



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

# 3. MODUL

## 2. FEJEZET: KONDENZÁCIÓS KAZÁNOK

Az Európai Unió  
Erasmus+ programjának  
társfinanszírozásával



SLOVAK UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



### 3.2.1 AZ ELMÉLET ALAPJAI

#### IRÁNYELVEK

Az épületek nagy százalékát Európában gázkazánokkal fűtik. A kiváló technológia nagy fejlődésen ment keresztül az évtizedek során, de az energiahatékonyság és a környezetvédelem megkerülhetetlen ezeknél a berendezéseknél is. Az Európai Bizottság két irányelvben fogalmazta meg a gázkazánok hőtermelésére vonatkozó követelményeket.

#### **813/2013/EU irányelv :**

Az Európai Unióban közel ötmillió háztartás használ közös, nyitott kéményrendszert. A közös, nyitott kéményrendszerrel rendelkező lakásokban a meglévő helyiségfűtő kazánokat és kombinált kazánokat műszaki okokból nem lehet hatékony kondenzációs kazánokra cserélni. E rendelet követelményei lehetővé teszik, hogy a kifejezetten ilyen összeszerelésre tervezett, nem kondenzációs kazánok továbbra is a piacon maradjanak, hogy elkerüljék a fogyasztók felesleges költségeit, időt adjanak a gyártóknak a hatékonyabb fűtési technológiát alkalmazó kazánok kifejlesztésére, és elegendő időt biztosítsanak a tagállamoknak a nemzeti építési előírások kidolgozására. Ez a rendelet a legfeljebb 400 kW névleges bemenő hőteljesítményű helyiségfűtő készülékek és kombinált fűtőberendezések forgalomba hozatalára és üzembe helyezésére vonatkozó követelményeket állapít meg. szeptember 26-tól a fűtőberendezések hatásfoka és a szezonális helyiségfűtési hatásfok nem lehet alacsonyabb 86%-nál. A 100%-os mért hőteljesítmény mellett mért hatásfok nem csökkenhet 86% alá, a 30%-os mért hőteljesítmény mellett mért hatásfok pedig nem csökkenhet 94% alá.

2018. szeptember 26-tól a fűtőberendezések nitrogén-oxid-kibocsátása nitrogén-oxidokban kifejezve nem haladhatja meg az 56 mg/kWh értéket a gáztüzelésű kazánok esetében.

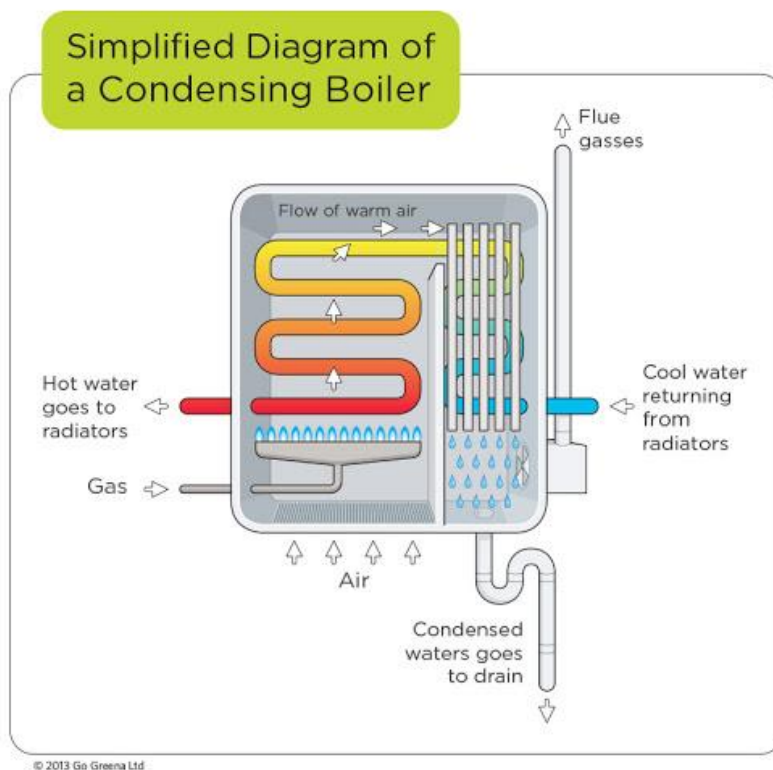
#### **814/2013/EU irányelv:**

A környezettudatos tervezés nem befolyásolhatja a vízmelegítő vagy a melegváltatók működését vagy költségeit, és nem lehet káros hatással az egészségre vagy a biztonságra. Ez a rendelet a legfeljebb 400 kW névleges bemenő hőteljesítményű vízmelegítő és a legfeljebb 2000 liter tárolótérfogatú melegváltatók környezettudatos kialakítására vonatkozik. [1]

#### TECHNOLÓGIAI ÁTTEKINTÉS

A fent bemutatott csökkentések szerint csak kondenzációs kazánok építhetők be az épületekbe. A kondenzációs kazánok olyan tüzelőberendezések, amelyek földgázt vagy PB-

