



## HI-SMART: HIGHER EDUCATION PACKAGE FOR NEARLY ZERO ENERGY AND SMART BUILDING DESIGN

# 3. MODUL

### 6. FEJEZET: HŐVISSZANYERŐS SZELLŐZTETÉS

Az Európai Unió  
Erasmus+ programjának  
társfinanszírozásával



SLOVAK UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



## 6.1. BEVEZETÉS

A ma épített épületeknek meg kell felelniük a szigorú energetikai követelményeknek, amelyek célja az építőipar energiafelhasználásra és CO<sub>2</sub> kibocsátásra gyakorolt hatásának csökkentése ([EPBD](#) - az épületek energiateljesítményéről szóló irányelv). A régi épületek felújítása szintén aggodalomra ad okot (EU – Renovation Wave vagy az European Green Deal), mivel a felújítandó épületek száma nagy energiamegtakarítási lehetőséget jelent. Az új és a felújított épületek tehát erősen hőszigeteltek és légmentesen záródó nyílászárókkal (ablakok, ajtók stb.) rendelkeznek. Az ilyen épületekben egyre nagyobb szerepet kap a szellőzés és annak energiaigénye. A hőveszteségek legalább 50%-át a szellőzés okozza a manapság épített épületekben.

A szellőzés szerepe azonban nem csak az energiahatékonysággal kapcsolatos. A kisebb energiafelhasználás mellett a tulajdonosoknak és a tervezőknek gondoskodniuk kell arról, hogy a lakók számára elegendő friss levegő (minimális higiénikus szellőzési arány) álljon rendelkezésre, hogy a lakók egészsége és jólléte, termelékenysége megmaradjon. Az elégtelen szellőzés kárt okozhat az épületben, vagy károsíthatja a lakók egészségét (allergia - penész; beteg épület szindróma: fáradtság, légúti gyulladások; termelékenység).

Egy másik épületelem, amelyre hatással lehet a szellőzés (vagy annak hiánya), a nyitott égésterű gázkészülék, amelyet még mindig sok meglévő épületben használnak fűtésre és használati melegvíz előállítására. Ez a probléma főként olyan felújítási projektek esetében jelentkezik, ahol az épületburkot felújítják, de az épületgépészeti rendszerek érintetlenül maradnak. A nyílt égésterű gázkészülékek az égési folyamat levegőellátásához annak a helyiségnek a levegőjét használják, ahol a készüléket elhelyezték. A meghibásodások és balesetek elkerülése érdekében elegendő levegőt kell biztosítani a készülék számára, ami végül a szellőzési hőveszteség növekedését eredményezheti.

## 6.2. SZELLŐZTETÉS

A lakóépületek szellőztetése többféleképpen is megoldható:

- A legegyszerűbb, mégis a legnagyobb energiapazarlás az ablakok kézi nyitása és zárása. Az ablakok kézi nyitásával történő szellőztetés helyes módja a következő: A szellőztetésnek rövidnek és hatékonnak kell lennie - a helyiségeken átívelő huzattal.
- Egy másik lehetőség az ablakokon (vagy ajtókon) lévő légbeömlő nyílások felszerelése. A befúvónyílások működtetésének többféle típusa létezik: a befúvónyílást kézzel lehet nyitni/zárni, higroszkópos működés stb.

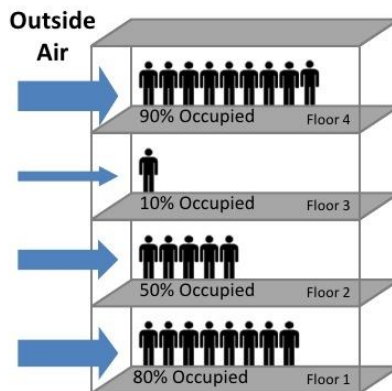
- A lakóépületek szellőztetésére a legfejlettebb és energiatakarékosabb megoldás a hővisszanyeréssel ellátott mechanikus szellőztetőberendezések. Ezt a megoldást később részletesebben is megvizsgáljuk.

Mint fentebb említettük, a szellőztető rendszerek energiaigénye a jelenlegi energiahatékonysági előírásoknak megfelelően épített épületek esetében jelenthet gondot. Vannak azonban olyan módszerek, amelyekkel a szellőztető rendszer energiaigénye csökkenthető, nevezetesen:

- A szellőzés tényleges igényekhez való igazítása és/vagy,
- A szellőzésből származó energia visszanyerése - az elszívott levegőből

**A szellőztetés szabályozása**, azaz az igényvezérelt szellőztetés az, amikor a szellőztetési igényt észlelik, és a működési időt csökkentik azzal az idővel, amikor nincs szükség szellőztetésre (1. ábra).

A minimális szellőztetési sebességre még mindig szükség van, az épület kihasználtságától és az épület igényeitől függően (az elégtelen szellőztetés károsíthatja az épületet, vagy károsíthatja a lakók egészségét).



