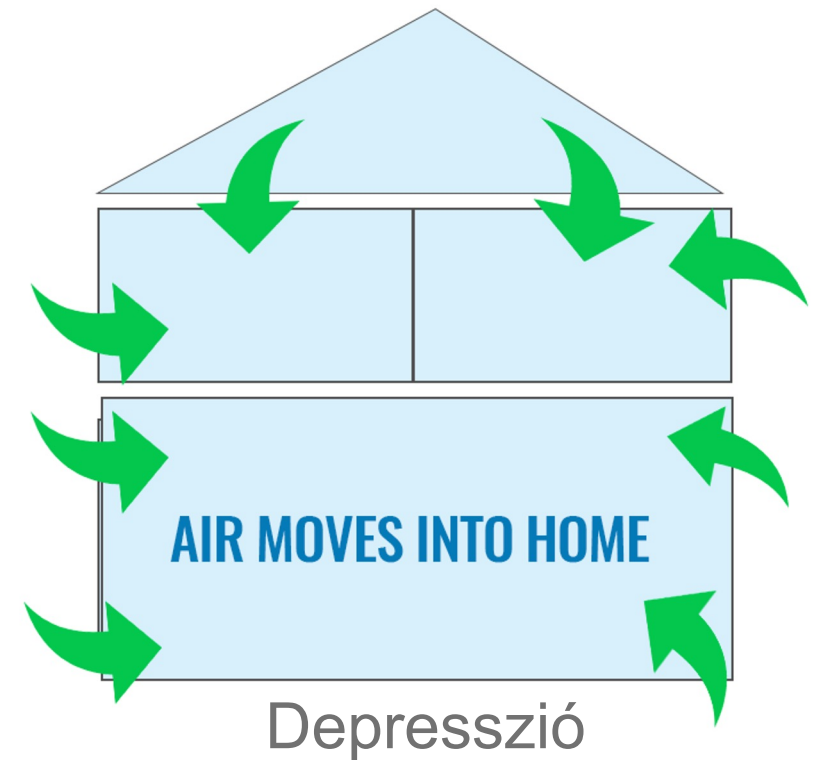
Páraelszívók

Az új légmentes épületekben a páraelszívó által elszívott levegőmennyiséget kompenzálni kell:



<https://www.klarstein.hu/Haztarsi-cikkek/Paraelszivok/Fali-paraelszivok>

- A teljes elszívó és befúvó térfogatáramnak körülbelül azonosnak kell lennie, hogy elkerülhető legyen a túlzott negatív nyomás (depresszió) az épületben.



<https://yellowbluetech.com/2019/04/10/clearing-home-negative-air-pressure/>

Huzat

A huzatérzet a levegő sebességétől, a levegő hőmérsékletétől és a levegő sebességének változásától függ, amit a turbulencia intenzitásaként fejeznek ki. Tervezési kritériumként 0,1 m/s maximális átlagos légsebesség ajánlott. (DR max. 10%)

Nyáron nagyobb sebességek is megengedettek.

$$DR = (34 - t_a)(v - 0.05)^{0.62}(0.37 \cdot v \cdot Tu + 3.14)$$

Ahol,

DR – a huzat minősítése, azaz a huzat miatt elégedetlen emberek százalékos aránya százalékban (%).

t_a – a helyi levegő hőmérséklete ($19 < t_a < 27^\circ\text{C}$), Celsius fokban ($^\circ\text{C}$).

v – a helyi átlagos légsebesség, méter/másodpercben (m/s).

Tu – a helyi turbulencia intenzitása, százalékban (%).

ISO 7730

Zaj

Az emberek érzékenyebbek a zajra egy csendes lakókörnyezetben, mint egy irodai környezetben.