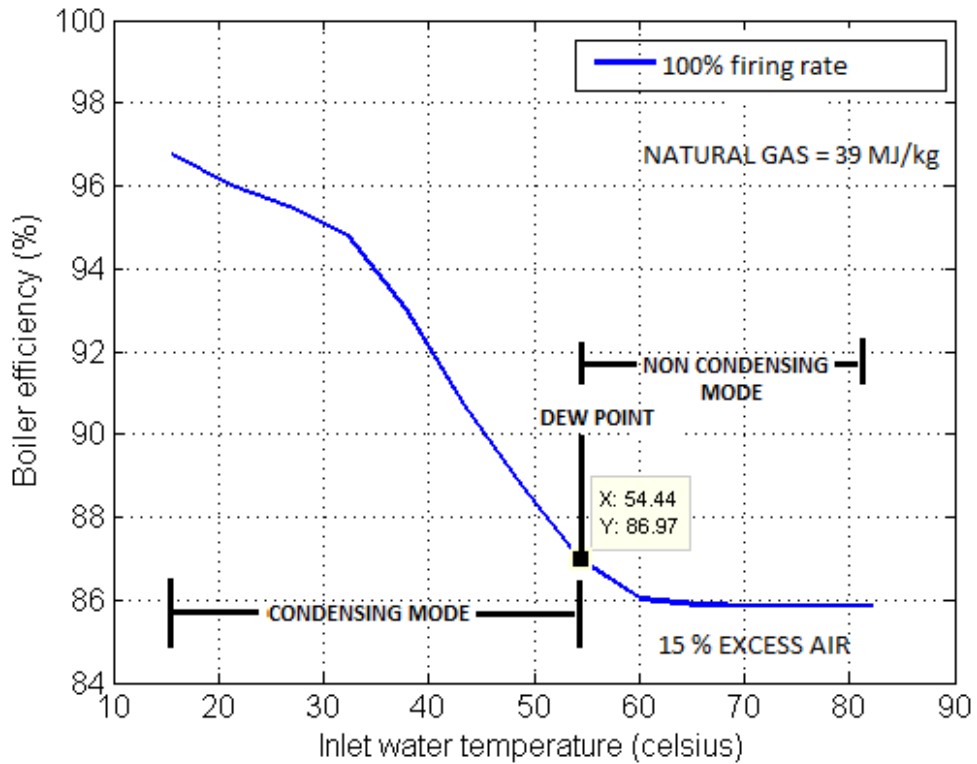
gázt használnak az égetéshez. Az irányelveknek megfelelő hatásfokkal és kibocsátási értékekkel működő berendezések a kondenzáció során kinyerhető látens hő hasznosításából származnak.



Ábra 1: Kondenzációs kazán működése ([www.gogreena.co.uk](http://www.gogreena.co.uk))

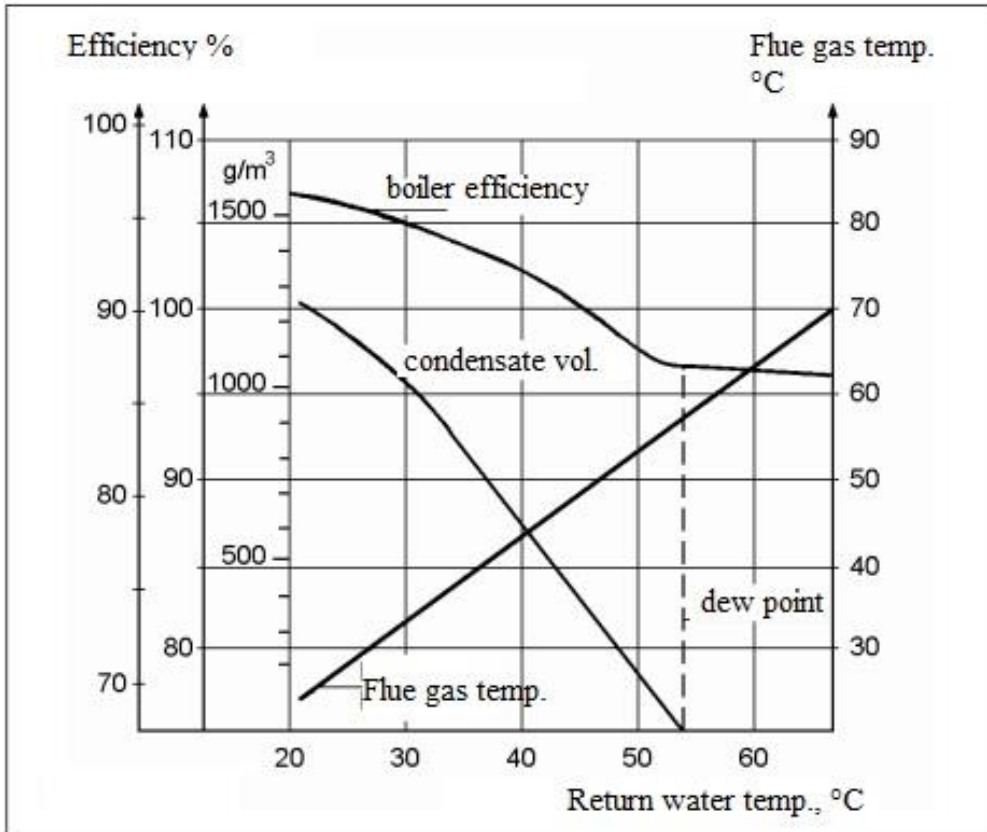
Činnosť kondenzačných kotlov je znázornená na obrázku 1. Podmienkou kondenzácie je dosiahnutie teploty rosného bodu splodín horenia, kedy sa vyzráža vlhkosť splodín horenia. Je možné využiť skryté teplo fázovej zmeny, čím sa zvýši účinnosť kotla. Teplotu rosného bodu je možné dosiahnuť pri teplote spiatocky pod 55 °C. Výmenník tepla kotla je vyrobený z materiálu odolného voči kyselinám, pretože kondenzát je kyslý. Kondenzát je napojený na kanalizačnú sieť. Pri kotloch s jednotkovým výkonom nad 70 kW je potrebné neutralizovať kondenzát. Kotly môžu pracovať s modulovaným výkonom a prispôbovať sa meniacim sa potrebám. Modulačný interval môže byť 1:6, 1:10 atď. Kvôli nízkej teplote spalín môže byť