1. ábra. Igény szerint szabályozott gépi lélegeztetés [<https://www.horizon-engineering.com>]

Megjegyzés: A Sars-Cov-2 világjárvány idején nem ajánlott az igény szerinti szabályozott szellőztetés. Ehelyett a szellőztetést ajánlották növelni, hogy a vírus koncentrációja ne növekedjen a beltéri helyiségekben.

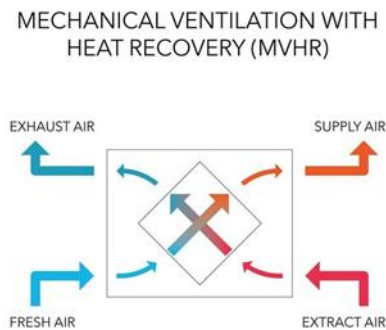
### 6.3. A HŐVISSZANYERÉS SZEREPE A SZELLŐZÉSSEN

A szellőzőlevegőt télen fűtik, nyáron pedig néha hűtik. A hővisszanyerős szellőztetéssel a fűtésre felhasznált hőenergia csökkenthető.

A hővisszanyerés szerepe az energiamegtakarításhoz való hozzájárulás, és számos európai országban ez elengedhetetlen az EPB-irányelvben előírt célértékek eléréséhez, főként éghajlati okok miatt. Szükséges továbbá az előírt beltéri levegőminőség és a lakók hőkomfortjának fenntartása érdekében is. [1]

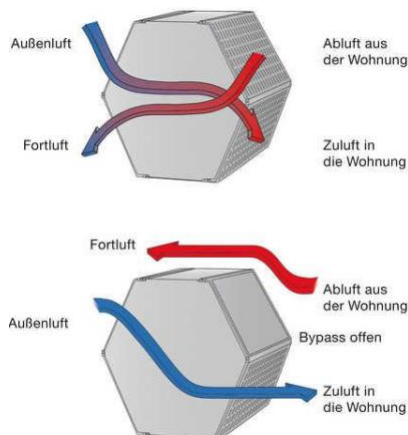
### A hővisszanyerő szellőztetés működése

**Télen:** Az elszívott levegőben lévő maradék hő visszanyerésével a bejövő friss levegő előmelegszik, és a beszállított levegő entalpiája megnő, mielőtt belépne a helyiségekbe. A hővisszanyerővel ellátott szellőztető egységek jellemzően a távozó levegő hőjének 75-95%-át nyerik vissza.



2. ábra. A hővisszanyerős szellőzés működése télen [forrás: passivehouseschool]

**Nyáron:** A forró friss levegő belép a készülékbe, lehűl a hőcserélőben, és egy ventilátor továbbítja a levegőt a helyiségbe. A lakás vizes helyiségeiből a nedves elszívott levegő távozik. Ez az eltávolított levegő lehűti a hőcserélőben a bejövő levegőt. Ha kint hűvösebb az időjárás (éjszaka, földi hőcserélő), akkor egy bypass kerül alkalmazásra, és nem történik hőcsere a be- és elszívás között. A bypass működése a 3. ábrán látható.



### 3. ábra. Az MVHR működése nyáron - by-pass

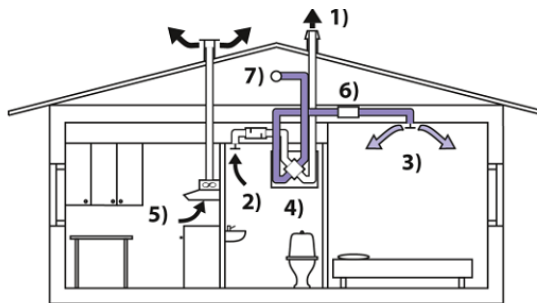
forrás: Zehnder [<https://www.international.zehnder-systems.com/>]

## Entalpia hővisszanyerés vagy EHR

Ebben az esetben nemcsak a hő, hanem a elhasznált levegőből származó nedvesség is visszanyerhető. Például télen a száraz friss levegőt az elhasznált levegő nedvességtartalmával lehet párasítani. Ennek működéséhez egy előfeltétel van, nevezetesen belső nedvességkibocsátásra van szükség. Nyáron ez hasonlóan működik, de ellenkező irányban; a szárazabb elhasznált levegő csökkentheti a bejövő friss levegő nedvességtartalmát.

## 6.4. HŐVISSZANYERŐS SZELLŐZTETŐ RENDSZEREK TERVEZÉSE

A lakóépületekben a legelterjedtebb rendszer az, amikor a levegőt csatornákon és ventilátorokon keresztül juttatják a hálószobákba és a nappalikba, és a konyhákból, fürdőszobákból és WC-kből hővisszanyerés után csatornákon keresztül távozik. Gyakran a konyhai páraelszívók is elszívják a levegőt, ebben az esetben hővisszanyerés nélkül (lásd a 4. ábrát.).