Tervezési egyenértékű folyamatos hangnyomásszint, LAeq,nT	dB (A)
Hálószoza	25
Nappali	30
Vizes helyiségek	35

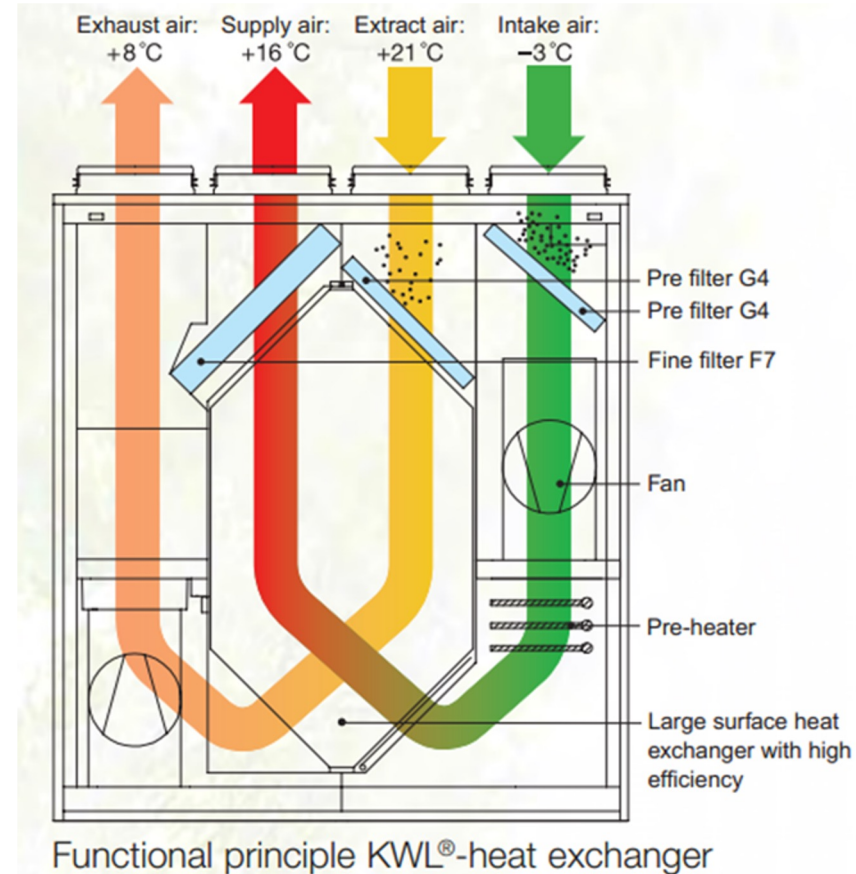
REHVA Guidebook 25 - Residential Heat Recovery Ventilation

A zajszint nem haladhatja meg a 45 dB(A)-t az erkélyen vagy a szomszéd ablakánál.

Rendszerelemek – Hővisszanyerő egység

A lakossági szellőztetőberendezésekben használt hőcserélő típusok:

- lemezes hőcserélők (rekuperatív) és
- rotációs hőcserélők (regeneratív)
- COVID-19 információ: a lemezes hőcserélők nem jelentenek kockázatot (nem szennyezik a bejövő levegőt), a forgódobos hőcserélőknél vizsgálni kell a szivárgást - nem lehet több 5 %-nál.



