

# KÖRNYEZETBARÁT FATÜZELÉS







**FÜTS OKOSAN!**  
A tisztább levegőért



Felelős kiadó: Dr. Mezőszentgyörgyi Dávid főigazgató

Szerkesztette: Mátai Balázs

Szerzők: dr. Béres András, dr. Barna Lajos, Henszelmann Imre, Ilyés Edit, Mátai Balázs, Riesz Lóránt

Grafikai munka: Tóth Zoltán – LizArt Design

Budapest, 2016

ISBN 978-963-309-075-6

Készült: a Földművelésügyi Minisztérium megbízásából 1000 példányban

Nyomdai kivitelezés: Adu Press Kft.

# TARTALOM

Bevezető .....	4
1. Milyen tüzelőanyagok közül választhatok? .....	5
1.1. Fa .....	5
1.2. Földgáz .....	12
1.3. Szén .....	14
2. A tüzelésből származó légszennyező anyagok környezeti és egészségügyi hatásai .....	18
3. Fával üzemelő tüzelőberendezések - A tüzelőberendezések fejlődése, fajtái, jellemzői .....	25
4. A tüzelőberendezések környezetbarát működtetése és a helyes begyűjtés technikája .....	32
5. Hogyan tároljam megfelelően a tűzifámat? .....	37
6. Milyen anyagokat Ne dobjunk a tűzre? .....	39
7. A tüzelőberendezések fejlődése a közeljövőben .....	40
8. Szigorodó szabályozás, csökkenő környezetterhelés.....	42
9. Mit tehetek én a fűtés hatékonyságának növelése és a környezet védelme érdekében? .....	45
10. Hivatkozásjegyzék .....	46

# BEVEZETŐ

## Mit tudhatunk a tüzelőberendezésekről általában?

A barlang szájában végzett nyílt tűzrakástól a legújabb automatizált, távvezérelt kazánokig sok-sok évezredes út vezetett el, és a fejlődés nem állt meg.

Tüzelőanyagként kezdetben évezredekken át csak a növényi anyagokat (főleg a fát) használtuk, és jóval később, a bányászati lehetőségek elindultával tudtuk elkezdni alkalmazni a különböző ásványi anyagokat, a szerves eredetű üledékes kőzeteket (szén, olaj, gáz) erre a célra. A növények életük során a Föld légkörében található szén-dioxidból és a vízből a nap sugárzó energiájával cellulózt, lignint, hemicellulózt és gyantát állítanak elő saját növekedésükhöz. Elpusztulásuk után a levegőn elkorhadva, lassú égéssel visszaalakulnak szén-dioxiddá és vízzé, vagy levegőtől elzárt körülmények között (pl. tengerfenékre süllyedve, vagy más kőzettel betakarva, bezárva) akár évmilliókig tárolják a nap energiáját.

A sokféle csoportosítási lehetőség közül talán először sokunknak a felhasznált tüzelőanyag szerinti szétválasztás jut eszünkbe: szilárd (fa, tőzeg, lignit, szén, koks, fabrikett, pellet), folyékony (olaj, petróleum, pakura, szpiritusz, bioetanol) és a gáz (városi gáz, földgáz, PB gáz, hidrogén), valamint a most már vezetékes hálózaton érkező elektromos áram. Ezek közül ebben a kiadványban részletesen a fatüzelésű berendezéseket tárgyaljuk.

# 1. MILYEN TÜZELŐANYAGOK KÖZÜL VÁLASZTHATOK?

## 1.1. Fa

A fa mint hagyományos tüzelőanyag, az emberiség történetében legrégebben használt energiahordozó egyike. A tűzifa a háztartások szerves része, mégis elengedhetetlen róla beszélni, mert a **megfelelő tüzelőanyag kiválasztása az első és legfontosabb lépése a „tisztá” és hatékony tüzelésnek.**

A száraz hasított tűzifa, fapellet vagy fabrikett környezetbarát elégetéséhez fontos, hogy bizonyos alapvető ismeretekkel tisztában legyünk, és az alkalmazott műszaki berendezések is egyes elvárásoknak megfeleljenek.