komín vyrobený aj z plastu. Systémy spalín budú prediskutované podrobnejšie neskôr.



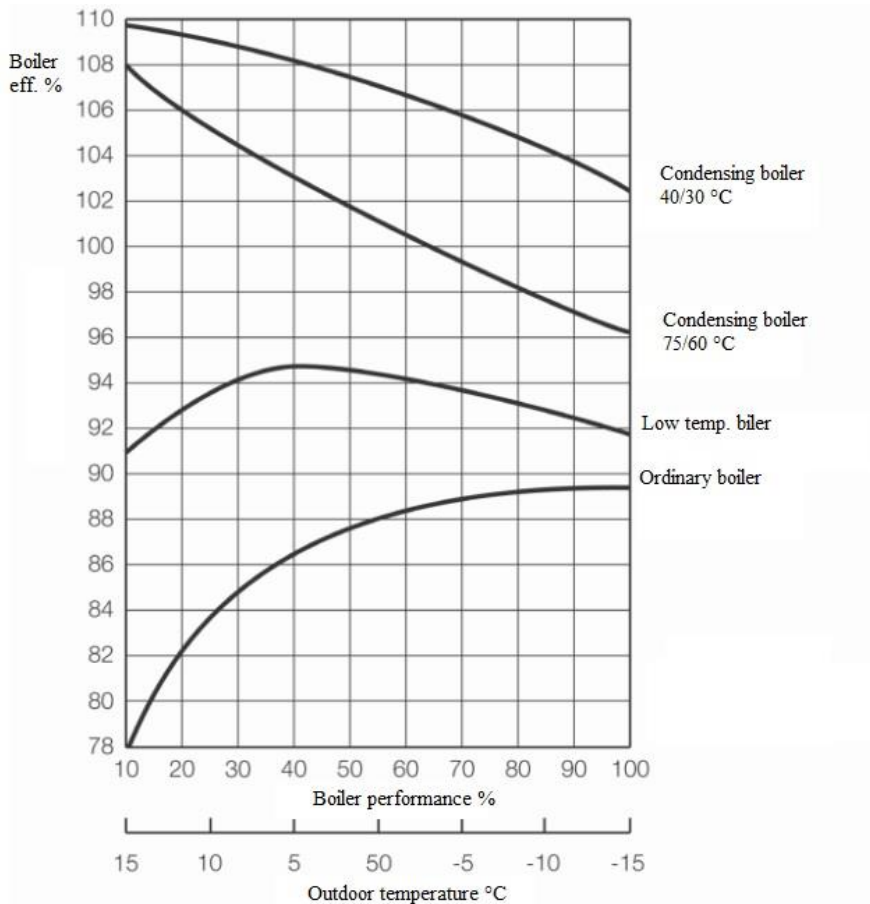
Ábra 2: Kondenzációs kazán működése 2

A 2. ábra a kazán hatásfokának alakulását mutatja a visszatérő hőmérséklet függvényében. Látható, hogy kondenzációs üzemmódban a kazán hatásfoka folyamatosan nő, ahogy a visszatérő víz hőmérséklete csökken. Kb. 55 °C-os visszatérő hőmérséklet felett a kondenzációs üzemmód megszakad. Az ábrán látható görbe a 100%-os modulációs tartományban mért érték, de a karakterisztika minden tartományban hasonló jellemzőket mutat.



Ábra 3: Kondenzációs kazán működése 3

A 3. ábra komplex módon szemlélteti a kondenzációs kazán működését. A visszatérő hőmérséklet függvényében a paraméterek ebben az esetben is szemléltetve vannak. Látható, hogy a harmatponti hőmérséklet alatt a füstgáz hőmérséklete lineárisan csökken, a kondenzátum mennyisége monoton nő, és a hatásfok is növekszik.