4. ábra. A gépi szellőzés működése lakóépületekben [1]

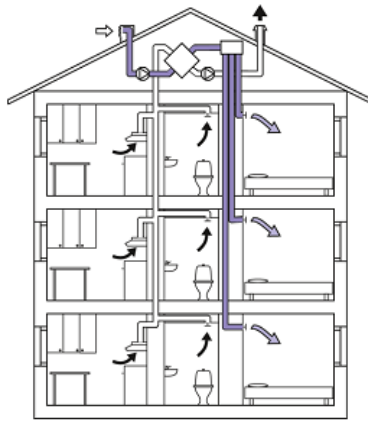
(Magyarázat a 4. ábrához: 1 - távozó levegő; 2 - elszívott levegő; 3 - hálószobai levegőellátás; 4 - hővisszanyerős szellőzőegység; 5 - konyhai elszívó; 6 - hangcsillapító; 7 - kültéri levegőbevezetés.)

A kültéri levegő kívülről (7) érkezik, és a szellőztetőegységbe (4) jut. Itt a befűvott levegőt egy hőcserélőben felmelegítik a távozó levegővel, azaz hővisszanyerés történik. Ezt követően a levegő ismét csatornákon keresztül jut el a betáplálási pontokhoz (3). Szükség esetén a szellőzőrendszerből származó zaj csökkentésére hangcsillapítókat (6) használnak. Az elszívott levegőt a helyiségekből, például a fürdőszobákból/vécékből (2) szívják el, és a levegő a hőcserélőn/hővisszanyerőn keresztül halad át, hogy felmelegítse a bejövő friss levegőt.

A lakóépületek esetében a terek szellőztetésére különböző rendszerek állnak rendelkezésre:

- központosított
- decentralizált
- egyedi helyiségzellőztetés

### Központosított rendszerek



5. ábra. Központi gépi szellőztetés egy lakóházban [1].

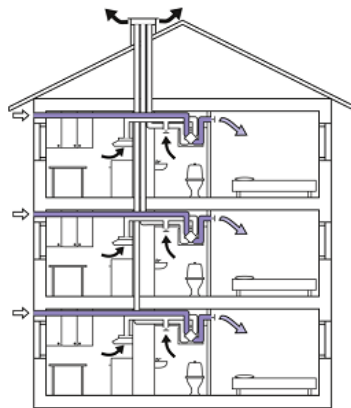
A koncepció hasonló ahhoz, amit korábban a lakóépületek esetében láthattunk. Egy központi szellőztetőegység látja el az épületben lévő lakásokat a hálósobákba, nappalikba vezető csatornákon keresztül. A konyhákból, fürdőszobákból és WC-kből a levegőt minden lakásból külön-külön szívják el. Az elszívócsatornákon keresztül a levegő egy gyűjtődobozba jut, és azután az áporodott, de meleg levegő a szellőztetőegység hőcserélőjébe kerül. Ezt követően az elhasznált levegő eltávolításra kerül az épületből. Ennek a központosított rendszernek a vezérlése a decentralizált megoldáshoz képest némileg bonyolultabb. A rendszer karbantartása azonban egyszerűbb.

*Megjegyzés az 5. ábrához.*

*A REHVA-útmutatóból származó sematikus rajz néhány gyakorlati kérdést vet fel, amelyekre érdemes odafigyelni. Az ábra azért hasznos, mert nagyon könnyen követhető és megérthető vele a rendszer működése. Mindazonáltal a valóságban a hővisszanyerő egység elhelyezése a*

padláson sok figyelmet igényel. Fennállhat a veszélye annak, hogy a padlás nem rendelkezik megfelelő szigeteléssel, ezért a hővisszanyerő berendezés nem fogja tudni betölteni a szerepét. Magát a készüléket is szigeteléssel kell ellátni, ha a padláson helyezik el. Egy másik kérdés, amelyre figyelmet kell fordítani, a friss levegő beszívása a tetőről, mivel Európa legtöbb éghajlatán a hó problémát okozhat a levegő beszívásában. Ezenkívül nyáron a tető hője meghibásodást vagy túlzott hűtési igényt okozhat, ha a levegőt onnan szívják.

### Decentralizált rendszerek

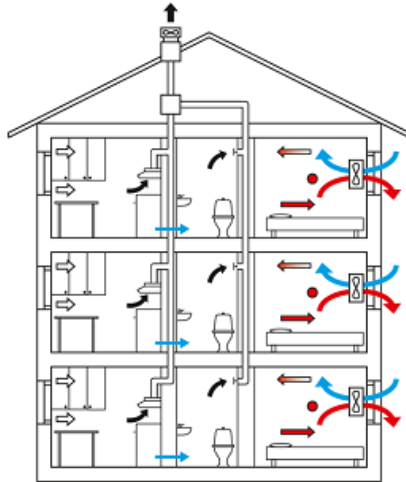


6. ábra. Decentralizált gépi szellőztetés egy lakóházban [1]

Ebben az esetben az egyes lakások különálló, kisebb szellőztető hővisszanyerő egységekkel rendelkeznek, amelyeket egy másodlagos térben (pl. WC) helyeznek el. A friss levegőt kívülről szívják be, és a lakás szellőztető egységébe jutó elhasznált levegő segítségével melegítik fel. A fellemelegített levegő a hálószobákba, nappalikba kerül. Ezt követően a levegőt elszívják a fürdőszobákból, WC-kből vagy konyhákból, és a hőcserélőhöz vezetik. A szellőztetőegységéből a levegő külön csatornákon keresztül (minden lakásnak sajátja van) a szabadba távozik.