A keményebb típusú fafajták alkalmasak inkább tüzelésre, ilyen a bükk, a tölgy, az akác és a gyertyán. Ezek a fajták akkor ajánlatosak, ha csak fával szeretnénk fűteni. Ha vegyes tüzelést használunk (szén és fa), alkalmas lehet nyár, éger és a kőris is. A puhafák nem alkalmasak tüzelésre, így például a fenyőfajták a magas gyantatartalmuk miatt, vagy a gyümölcsfák, melyeknek alacsony a fűtőértékük, ezen kívül károsítják a tüzelőberendezésünket, illetve a kéményt.

Tűzifa használata esetén talán a legfontosabb, hogy odafigyeljünk annak nedvességtartalmára. Az ideális, légszáraz **tűzifa nedvességtartalma 20% alatt van.** Javasolt a hasított állapotban történő szárítás, ugyanis minél nagyobb felületen



érintkezik levegővel a fa, annál gyorsabban megy végbe a száradási folyamat. A fát ideális esetben **jól szellőző és esőtől védett** helyen érdemes tárolni. Semmiképpen ne fóliázzuk le teljesen (az oldalakat hagyjuk szabadon), mert befülled, és korhadni kezd (bővebben lásd 5. fejezet).

Tűzifa vásárlása estén érdemes megmérnünk a tüzelőberendezésünk belső méretét, főleg a tűztér mélységét, hogy megfelelő méretre hasított fa kerüljön bele, vagy ölfá (méteres szálakra darabolt fa) esetén ideális hosszúságúra történjen a darabolása. (bővebben lásd 4. fejezet).



Tüzelésre az alábbi fafajták ajánlottak:

- **BÜKK:** magas a fűtőértéke. Fontos a felhasogatás, mert fülledésre érzékeny. Kicsi a kéregszázaléka, viszont égetése során viszonylag több hamu keletkezik.
- **TÖLGY:** magas fűtőértékkel rendelkezik.
- **CSERTÖLGY:** magas fűtőértékkel rendelkezik.
- **GYERTYÁN:** magas fűtőértékű, viszont fülledésre érzékeny, ezért fontos felhasogatni, ami ennél a fafajnál nem túl könnyű! Kicsi a kéregszázaléka, közkedvelt tüzelő.
- **AKÁC:** magas fűtőértékű fafaj, de fülledésre nem érzékeny. Általában könnyű hasogatni, nagy a kéregszázaléka.
- **EGYÉB KEMÉNYFA FAJTÁK:** ezek például a kőrisek, juharok, szilek, vadgyümölcsfák stb.



## Fabrikett

A fabrikett környezetbarát, természetes alapanyagból (faporok, faforgács, faapríték, erdőgazdasági melléktermék, fűrészpor) - magas nyomáson, **préssel készült tüzelőanyag**. Kötőanyagot egyáltalán nem tartalmaz, ezért kémiai összetétele a természetes fáéval azonos. **Nedvességtartalma alacsony** (kb. 4 - 10 %), ezért sokkal jobb hatásfokkal rendelkezik, mint a tűzifa. Kandallóban, cserépkályhában is használható, mivel **nem kormoz**. Vásárlása után nincs szükség feldolgozásra, mivel egységes darabokból áll, így könnyen és kényelmesen tárolható. Alkalmazható falegázosító, vagy vegyestüzelésű tüzelőberendezésben egyaránt.



A nyomás és préselés hatására tömör szerkezetű, nem tartalmaz levegőt és felesleges nedvességet. **Kimagasló fűtőértékkel** rendelkezik (16-19 MJ/kg), ami megközelítőleg kétszerese a frissen vágott fa (7 MJ/kg) fűtőértékének. Hamutartalma alacsony (max. 1 %), és környezetbarát, így a visszamaradó hamu természetes növényi tápanyagként kiskertekben műtrágya részbeni helyettesítésére kiválóan alkalmas.