www.heliosventilatoren.de

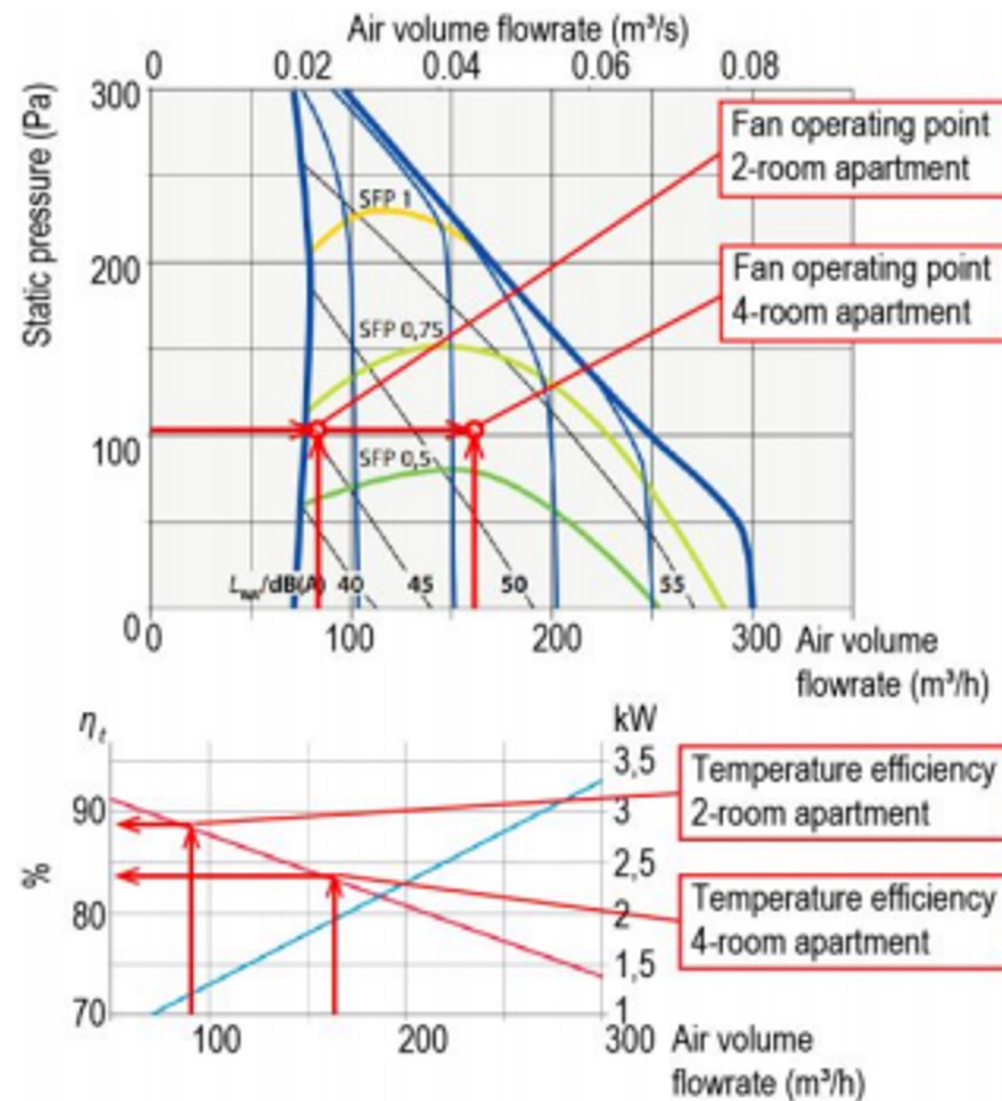
A hővisszanyerő egység kiválasztása

Kiválasztási paraméterek

- a légkezelő egység tervezési térfogatárama = a helyiség térfogatáramok összegével.
- a csatornarendszer nyomáskereső feltételezni kell
- kisebb lakások esetében 100 Pa kezdeti érték használható.
- 200 Pa kezdeti értéket lehet használni lakóházak esetében.
- 50 Pa-t hozzá kell adni, hogy figyelembe vegyünk a szűrők nyomásveszteségének üzem közbeni növekedését.

(a tényleges nyomáskereső a későbbi tervezési szakaszban kell kiszámítani).

Példa a fajlagos ventilátorteljesítményre vonatkozó diagramra



REHVA Guidebook 25 - Residential Heat Recovery Ventilation

Rendszerelemek – légterelő egységek

A befűvott levegőnek huzat nélkül kell elérnie a tartózkodási zónát.

A diffúzorok és rácsok nyomásesése nem lehet túl nagy.

A diffúzoroknak és rácsoknak rendelkezniük kell nyomásesés-szabályozási lehetőséggel.