### Egyedi helyiségzellőztetés

Az épületek felújítása esetén gyakran nem lehetséges az épületek szellőztetésére szolgáló csatornarendszerek és központi egységek telepítése. Egy lehetséges szellőzési/hővisszanyerési megoldás a helyiségzellőztető egységek alkalmazása.



7. ábra. Egyedi helyiségzellőztetés hővisszanyeréssel [1]

A hálósobákban és/vagy a nappaliban szellőztetőegységeket helyeznek el. Ha van egy régi mechanikus elszívórendszer, az jelentősen befolyásolhatja ezeknek az egységeknek a hatékonyságát, mert amikor a fürdőszobákból vagy WC-kből elszívják az elszívott levegőt, akkor a készülékben a beszívott levegő áramlása megnő, ami kiegyensúlyozatlan állapotot eredményez, amikor a beszívott levegő áramlása nagyobb, mint a készüléken áthaladó elszívott levegő áramlása.

A hangcsillapítás nem lehetséges az ilyen típusú megoldások esetében, és a hideg éghajlatú országokban szükség van egy leolvasztási stratégiára.

## 6.5. TERVEZÉSI PARAMÉTEREK

Számos paramétert kell figyelembe venni a hővisszanyerő szellőztetőberendezés tervezésekor:

- Levegőáramlási sebességek
  - az otthonok beltéri levegőminőségének javítása,
  - a nedvesség és a szennyező anyagok eltávolítására,
- Energiafogyasztás (elektromos)
- Zaj és huzat

### Szükséges levegőmennyiség

Az EN 16789-1 meghatározza a szükséges levegőmennyiséget személyenként, kategóriák szerint:

- I. kategória: 10 l/s



- II. kategória: 7 l/s
- III. kategória: 4 l/s

A megadott értékek és a lakóépületek esetében a 0,5 1/h légcsereszám adják a szellőzőrendszerek tervezésének alapját.

A következő táblázat (1. táblázat) tartalmazza a lakóépületekben szükséges minimális levegő mennyiségeket.

1. táblázat. Lakóépületekben előírt minimális légmennyiségek [1]

	Ellátás (l/s)	Kivonat (l/s)	Levegősebesség (m/s)
Nappali >15m <sup>2</sup>	8+0.27 l/s,m <sup>2</sup>		0.1
Hálószobák >15m <sup>2</sup>	14		0.1
Nappali- és hálószobák 11-15m <sup>2</sup>	12		0.1
Hálószobák <11m <sup>2</sup>	8		0.1
WC		10	

Fürdőszoba		15	
Konyha/páraelszívóval		8 / 25	

A kiegyensúlyozott szellőzés érdekében a beszívott levegő mennyiségének meg kell egyeznie az elszívott mennyiséggel. A táblázatból kiindulva előfordulhat, hogy a teljes beszívott és a teljes elszívott levegő mennyisége nem egyenlő. Ilyen esetekben az alacsonyabb értéket meg kell növelni, hogy megfeleljen a magasabbnak. Lakások esetében általában az elszívott levegő áramlási sebessége határozza meg a tervezési légmennyiséget, és a kiegyensúlyozott rendszer érdekében növelni kell a beszállítás mértékét.

### **Konyhai páraelszívók kérdése**

Az új és légmentesen lezárt épületekben a páraelszívók nem tudják a levegőt kívülről a belső térbe szívni a szennyezőanyagok eltávolítása érdekében, ezért a légáramlást kompenzálni kell. A páraelszívók olyan berendezések, amelyek működés közben körülbelül 25 l/s levegőt szívnak el. Ha ezt a légáramlást nem kompenzálják, akkor a belső térben negatív nyomás alakulhat ki. A negatív nyomás azt eredményezheti, hogy pl. a gyermekek nem tudják kinyitni az ajtókat. Ha a páraelszívókat nem kompenzálják, ügyelni kell arra, hogy a túlzott negatív nyomás ne legyen nagyobb 30 Pa-nál - ami az ajtónyitás határértéke.

### **Huzat**

A huzatérzet a levegő sebességétől, a levegő hőmérsékletétől és a turbulencia intenzitásától függ. A huzat (DR) az egyik olyan kellemetlen paraméter, amelyet el kell kerülni, ezért tervezési értéként 0,1 m/s maximális átlagos légsebesség ajánlott. Ebben az esetben a DR értéke 10%, ami azt jelenti, hogy a huzat miatt elégedetlenek aránya 10%. Az EN 16798:1 [5] tartalmazza ezt a helyi diszkomfort tényezőt. (Eredet: ISO 7730)

Meg kell jegyezni, hogy vannak olyan esetek, amikor a huzat növelheti a lakók komfortérzetét. Ez igaz például nyáron, amikor a huzat kellemes lehet, és nagyobb légsebesség is megengedhető.