A fabrikett használatának fontos kritériuma, hogy natúr fából, hozzáadott kötőanyag nélküli, vagy természetes kötőanyaggal készült (például: enyv), és ideális fűtőértékkel rendelkező tüzelőanyagot vásároljunk. Ha a megfelelő szabványműsítéssel ellátott brikettet vásárolunk, az garanciát szolgál az áru fűtőértékére, hamutartamára és tisztaságára is.

## Pellet

Az apróbb méretű pellet a fabrikett alternatív megoldását jelentheti olyan otthonokban, ahol automatizált fűtési rendszert szeretnének üzemeltetni. Alapanyagául a fafeldolgozó iparban keletkező forgács és fűrészpor vagy tüzelőanyag céljából természetett növényi anyag, illetve mezőgazdasági melléktermékek (szalma, különféle energianövények) szolgálnak. A hasznosítható alapanyagokat ledarálják, majd nagy nyomáson préselik, ezáltal egy **magas fűtőértékű tömörített homogén fűtőanyag** keletkezik. 1 kg pelletből az égetés során kb. 4,7-5,0 kWh energia szabadul föl, mely nagyjából 0,5 m<sup>3</sup> földgáz kiváltására alkalmas.



Vásárlás esetén hasonló kritériumokat kell figyelembe venni, mint a fabrikettnél. A különböző minőségi szabványok (DIN Plus, ENplus-A1, ÖNORM) segítenek az ideális minőségű pellet beszerzésében. **Pellet vásárlása előtt mindig győződjünk meg arról, hogy a tüzelőberendezésünk bírni fogja-e az alkalmazásából adódó magas hőterhelést!** Ma már kaphatóak kifejezetten pellet tüzelésre optimalizált kazánok és kandallók is.

### **Miért karbon-semleges megújuló energiaforrás a fa?**

A fás növényi szervezetek életük során a légkörből szén-dioxidot kötnek meg, melyet fotokémiai úton (fotoszintézis) hasznosítanak saját szöveteik felépítéséhez, energiatermelésükhöz, melynek végeredményeként oxigént bocsátanak ki. A folyamat során megkötött szenet magában tárolja a növény hosszú szénláncú vegyületek formájában (pl.: cellulóz, lignin).

A fa elégetése során a fa növekedésekor zajló fotokémiai folyamatokban megkötött és elraktározott szénvegyületek szabadulnak fel, és elégve szén-dioxid

formájában újra a légkörbe kerülnek. Jelen esetben a szén-dioxid útja egy körforgásos rendszerbe kerül, mert az égetéssel keletkezett szén-dioxidot a fák újra képesek megkötni. Az égés során pontosan annyi szén-dioxid kerül a légkörbe, amennyit a fa élete során abból felvett. Abban az esetben, ha évente nem tüzelünk el több fát, mint amennyi fa azon évben képződik, akkor többlet szén-dioxid terhelés sem terheli a légkört. Ugyanakkor, ha nem tüzeljük el a fát, a korhadás során (amely tulajdonképpen lassú égés) ugyanannyi szén-dioxid kerül a légkörbe, mint tudatos eltüzeléskor, tehát a szénkörforgás így, vagy úgy de bezárul.

### **Fatüzelés előnyei:**

- ✓ megújuló energiaforrás, környezetbarát tüzelőanyag
- ✓ szén-dioxid semleges
- ✓ alacsony emissziójú
- ✓ kedvező tüzelőanyag-árak
- ✓ nincs elköteleződés a gázszolgáltató irányába
- ✓ a fában gyakorlatilag nincs kén, ezért füstje nem tartalmaz a környezetre káros kén-dioxidot
- ✓ viszonylag olcsó és megfelelő feldolgozottsági szint mellett kényelmes fűtési megoldást jelenthet
- ✓ újratelepíthető
- ✓ regionális szinten elérhető, ezáltal csökkenti a szállításból származó környezetterhelést
- ✓ használata csökkenti a fosszilis nyersanyagoktól való függőséget, növeli a régió gazdasági erejét és új bevételi forrást jelent a mező- és erdőgazdaságnak.