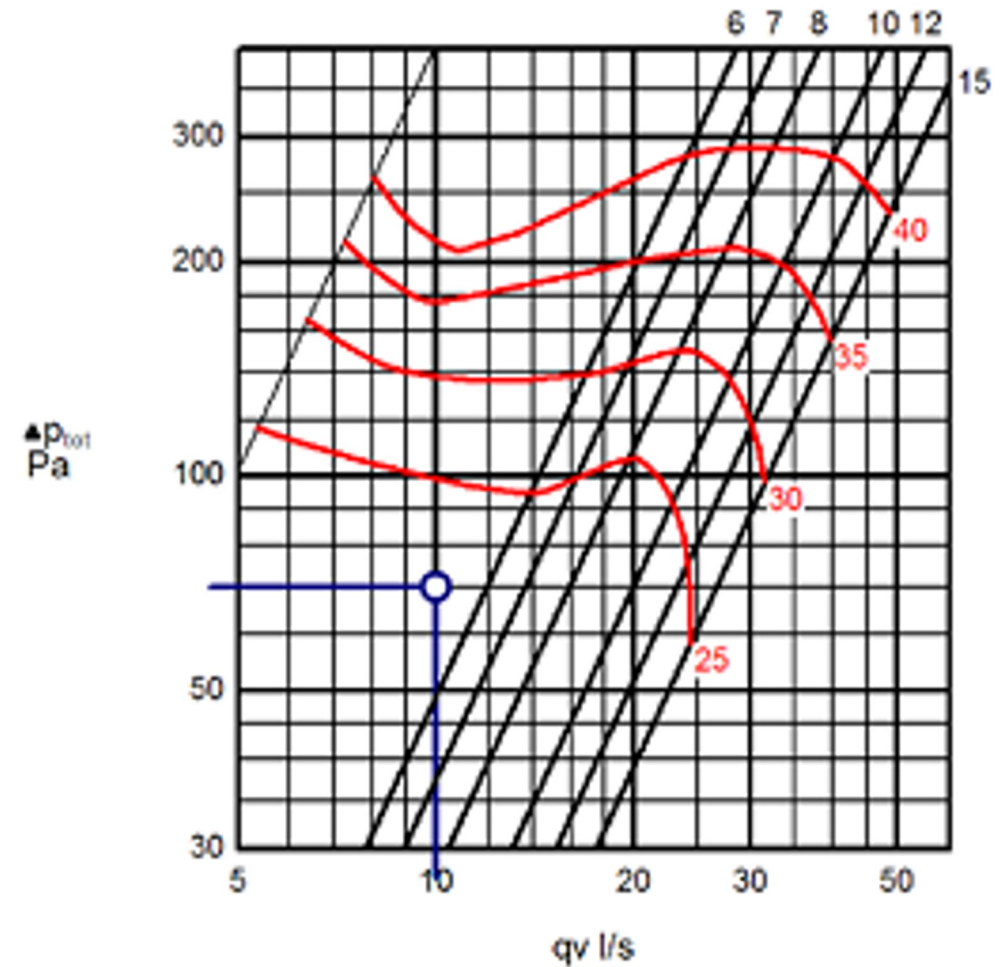
A diffúzorok és rácsok nem okozhatnak zajt.



www.primexvents.com

Egy diffúzor kiválasztási diagramja

- A különböző hangnyomásszintek pirossal vannak jelölve,
- Az áramlás és a nyomáscsökkenés alapján lehet kiválasztani a megfelelő diffúzort.



REHVA Guidebook 25 - Residential Heat Recovery Ventilation

Az egységek és a csővezetékek elhelyezése

A légkezelőt úgy kell elhelyezni, hogy kényelmesen csatlakoztatható legyen a légcsatornákhöz, az elektromos hálózathoz és a kondenzvíz-elvezetőhöz, és elegendő hely és hozzáférés legyen a későbbi karbantartáshoz. Az egységeket beltérben (pl. konyha, folyosó, fürdőszoba) célszerű elhelyezni.