### **Zaj**

A lakóépületekben a zaj jelenthet problémát, mivel a csendesebb környezetben az emberek érzékenyebbek a zajra. A következő táblázat (2. táblázat) tartalmazza a lakókörnyezetben a különböző terekben maximálisan megengedett hangnyomásszinteket.

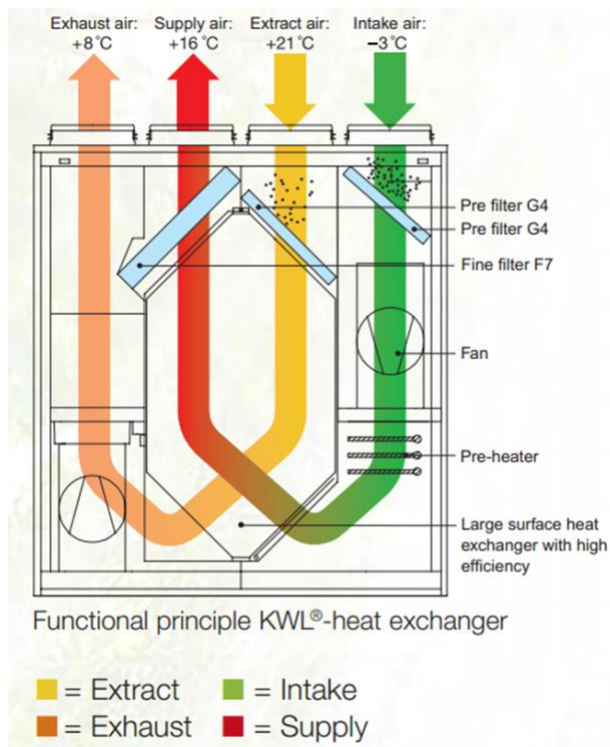
2. táblázat. Tervezési egyenértékű folyamatos zajszint [1]

Tervezési egyenértékű folyamatos zajszint, LAeq,nT	dB (A)
Hálószoba	25
Nappali	30
Vizes helyiség	35

Meg kell jegyezni, hogy a zaj nem csak a belső térben jelent problémát, hanem a szellőzés által okozott zajszint nem haladhatja meg a 45 dB(A) értéket az épület erkélyén vagy a szomszéd ablakán.

## 6.6. A HŐVISSZANYERŐS SZELLŐZŐ RENDSZEREK RENDSZERELEMEI

### Hővisszanyerő egység



8. ábra. Az MVHR egység felépítése [forrás: [www.heliosventilatoren.de](http://www.heliosventilatoren.de)] [2] [3]

A hővisszanyerő egység leglényegesebb része maga a hőcserélő.

A hőcserélők lehetnek rekuperatívák, mint a lemezes hőcserélők, vagy regeneratívák, mint a forgó dobos hőcserélők.

**A lemezes hőcserélők** ellenáramúak, mivel ez a megoldás hatékonyabb az ilyen hővisszanyerési feladatoknál. A lemezes hőcserélők vékony fémrétegekből (alumínium vagy acél) állnak, amelyek úgy vannak elrendezve, hogy az egyik oldalról elszívott levegő belép az egységbe, és hőcserét hajt végre a bejövő friss levegővel, amely az ellenkező irányból lép be az egységbe, és az egység különböző rétegeibe áramlik. Így a két áramlás el van zárva egymástól, csak a hőmérsékletet adják át a fém lamellákon keresztül. [3]



9. ábra. Lemezes hőcserélő működése

[forrás: <https://ericorporation.com/products/aluminum-plate-counterflow-heat-exchanger/>]

*Megjegyzés: A Sars-Cov-2 világjárvány tekintetében a lemezes hőcserélők üzemeltetése biztonságos; nem jelent kockázatot (a bejövő levegő nem szennyeződik), a forgódobos hőcserélőknél meg kell vizsgálni a szivárgás mértékét - a szivárgás nem lehet több 5 %-nál, hogy üzemeltethetők legyenek.*

A szellőzőrendszerben alkalmazott ellenáramú hőcserélők **előnyei:**

- Magas érzékelhető hővisszanyerés
- A friss és elszívott levegőáram teljes szétválasztása - nincs szag- vagy nedvességátvitel
- Akár 93%-os hővisszanyerési hatékonyság
- Az alumínium korrózióálló

A szellőzőrendszerben alkalmazott ellenáramú hőcserélők **hátrányai:**

- Figyelemmel kell lenni arra, hogy bizonyos körülmények között a hőcserélőben kondenzáció jöhet létre. Ebben az esetben a kondenzált vizet biztonságosan el kell távolítani.
- A hőcserélők érzékenyek a fagyásra.

## Forgódobos hőcserélők



10. ábra. Forgódobos hőcserélő [forrás: <https://ericorporation.com/products/rotary-heat-exchanger/>]

A forgódobos hőcserélők működése [3]:

Télen a forgódobos hőcserélőt a belülről elszívott levegővel fűtik, eközben a külső levegőt a hőcserélővel fűtik.

Nyáron a forgódobos hőcserélő fűléit az elszívott levegő lehűti, és a hőt átadja a beáramló levegőnek.