### **Fatüzelés hátrányai:**

- × a tüzelés hatásfoka nagyban függ a tűzifa minőségétől
- × nedvességtartalommal csökken a fűtőérték, több szennyezőanyag jut a levegőbe
- × szállítása, tárolása, szárítása körülményesebb, mint pl. gáz esetén
- × a fa elégetése után változó mennyiségű hamu marad vissza
- × nagy tömege miatt szállításának gazdaságossága távolságfüggő

## Az égéskor keletkező égéstermékek

A tökéletlen égés, illetve a nem megfelelő tüzelőanyag használatának következménye a magas kisméretű részecske (Particulate Matter:  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ), valamint egyéb károsanyag-kibocsátás (szén-monoxid, nitrogén-oxidok, egyéb, az egészségre veszélyes anyagok). Ennek okai a következők lehetnek:

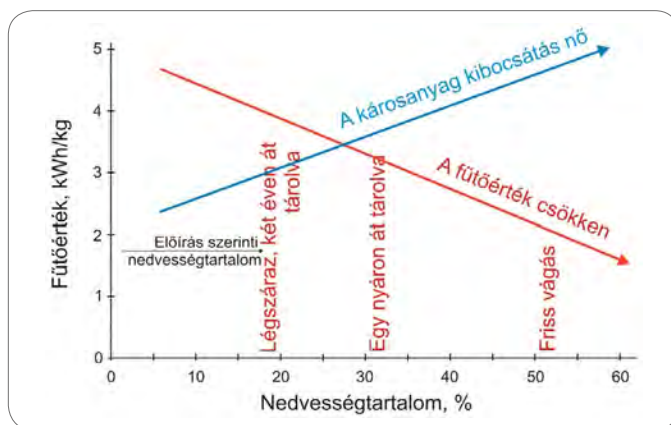
- nem megfelelő minőségű tüzelőanyag: nedves fa, különböző anyagokkal kezelt, például lakozott, vagy préselt faanyag;
- megfelelő mennyiségű oxigén (levegő) hiánya az égés során;
- elégtelen füstelvezetés, a kémény valamilyen hibája, dugulása;
- elöregedett, karbantartás nélkül üzemelő készülékek.

## Milyen szerepe van a fa nedvességtartalmának?

A tűzifa használatakor a fa nedvességtartalmának rendkívüli jelentősége van. A fa kivágásakor 45-50 %-os nedvességtartalmú, ami a nyári időszak során 18-25%-ig szárad és körülbelül 1 évnyi megfelelő tárolás esetén csökkenhet le 10-20%-os nedvességtartalomra, ez azonban a fafajtától is függ. A tűzifa 10 %-os nedvességtartalom csökkenésével a fűtőértéke körülbelül 2MJ/kg-mal, azaz akár 15-20 %-kal növekszik.

Nedves fát eltüzélni gazdaságtalan és környezetkárosító. A száraz fa fűtőértéke 15 MJ/kg, a frissen vágotté 7 MJ/kg körüli; nedves fa égetésekor a fában rejlő energia jelentős része a fában lévő víz elpárologtatására fordítódik. **A fele anynyi hőt termelő nedves tűzifa égetése pazarló, és légszennyezése is jóval nagyobb!**

A nagy nedvességtartalom miatt az égési hőmérséklet alacsonyabb, emiatt az égés során növekszik a **korom** és más káros anyagok kibocsátás.