A légterelő berendezéseket (be- és elszívó) olyan helyiségekben kell elhelyezni, ahol hatékony a légcseré.

Az egységek és a csővezetékek elhelyezése

A csatornáknak elég nagyoknak kell lenniük ahhoz, hogy a levegő sebessége a megengedett határértékeken belül maradjon.



<https://helios.hu/>

A hőszigetelést megfelelően kell elhelyezni (attól függően, hogy a készülék belül vagy kívül van-e).

A nyomáskereső számítása

A csővezeték nyomáskereső a következőkből áll:

A súrlódás miatti nyomáskereső

- a csatornarendszer elemeinek, például a kanyaroknak, elágazásoknak, légterelőknél, csappantyúknál a nyomásvesztéséből.

A súrlódás miatti nyomáskereső:

- A csatorna méreteitől és a levegő sebességétől függ.
- A csatornákat úgy kell méretezni, hogy a súrlódási nyomáskereső ne haladja meg a 0,6-1 Pa/m értéket,
- A levegő sebességét ellenőrizni kell a zaj szempontjából.

A nyomásesés számítása

A csőelemek nyomásesése a következőktől függ:

- a levegő sebességétől,
- a csőhálózat elemeinek nyomásveszteségi együtthatóitól.

$$\Delta p = \xi \cdot p_d$$

Ahol,

Δp – nyomásesés(Pa);

ξ – nyomásveszteségi együttható,

p_d – dinamikus nyomás

Rendszerelemek - szűrők

A 2008/50/EK irányelv szerinti cél

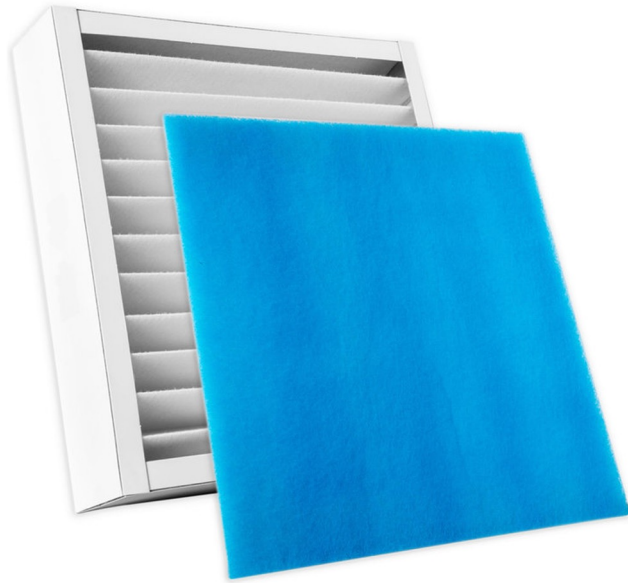
- a PM10 éves átlaga $< 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a PM2,5 éves átlaga pedig $< 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ legyen beltérben.

WHO-irányelv

- célérték az éves átlagértékre vonatkozóan a
- PM2,5 esetében $< 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a PM10 esetében pedig $< 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A mai szűrési technológiával megvalósítható a WHO célérték teljesítése.

Szűrők



KWL-FilterOnline

<https://www.kwl-filteronline.de/>

A PM_x helyi kültéri értékei megtalálhatók a WHO adatbázisában: Környezeti (kültéri) légszennyezettségi adatbázis

A szűrőket a kezdeti nyomáscsökkenés megduplázódásakor vagy legalább évente egyszer ajánlott cserélni.

A ventilátor fajlagos teljesítménye és villamosenergia-felhasználása

A nyomásesés-számítások lehetővé teszik a pontos fajlagos ventilátorteljesítmény-számításokat.