A forgó hőcserélőkben a nedvesség is átkerül az ellenirányú ágba, mivel a kerék fűléit olyan anyagokkal vonják be, amelyek képesek nedvességet felvenni és leadni (higroszkópos kezelés).

Így egy ilyen hőcserélőben mind az érzékelhető hőcsere (a hőmérsékletkülönbség miatt), mind a látens hőcsere (a kondenzáció-párolgás miatt) megjelenik.

A forgódobot a két légáramlat között forgatják, azaz ha egyszer felmelegedett az egyik oldalon, akkor a másik oldalra forgatják, hogy felmelegítse a hideg áramlatot.

Az ilyen forgó hőcserélő hatékonysága akár 85%-os is lehet, és a fagyás ritkán jelent problémát, így hideg éghajlaton is használható. A páratartalom átadása szintén előnyös lehet hideg éghajlaton, mivel a beltéri alacsony relatív páratartalom elkerülhető vele.

Figyelmet kell fordítani arra, hogy a forgódobos hőcserélők nem feltétlenül alkalmazhatók kis lakások esetében, ahol nagy a lakószám.

**A hővisszanyerő egységek kiválasztása [1]:**

A hővisszanyerő egység kiválasztásához:

- a tervezési légmennyiségnek ismertnek kell lennie (a helyiségek légáramainak összege)
- a csatornarendszer nyomásesését feltételezni kell (a tényleges nyomásesést később kell kiszámítani):

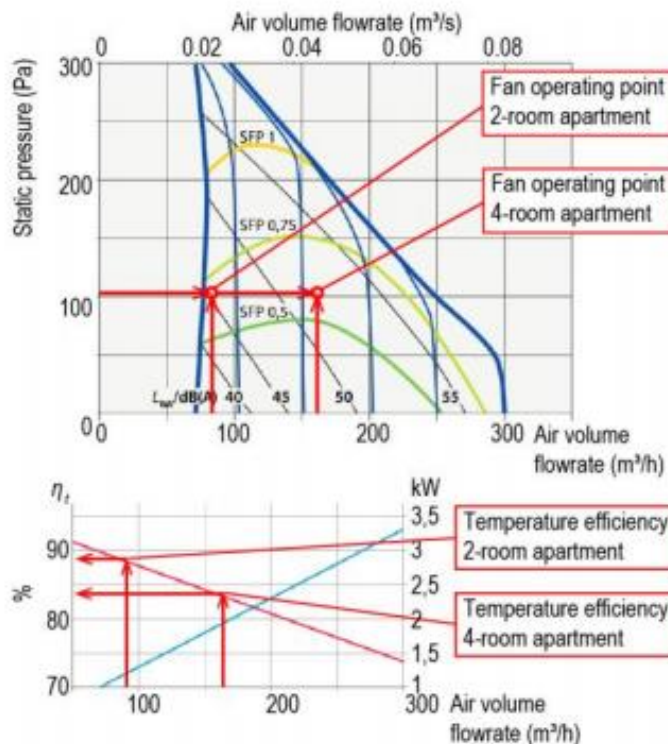
o Kisebb lakások esetén a nyomásesés kezdeti értéke 100 Pa lehet.

o Az társasházak esetében a nyomásesés kezdeti értéke 200 Pa lehet.

o 50 Pa-t kell hozzáadni, hogy figyelembe lehessen venni a pl. a szűrők által működés közben okozott nyomásesést.

Ezen adatok alapján a gyártók katalógusaiból kiválasztható a készülék.

Az egység kiválasztása után a konkrét ventilátor teljesítménye áll rendelkezésre.



11. ábra Példa a ventilátor fajlagos teljesítményének meghatározására [1]

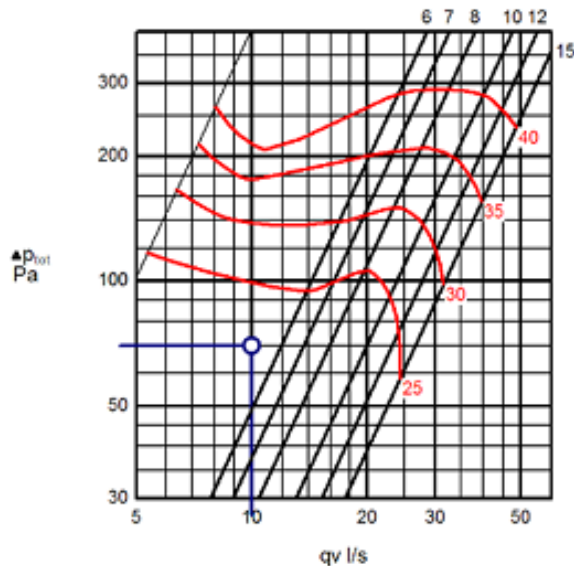
A 11. ábrán egy légkezelő egység diagramjának példája látható, amely egy katalógusból származik a szükséges légmennyiség biztosításához szükséges konkrét ventilátorteljesítmény meghatározásához. A diagramon két eset van feltüntetve: egy 2 szobás és egy 4 szobás lakás ventilátorának működési pontja. A ventilátor munkapontjának az üzemi terület közepén kell

lennie tiszta szűrőkkel, hogy amikor a szennyezett szűrő miatt megnő a nyomásesés, az szükséges légmennyiséget fenn lehessen tartani.