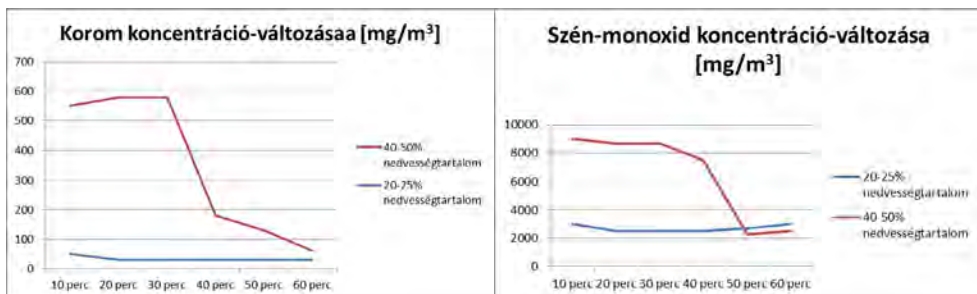
Fűtőérték változása a nedvességtartalom növekedésével

Tűzifának csak a 1,5 – 2 éve kitermelt és száradó fát nevezünk, ami felhasználása-kor már 20 %-nál kevesebb nedvességet tartalmaz. Csak ezzel a tűzifával tudjuk gazdaságosan és környezetkímélő módon üzemeltetni berendezésünket.

### Esettanulmány a tüzelőanyag nedvességtartalmának hatásáról

A környezetkímélő üzemeltetés egyik fontos feltétele a megfelelő minőségű tüzelőanyag. A tüzelőanyag jellemző tulajdonságait az MSZ EN ISO 17225-5:2014 jelzetű szabvány tartalmazza. A tűzifát a szabvány osztályokba sorolja és ezekre az osztályokra megadja többek között az előírt nedvességtartalmat, amely fontos tényezője a tüzelőanyag károsanyag-kibocsátásának. A kérdés azért is igényel fokozott figyelmet, mert a nem megfelelő minőségű és kiemelten az előírtnál nagyobb nedvességtartalmú tüzelőanyag elégetése szokásos jelenség. A tűzifa nedvességtartalmának hatását a CO-kibocsátásra a Magyarországi Cserépkályhások, Kandallóépítők és -gyártók Országos Ipartestülete egy demonstrációs célú vizsgálattal szemléltette. A vizsgálat során egy M-boksz AERO 20 típusú, légfűtéses, 20 kW névleges teljesítményű kandallóbetétben, amelynek akkreditált vizsgálati eredmények szerint a hatásfoka 83,86%, kétféle nedvességtartalmú akác keményfa egy órás anyagmennyiségét égették el. Az egyik minta nedvességtartalma 20-25 tömeg%, a másik minta nedvességtartalma 40-50 tömeg% volt. A két érték közel megfelel az egy évig száradó tűzifa és a frissen vágott fa tulajdonságainak.

### A vizsgálat eredményeit az alábbi grafikonok mutatják:



A mérés kiértékelése után az 1 órás ciklusra közelítő számítással 40-50 % nedvességtartalomnál 430 000 mg CO kibocsátást kaptak, a korom 26 500 mg, 20-25 % nedvességtartalomnál a szén-monoxid kibocsátás ennek mintegy fele, 215 000 mg, a korom kibocsátás 12 500 mg értékre, azaz szintén közel 50 %-ra adódott az 1 óra alatt. Az eredmények mutatják az előírtnál nagyobb nedvességtartalom kedvezőtlen légszennyező hatását.

## 1.2. Földgáz

### Egy kis történelem

A kőszén lepárlásával előállított városi gáz felhasználása hazánkban a XIX. századig nyúlik vissza. A szénalapú gázgyártás Budapesten 1856-ban kezdődött meg, de a II. világháború után a hazai földgázbányászat is fejlődésnek indult.

A gázellátás kiterjesztése az 1970-as évekre esik. A városi gázt teljesen felváltotta a földgáz: 1984 végén leállt az Óbudai Gázgyár, majd 1988-ban egész Magyarországon véget ért a városi gáz szolgáltatás és a háztartások gázfogyasztó készülékeit földgáz tüzelésére állították át. Később nagyobb teret kapott a propán-bután gáz (PB-gáz) felhasználás is. Napjainkban az épületek ellátására – fűtésre, használati meleg víz készítésre és főzésre – használt vezetékes földgáz mintegy egyötöde hazai termelésből származik, a többi külföldi import eredetű.