**Ábra 4: Kondenzációs kazán működése 4**

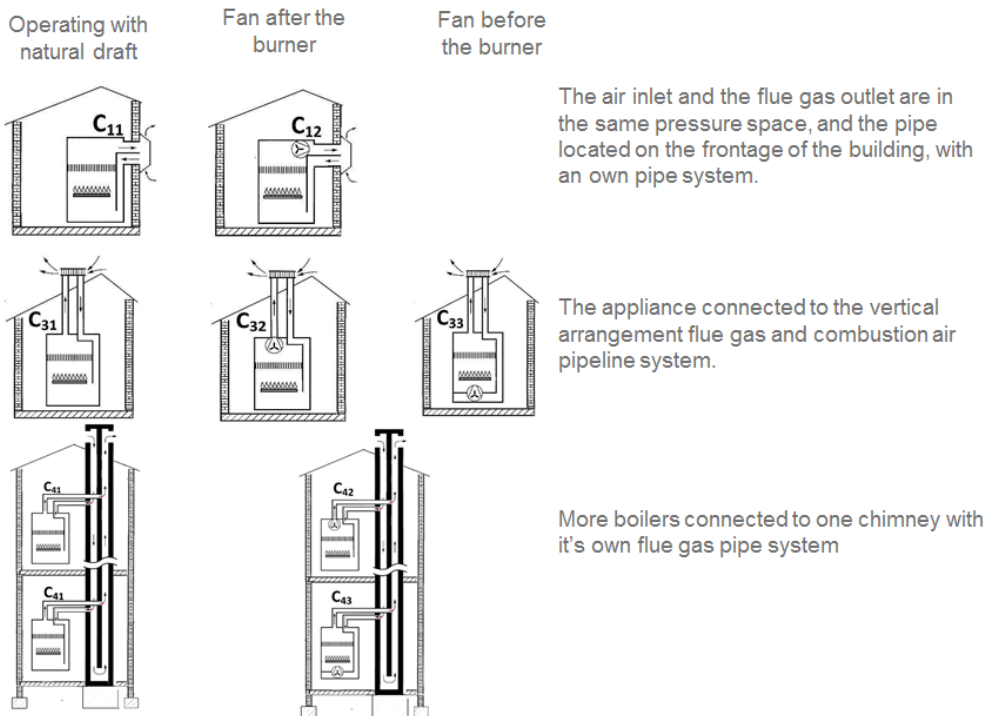
A 4. ábra egy hagyományos gázkazán, egy alacsony hőmérsékletű kazán és két különböző hőmérsékletfokozatú kondenzációs kazán működését mutatja be. A vízszintes tengely a kazánterhelést, valamint a külső hőmérsékletet mutatja. Látható, hogy a hagyományos gázkazánoknál a legnagyobb teljesítmény mellett érhetjük el a leghatékonyabb hatásfokot. Az alacsony hőmérsékletű kazánok esetében látható, hogy a hatásfok részterhelésnél a legkedvezőbb, de ezek a kazánok nem képesek kihasználni a kondenzáció rejtett hőjét. A kondenzációs kazánok esetében az előző ábrákon látható jelleg az oka. A fenti jellemzőkből az is következik, hogy a kondenzációs kazánok tökéletesen alkalmasak alacsony hőmérsékletű fűtési rendszerek ellátására. A magas hatásfok elérése érdekében fontos a radiátoros rendszer méretezése is az alacsony fűtővíz-hőmérsékletre. Az üzemi jellemzőkből az is következik, hogy ezek a készülékek kevésbé kedvező feltételek mellett állítanak elő használati melegvizet.

### 3.2.2 FÜSTGÁZRENDSZEREK

Az EN 15287-2 a kéményrendszerekre vonatkozó követelményeket tartalmazza. Természetesen minden tagállamnak megvannak a saját nemzeti előírásai is. A következőkben az általánosan érvényes szabályokat, elrendezéseket és elveket mutatjuk be.

Az energiahatékonyság és a környezetvédelem mellett talán a legfontosabb követelmény a biztonságos működés. Mivel a kazánok jellemzően beltérben és lakásokban vannak elhelyezve (ez természetesen nem igaz a nagy kazánházi elrendezésekre), a biztonságos működéshez az égési levegőellátást el kell választani a helyiség levegőjétől.

A kondenzációs kazánok jellemzően szeparált égéstérrel rendelkeznek, azaz az égési levegő kívülről érkezik, az égéstermék pedig egy kéményen keresztül távozik. Ezeket a készülékeket "C" típusú kazánoknak nevezik. A nemzetközi jelölési rendszer különbséget tesz a különböző elrendezések között. Az első csoportba a természetes huzattal működő berendezések tartoznak. Ez kevésbé jellemző megoldás a modern deivice-ekben. Ma jellemzően ventilátoros elszívást alkalmaznak, amelynek két típusa van. Az egyik esetben a ventilátor az égő előtt, a másik esetben az égő után helyezkedik el. Az 5. ábra néhány példát mutat ezekre a megoldásokra.