### Befúvó egységek

A légbefúvóknak számos követelménynek kell megfelelniük [1]:

- A készüléknek olyannak kell lennie, hogy a befúvott levegő elérje a lakott zónát.
- A diffúzoroknak és az elszívórácsoknak rendelkezniük kell nyomásesés-beállítási lehetőséggel a szükséges áramlási sebességek beállításához.
- A diffúzorok és rácsok nyomásesése nem lehet túl nagy, mert ez nagyobb ventilátorteljesítményt és nagyobb energiafelhasználást eredményez.
- A diffúzorok és rácsok nem okozhatnak zajt.



12. ábra. Kiválasztási diagram a előremenő oldali diffúzorhoz [1]

A 12. ábrán egy példa látható az légbefúvó kiválasztási diagramjára. A piros vonalak a hangnyomásszinteket jelzik. A kék vonalak azt az esetet jelölik, amikor a légáram 10 l/s és a hangnyomásszint 25 dB-nél alacsonyabb. Az X tengelyek a levegő térfogatáramot (l/s), míg az Y tengelyek a hangnyomásszintet (Pa) jelölik.

### A rendszerelemek elhelyezése

Gondoskodni kell arról, hogy a légkezelő egységet úgy helyezték el, hogy kényelmesen csatlakoztatható legyen a légcsatornához, az elektromos hálózathoz és a kondenzvíz-



elvezetőhöz, és elegendő hely és hozzáférés legyen a későbbi karbantartáshoz. Az egységeket beltérben kell elhelyezni (pl. konyha, folyosó, fürdőszoba).

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

### Légcsatornák

A légcsatornáknak elég nagyoknak kell lenniük ahhoz, hogy a levegő sebessége a zaj és az energia szempontjából megengedett határértékeken belül maradjon. A speciális polimer csatornák extra hangcsillapítást, alacsony ellenállást és higiénikus légszállítást biztosítanak.

## 6.7. NYOMÁSESÉS SZÁMÍTÁSOK

A nyomásesés kiszámítása:

- Súrlódás miatti nyomásesés
- A csatornarendszer elemeinek, például a kanyaroknak, elágazásoknak, légtelítőknak, csappantyúknak a nyomásvesztése.

**Súrlódás miatti nyomásesés** (visszanyúlva az áramlástan alapjaihoz) :

- A légcsatorna méreteitől és a levegő sebességétől függ.
- A légcsatornákat úgy kell méretezni, hogy a súrlódási nyomásesés ne haladja meg a 0,6-1 Pa/m értéket,
- A légsebességeket ellenőrizni kell a zaj szempontjából.

A csőelemek nyomásesése a következőktől függ:

- légsebesség,
- a csőhálózati elemek nyomásvesztési együtthatói.

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

ahol,

$\Delta p$  - nyomásesés (Pa);

$\xi$  - nyomásvesztés együttható,

$p_d$  - dinamikus nyomás

## Szűrők

A szellőztetőberendezés szűrőinek kiválasztásakor számos (nemzeti, uniós szintű stb.) iránymutatást lehet követni. Itt kettőt említünk:

- a) A 2008/50/EK irányelv szerinti cél
  - a. a PM10 éves átlagának  $< 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a PM2,5 éves átlagának pedig  $< 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kell lennie.
- b) WHO-irányelv
  - a. a PM10 éves átlagértékére vonatkozó célérték  $< 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a PM2,5 éves átlagértékére vonatkozó célérték pedig  $< 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Elmondható, hogy a jelenleg rendelkezésre álló szűrési technológia alkalmazásával megvalósítható a WHO szigorúbb célkitűzése.

A helyi kültéri PMx-értékek megtalálhatók a WHO légszennyezettségi adatbázisában. A szűrőket a kezdeti nyomáscsökkenés kétszeresénél vagy legalább évente egyszer ajánlott cserélni.

### 6.8. SPECIÁLIS VENTILÁTOR TELJESÍTMÉNY (SFP) ÉS A VENTILÁTOR ELEKTROMOS FOGYASZTÁSA

A kívánt/tervezett rendszer nyomásvesztésének kiszámítása lehetővé teszi a ventilátor pontos fajlagos teljesítményének kiszámítását.