### A gáz tüzelőanyagok tulajdonságai

A **vezetékes földgáz** több szénhidrogén keveréke, fő alkotója a metán, de általában tartalmaz még etánt, propánt, butánt és igen kis mennyiségben nagyobb szénatomszámú szénhidrogéneket is, valamint 1-2 %-ban nem éghető gázokat, nitrogént és szén-dioxidot.

A nagyobb metántartalmú (ún. 2H jelű) földgáz égéshője kb.  $40 \text{ MJ/m}^3$  (kb.  $11,3 \text{ kWh/m}^3$ ), a kisebb metántartalmú és nagyobb nem éghető gáz tartalmú (ún. 2S jelű) földgáz égéshője kb.  $35 \text{ MJ/m}^3$  (kb.  $9,9 \text{ kWh/m}^3$ ).

A földgáz sűrűsége ( $0,73 - 0,83 \text{ kg/m}^3$ ) kisebb, mint a levegőé ( $1,16 - 1,29 \text{ kg/m}^3$ ). Ez az oka, hogy a levegőbe kijutó földgáz a tér felső részében gyűlik össze, és a földgáz jelenlétét jelző érzékelőt a helyiség tetején kell elhelyezni.



A **PB-gáz** két fő alkotója a propán és a bután, emellett legfeljebb 2 %-ban nagyobb szénatomszámú szénhidrogéneket és nagyon kis mértékben nitrogént, oxigént és hidrogént is tartalmaz.

A cseppfolyós PB-gázok égéshője kb. 49 – 50 MJ/kg (kb. 13,9 kWh/kg), a folyadéksűrűség kb. 0,5 – 0,55 kg/m<sup>3</sup>.

A folyadék halmazállapotból elpárolgó PB-gáz sűrűsége a levegőénél nagyobb, ezért a levegőbe kijutva a tér alján gyűlik össze, és a talajszint alatti helyiségekben robbanóképes elegyet alkothat.

### A gáz tüzelőanyagok égésterméke

A gáz tüzelőanyagok égéstermékében legnagyobb arányban a nitrogén van jelen. A további jellemző alkotó a szén-dioxid, amely mennyisége általában 7-8 % körüli. A tüzelőberendezésbe bevitt többlet levegő („légfelesleg”) miatt az égéstermék néhány százalék oxigént is tartalmaz. **Ami feltűnő: az égéstermék nagy, 10 % feletti vízgőz tartalma, ami jelentős energiavesztést jelent. A korszerű, ún. kondenzációs gázkészülékek ennek hőtartalmát is hasznosítani tudják, ezért a hatásfokuk sokkal magasabb, mint a hagyományos készülékeké.**

A nem megfelelő tüzelésből adódóan az égéstermékben jelentős mennyiségű szén-monoxid és nitrogén-oxidok is jelen lehetnek, amit a **berendezések megfelelő beállításával és rendszeres karbantartásával el kell kerülni.**

### Földgáztüzelés előnyei:

- ✓ korszerű földgázüzemű háztartási fűtőberendezések 90% hatásfok feletti
- ✓ tiszta, kényelmes
- ✓ jól automatizálható fűtési rendszer
- ✓ környezetbarát (leszámítva a CO<sub>2</sub>-kibocsátást)
- ✓ a lakás teljes hőellátását biztosítja (fűtés, főzés, használati melegvíz-termelés)



## Földgáztüzelés hátrányai:

- × az importált földgáz árát közvetlenül a kőolajtermékek tőzsdei árai határozzák meg
- × fosszilis tüzelőanyag
- × szén-dioxid kibocsátással jár, hozzájárul az éghajlatváltozáshoz
- × robbanásveszélyes
- × függőség a szállítóktól, szolgáltatóktól, hálózattól