Ábra 5: "C" típusú kéménycsatlakozások

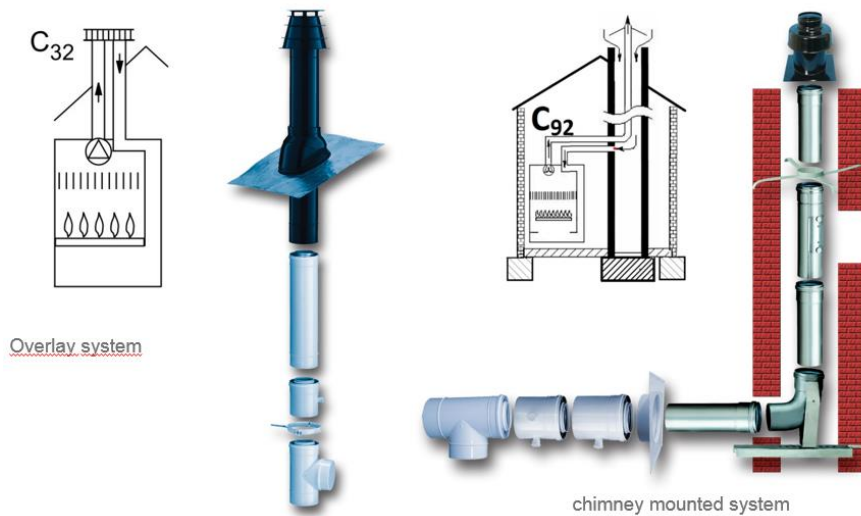
A "C12" típusú füstgázrendszer a legtöbb országban engedélyezett. A 6. ábra ennek a rendszernek a veszélyét mutatja. A kéményt a tízemeletes épület minden emeletén egy-egy homlokzaton keresztül vezették. Az egyes kémények megfelelően működnek, de az égéstermékek a felette lévő lakásba vagy lakásokba áramlanak. Magyarországon ez az elrendezés még akkor sem megengedett, ha a biztonsági feltételek teljesülnek. A 6. ábrán látható épülettípus esetében felmerülhet a kérdés, hogy megfelelő kéményrendszer nélkül hogyan lehet a lakások gázellátását korszerűsíteni. Ez még mindig probléma, Európa-szerte milliók küzdenek ezzel a kérdéssel, amelyre még nincs általánosan elfogadott megoldás.





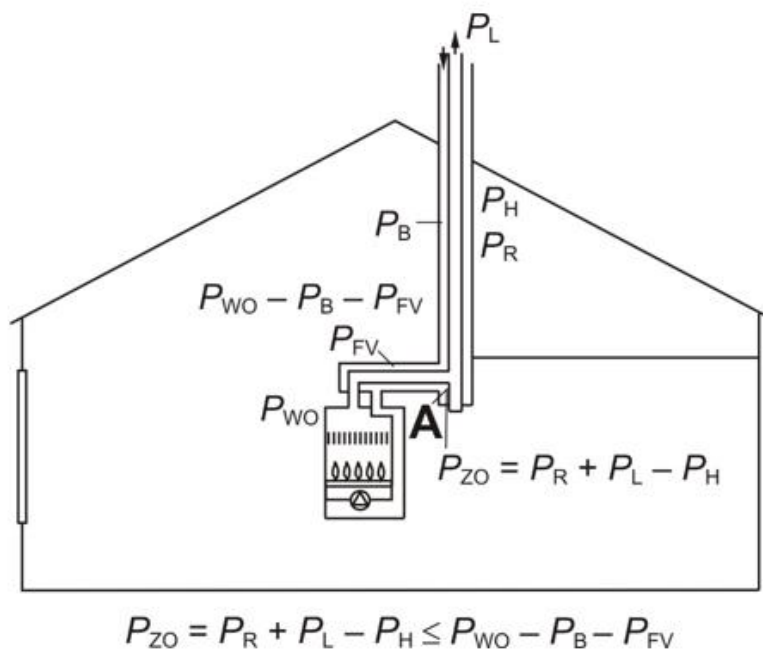
**Ábra 6: C12 kéményrendszer példa**

A kondenzációs kazánok esetében a leggyakrabban alkalmazott megoldás a ráépülő rendszer, vagy a kéményre szerelt rendszer. Egy példa erre a 7. ábrán látható. A kéményrendszereket mindig méretezni kell. A méretezéshez bevezetjük a kéménykör fogalmát.



Ábra 7: Tipikus kéménykialakítások kondenzációs kazánokhoz ([www.almeva.hu](http://www.almeva.hu))

A füstgázrendszer hatékony nyomással és huzattal rendelkezik. Ennek a huzatnak le kell győznie az égési levegő belépő ellenállását, a készülék ellenállását, a kéményben lévő súrlódási és alaki ellenállásokat és nem utolsósorban a környezeti hatásokat, pl. a kéményre ható szélnyomást. A ventilátoros kazánok esetében ugyanez az elv érvényesül, csak ebben az esetben a készülékben működő ventilátor számára a kívánt rendelkezésre álló nyomáskülönbséget kell biztosítani.