50 Pa-t hozzá kell adni, hogy figyelembe vegyünk a szűrők nyomásveszteségének növekedését működés közben.

A ventilátor éves villamosenergia-felhasználása:

$$E_v = SFP \cdot q_v \cdot \tau$$

Ahol: E_v – villamosenergia-felhasználás(kWh), SFP – fajlagos ventilátor teljesítmény (kW/(m³/s), q_v – térfogatáram (m³/s), τ – idő (h – 8760h)

Hővisszanyerési hatékonyság

Más néven hőmérsékleti arány

A ventilátor fajlagos teljesítményével együtt a szellőztetőegységek termikus és elektromos hatásfokát jellemzi.

$$SFP=P/q_v$$

ahol,

P - a szellőztetőegység teljes teljesítményfelvétele, beleértve a ventilátorokat, működtetőket és vezérlőket, kW,

q_v – méretezési térfogatáram (m^3/s)

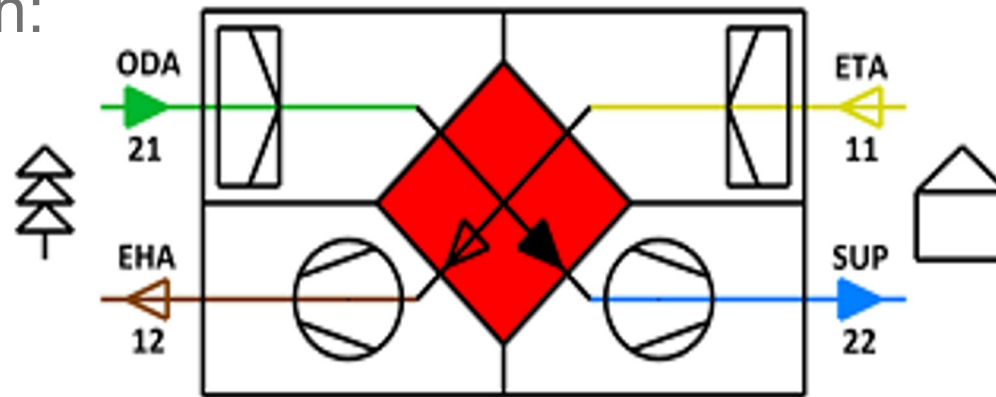
Hővisszanyerési hatásosság

A hővisszanyerési hatásfokot az EN 13141-7 szabvány szerint határozzák meg a lakóépületek szellőztetőberendezéseire.

A befúvó és elszívó levegő oldalán:

$$\eta_{t,su} = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \cdot \frac{q_{m22}}{q_{m11}}$$

$$\eta_{t,ex} = \frac{t_{12} - t_{11}}{t_{11} - t_{21}} \cdot \frac{q_{m11}}{q_{m22}}$$



t_{22} a beszívott levegő kilépő hőmérséklete (°C) (t)

t_{21} a beszívott (kültéri) beszívott levegő hőmérséklete (°C)

t_{11} az elszívó levegő belépő hőmérséklete (elszívás) (°C)

t_{12} az elszívott levegő kilépő hőmérséklete (elhasznált levegő) (°C)

q_{m22} a beszállított levegő tömegáram (l/s)

q_{m11} az elszívott levegő tömegáram (l/s)