50 Pa-t kell hozzáadni, hogy figyelembe vegyünk a szűrők nyomásesésének növekedését működés közben. Az SFP meghatározása után meg lehet becsülni az éves energiafelhasználást:

A ventilátor éves villamosenergia-felhasználása:

$$E_v = \text{SFP} \cdot q_v \cdot \tau \cdot \eta \quad \text{kWh}$$

Ahol:

$E_v$  - villamosenergia-felhasználás (kWh),

SFP - ventilátor fajlagos teljesítménye ( $\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ ),

$q_v$  - légáramlás ( $\text{m}^3/\text{s}$ ),

$\tau$ - idő (h - 8760h)

A hővisszanyerési hatásfok (más néven hőmérsékleti arány) és a ventilátor fajlagos teljesítménye a szellőztetőegységek termikus és elektromos hatásfokát jellemzi. Az SFP a légmozgás hatékonyságát írja le, amely a térfogatáramon és a teljes felvett teljesítményen alapul.

$$SFP=P/q_v \quad (\text{kW}/(\text{m}^3 \text{ s}))$$

Ahol:

P - a szellőztetőegység teljes felvett teljesítménye, beleértve a ventilátorokat, a működtető és a vezérlőelemeket, kW,

$q_v$  - tervezési térfogatáram ( $\text{m}^3 / \text{s}$ )

A hővisszanyerési hatásfok az EN 13141-7 [6] szabvány szerint számítható ki a lakóépületek szellőztetőberendezéseire. A 13. ábra segít megérteni, hogyan kell a hőmérséklet- és tömegáram-arányokat figyelembe venni, hogy a be- és elszívási hatásfokok kiszámíthatók legyenek.

$$\eta_{t,sup} = \frac{t_{22}-t_{21}}{t_{11}-t_{21}} \cdot \frac{q_{m22}}{q_{m11}} - \text{beszívási hatásfok}$$

$$\eta_{t,exh} = \frac{t_{12}-t_{11}}{t_{11}-t_{21}} \cdot \frac{q_{m11}}{q_{m22}} - \text{elszívási hatásfok}$$

Ahol:

$t_{22}$  a beszívott levegő kilépő hőmérséklete ( $^{\circ}\text{C}$ ) (t)

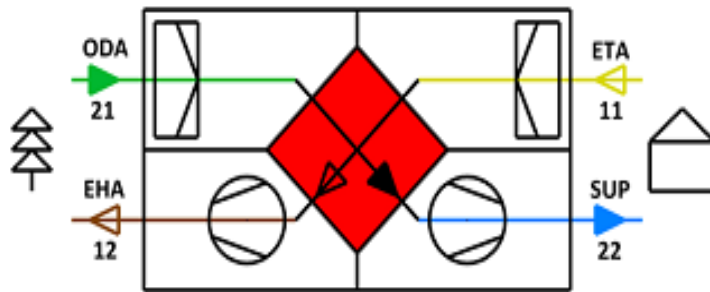
$t_{21}$  a beszívott (kültéri) beszívott levegő hőmérséklete ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_{11}$  az elszívó levegő belépő hőmérséklete (elszívás) ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_{12}$  az elszívott levegő kilépő hőmérséklete (elhasznált levegő) ( $^{\circ}\text{C}$ )

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

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



13. ábra. A hővisszanyerési hatások számításának vázlata [1]

Az éves energiahatékonyság a visszanyert energia és a hővisszanyerés nélküli szellőztetés fűtési igényének arányán alapul. (EN 16798-3:2017) [4].

$$\varepsilon_{\text{sup}} = 1 - (Q_{\text{coil}} / Q_{\text{off}}) \quad (1)$$

$\varepsilon_{\text{sup}}$  - a hővisszanyerés éves hatásfoka (1)

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

$Q_{\text{off}}$  - a beszívott levegő éves fűtési energiája hővisszanyerés nélkül (kWh).

## 6.9. KIEGÉSZÍTŐK A HŐVISSZANYERŐS SZELLŐZÉSHEZ

A hővisszanyerő szellőztetőberendezések kiegészíthetők talajkollektoros levegő hőcserélővel.

Ebben az esetben 1-1,5 m-rel a talajszint alatt légcsatorna elemeket kell elhelyezni. Ebben a régióban a külső időjárás hatása nem jelentős.

Télen a levegő a talaj melegével előmelegíthető, így kerül az előmelegített levegő a szellőzőrendszerbe, nyáron pedig a levegő a talajban előhűthető. Ezek a rendszerek hasznosak lehetnek szélsőséges hőmérsékletű éghajlaton.

Irodalomjegyzék

[1] REHVA Guidebook No. 25.: Lakossági hővisszanyerő szellőztetés

[2] Helios - KWL és más gyártók hővisszanyerő termékei

[3] ASHRAE kézikönyv: HVAC Systems and Equipment

[4] EN 16798-3: Épületek energiateljesítménye. Épületek szellőzése. Rész 3: Nem lakóépületek számára. A szellőztető és helyiségkondicionáló rendszerek teljesítménykövetelményei (M5-1, M5-4 modulok).

[5] EN 16798-1: Épületek energiateljesítménye. Épületek szellőzése. 1. rész: Beltéri környezeti bemeneti paraméterek az épületek energiateljesítményének tervezéséhez és értékeléséhez a beltéri levegő minőségével, a termikus környezettel, a világítással és az akusztikával kapcsolatban. M1-6 modul

[6] EN 13141-7:2021: Épületek szellőztetése. Alkatrészek/termékek teljesítményvizsgálata f vagy lakásszellőztetés. 7. rész: Csatornás mechanikus be- és elszívó szellőztető egységek teljesítményvizsgálata (beleértve a hővisszanyerést is).

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