Ábra 8: A kémény méretezése

Szimbólumok a 8. ábrán:

$p_W$  - A tüzelőberendezésre vonatkozó tervezet követelménye

$p_b$  - Légbeszívási áramlási ellenállás

$p_{FV}$  - Füstcső ellenállás

$p_r$  - A füstgázcsatorna áramlási ellenállása

$p_H$  - A füstgáz útvonalának elméleti huzata

$p_L$  - szélnyomás

$p_Z$  - a függőleges füstgázszakasz füstgázvezetékének bevezetéséhez

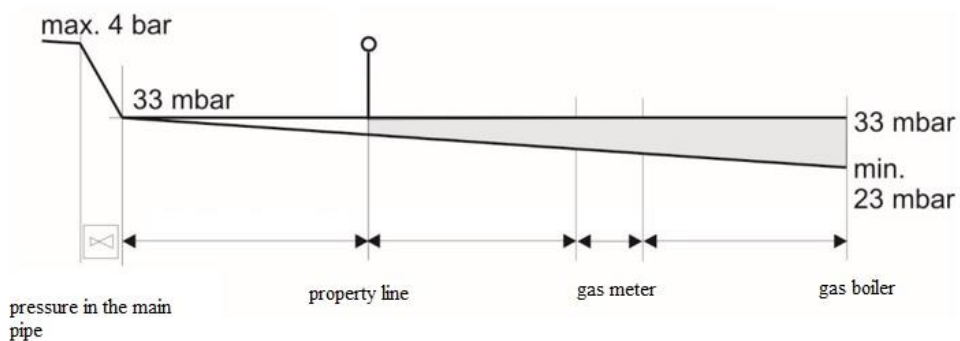
Ahhoz, hogy a folyamat önfenntartó legyen, minden esetben biztosítani kell az égéslevegő bevezetését. Ha ez valamilyen okból nem történik meg, a füstgázvezetési folyamat megakad, és visszaáramlás következhet be.

A füstgázrendszer ellenállása a következőképpen méretezhető.

$$P_R = S_E \cdot \left( \lambda \cdot \frac{L}{D_h} + \sum_n \zeta_n \right) \cdot \frac{\rho_m}{2} \cdot w_m^2 + S_{EG} \cdot P_G$$

## HIDRAULIKAI MÉRETEZÉS

A kazánok alapvető működési feltétele a tüzelőanyag rendelkezésre állása. Földgáztüzelés esetén olyan gázt használunk, amely adott nyomással érkezik a lakóépület vagy lakás csatlakozási pontjára. Ott szükség esetén csökkentjük a nyomást, mérjük a fogyasztott mennyiséget, majd a telepített csőrendszeren a kazánhoz vezetjük. A kazánok tipikus gáznyomásigénye 23-33 mbar között van. A méretezés során a gázhálózatot úgy kell kialakítani, hogy a rendelkezésre álló nyomást megfelelően kezeljük. Nagy rendszerek esetén minden egyes készülékhez szükség lehet egy-egy nyomásszabályozóra. A csőrendszernek speciális követelményeknek kell megfelelnie, csak minősített csőrendszer használható erre a célra. A szabályozás országonként eltérő lehet. Egyes országokban megengedett a műanyag vezeték használata, ellentétben pl. Magyarországon ez csak földbe fektetett csővezetékekkel lehetséges. A csővezetékek tipikus anyagai az acél és a réz. Hegesztési technológia acélcsöveken hegesztett vagy préselt, rézcsöveken forrasztott vagy préselt.



Ábra 9: Gázelosztási nyomásesés

A csővezetékrendszer nyomásdiagramja a 9. ábrán látható. A hidraulikai méretezés alapját a következő egyenlet adja.

$$\Delta p = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \frac{\rho_{gas}}{2} v_{gas}^2$$

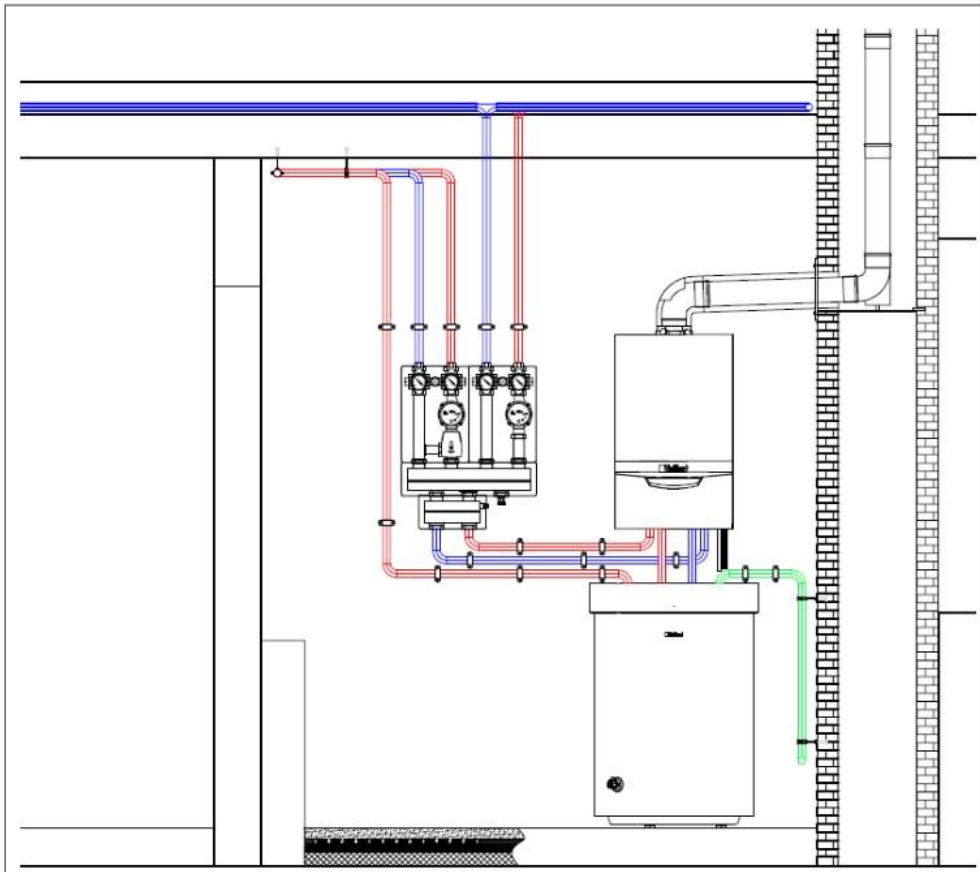
$\Delta p$  - nyomásesés a csővezetékrendszerben, Pa