REHVA Guidebook 25 - Residential Heat Recovery Ventilation

Éves energiahatékonyság

It is based on recovered energy and the heating demand of the ventilation

$$\varepsilon_{\text{sup}} = 1 - (Q_{\text{fűt}} / Q_{\text{ki}})$$

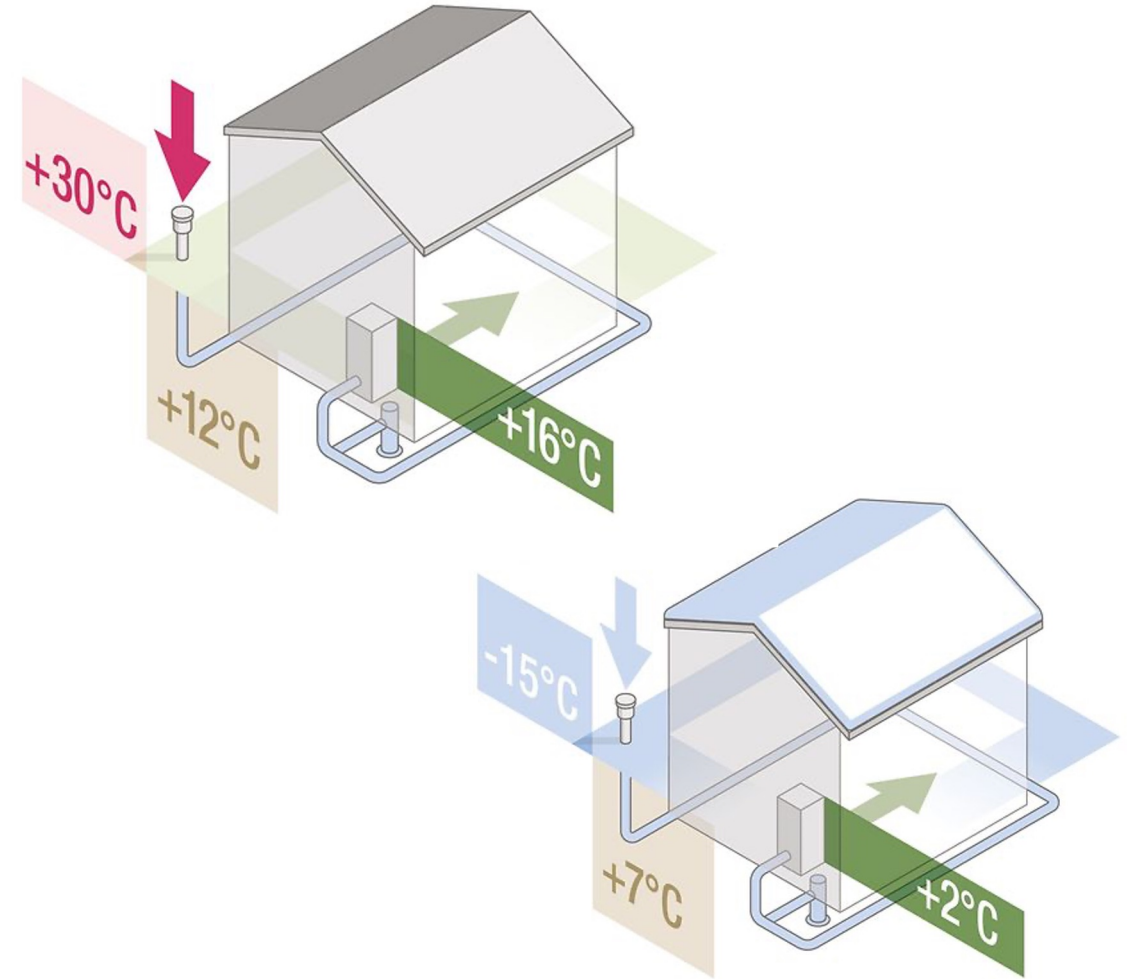
ε_{sup} - a hővisszanyerés éves hatásfoka (1)

$Q_{\text{fűt}}$ - a befűjt levegő éves fűtési energiája, beleértve a leolvasztást is (kWh).

Q_{ki} - a beszívott levegő éves fűtési energiája hővisszanyerés nélkül (kWh).

Földhőcserélők kiegészítő alkalmazása

1-1,5 m mélyen a talajszint alatt az időjárás hatása nem jelentős.
Télen nem hűl le annyira, nyáron nem melegszik fel.
A talajhőcserélővel lehetőség van a szellőzőlevegő előmelegítésére vagy előhűtésére.
Szélsőségesebb éghajlaton hasznos lehet.



Köszönöm a figyelmet!

Barna Edit PhD

Barna.edit@epget.bme.hu

Budapest University of Technology and
Economics

Department of Building Services and
Process Engineering



Erasmus+

A projektet az Európai Bizottság támogatta. A kiadványban megjelentek
nem szükségszerűen tükrözik az Európai Bizottság nézeteit.

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