$\lambda$ - csőszúrlódási tényező,

- l- csővezeték hossza, m
- d- csőátmérő, m
- $\Sigma$ - alaki ellenállások,
- $\rho_{\text{gáz}}$  - a gáz sűrűsége kg/m<sup>3</sup>
- $v_{\text{gáz}}$  - gázsebesség, m/s

### 3.2.3 PÉLDÁK

#### KONDEZNÁCIÓS KAZÁN HASZNÁLATI MELEGVÍZ-TÁROLÓVAL

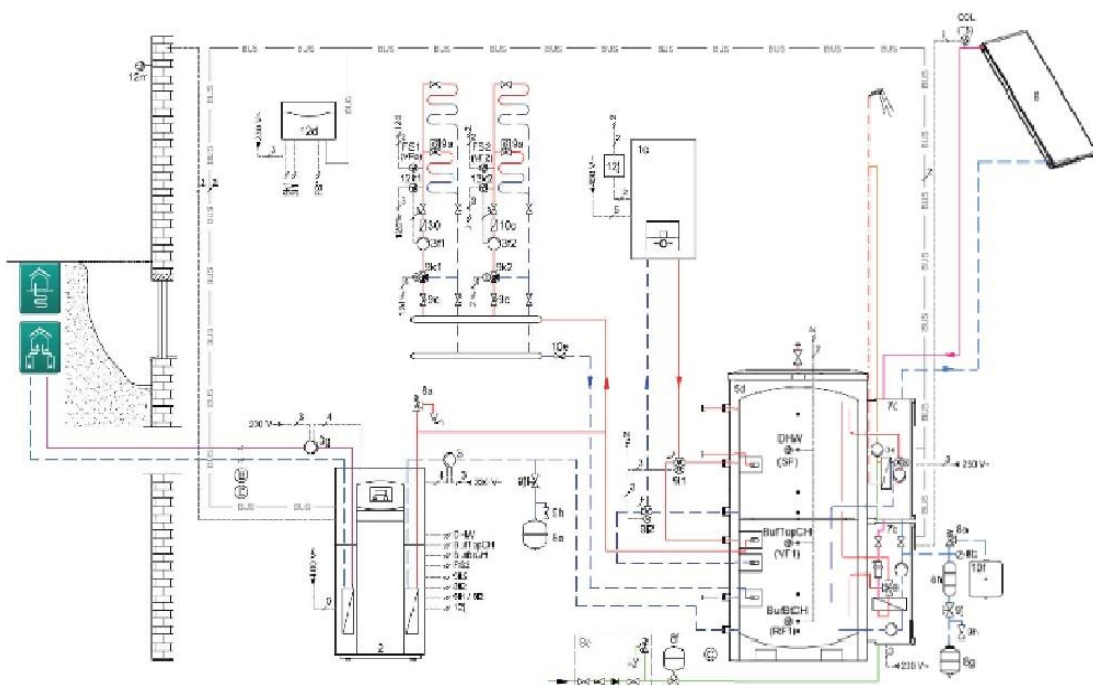


Ábra 10: Kondenzációs kazán használati melegvíz-tárolóval ([www.vaillant.hu](http://www.vaillant.hu))

A 10. ábrán látható példában egy klasszikus családi házas megoldást láthatunk. A falra szerelt kondenzációs kazán a fűtést és a használati melegvizet is biztosítja. A használati melegvíz előállítására előnykapcsolással történik, ami azt jelenti, hogy amikor a tartály hőmérséklete egy határhőmérséklet alá csökken, a kazán elsősorban a fűtéssel kezd foglalkozni. A kazán beépített átvezető szeleppel rendelkezik. A fűtési oldalon a kazán fűtési csőpárja egy elosztóhoz csatlakozik, ahonnan egy közvetlen és egy vegyes fűtési kört lát el. A közvetlen kör radiátorokkal, míg a vegyes kör padlófűtéssel rendelkezik. Az elosztó és a kazán között egy hidraulikus elválasztó van, amely elválasztja a primer és a szekunder fűtőköröket. Ezzel elkerülhetők a szivattyúkra gyakorolt káros hatások. A használati melegvíz-tartály egy közvetett fűtésű tartály.

A füstgázvezetés esetében a vízszintes szakasz koncentrikus elrendezésű, míg a függőleges szakasz egy kéményben áramlik, ahol a füst egy csőben, a levegő pedig a beépített kéményben áramlik. Ez a fajta elrendezés kedvező megoldást nyújt a klasszikus felújításhoz.

## KONDEZÁCIÓS KAZÁN HŐSZIVATTYÚVAL, HASZNÁLATI MELEGVÍZZEL ÉS NAPELEMES RENDSZERREL

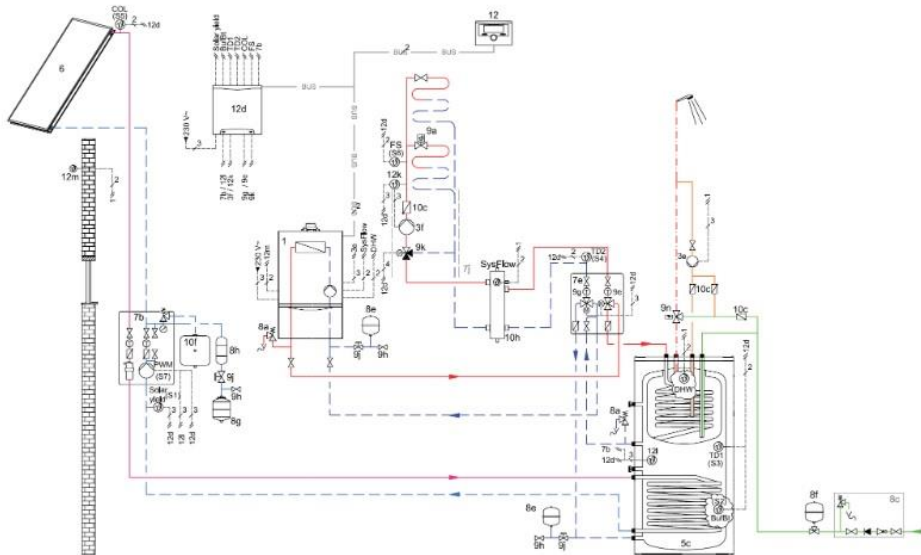


Ábra 11: Kondenzációs kazán hőszivattyúval, használati melegvízzel és napelemes rendszerrel ([www.vaillant.hu](http://www.vaillant.hu))

A 11. ábrán látható elrendezés sokkal összetettebb műszaki megoldás. Ebben az esetben hibrid üzemmód jellemzi az épületet, amelyben egy kondenzációs kazán és egy levegő-víz

hőszivattyú működik. Mindkét hőtermelő egy fűtési puffertartályhoz van csatlakoztatva. A hőt vagy a hőszivattyú, vagy a kondenzációs kazán termeli az épületautomatika által meghatározott ütemben. A két hőtermelő közé egy váltószelep van bekötve. A rendszer a puffertartályból indul a felületfűtési rendszerbe. A hőszivattyú hűtési célokra is lehetőséget biztosítana, de ebben a közös rendszerben ez nem valósítható meg, mert a használati melegvíz előállítás is a puffertartályon keresztül történik, frissvíz modul megoldással. A tároló fűtését egy napkollektor is segíti.

## KONDEZÁCIÓS KAZÁN FELÜLETI FŰTÉSSEL, HASZNÁLATI MELEGVÍZZEL ÉS NAPKOLLEKTOROS RENDSZERREL



Ábra 12: Kondenzációs kazán felületi fűtéssel, használati melegvízzel és napkollektoros rendszerrel

A 12. ábra egy kondenzációs kazánt mutat, amely egy hidraulikamodulhoz csatlakozik. A modulban van egy váltószelep, amely lehetővé teszi, hogy a fűtővíz a fűtés vagy a használati melegvíz termelést lássa el. Ebben az esetben is a fűtési szekunder oldal egy hidraulikus leválasztón keresztül kapcsolódik a primer oldalhoz. A szekunder oldalon a rendszer felület fűtést lát el. Használati melegvíz-termelés esetén a fűtési visszatérő cső a használati melegvíz-tartály hidegvízcsatlakozásához van visszakötve. Ez minimalizálja a visszatérő hőmérsékletet, ami növeli a kazán hatékonyságát. A kettős hőcserélő tartályban napelemes rendszer is található.



## 1 HIVATKOZÁSOK

- [1] 813/2013/EU irányelv
- [2] Barna Lajos, Érces Norbert - Gázellátás oktatási anyag (BME)
- [3] EN 15287-2 szabvány
- [4] EN 483 szabvány
- [5] Vaillant és más gyártók fűtési termékei

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

Az Európai Unió  
Erasmus+ programjának  
társfinanszírozásával



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
KAISERSLAUTERN



ENERGIACLUB  
CLIMATE POLICY INSTITUTE  
APPLIED COMMUNICATIONS