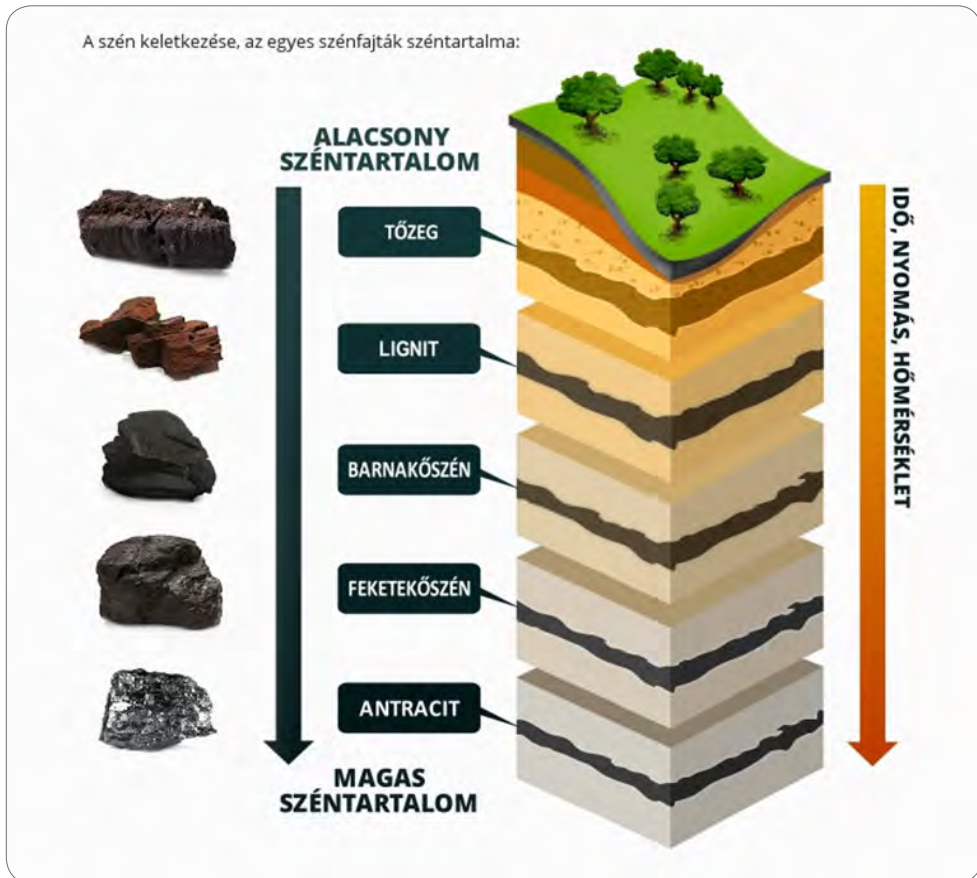
### 1.3. Szén

A kedvezőtlenebb gazdasági helyzetű települések lakosságának jelenleg egyik legolcsóbb tüzelőanyaga a rosszabb minőségű szén. Ez sajnálatos módon számos környezeti probléma forrása. A szén égetése során szén-dioxid képződik, amely üvegházhatású gáz. Az égetés során ezen kívül jelentős mennyiségű kén-dioxid jut a levegőbe, amely nemcsak a savas eső egyik alkotóeleme, hanem kénsavvá alakulva és belélegezve súlyosan károsítja az élőlények nyálkahártyáját, légzőrendszerét is.

A hazai kitermelésű tőzeges barnaszén és lignit igen szennyezett, elégésük során sok hamu, kén-dioxid, szén-monoxid és nitrogén-oxidok keletkeznek. Az égés



során képződő füstgáz szennyezőanyag tartalmának csökkentése, a szennyező anyagok leválasztása csakis erőművi felhasználáskor, speciális füstgáztisztítási technológiákkal valósítható meg. Ezen füstgáztisztítási eljárások akár 95%-os hatásfokúak is lehetnek. **Mivel a lakossági tüzelőberendezések nincsenek el látva megfelelő füstgáztisztítóval, a szén lakossági tüzelési célú felhasználásának a közvetlen környezetre, a levegő minőségére gyakorolt káros hatása többszöröse az erőművek ilyen jellegű környezeti hatásának!**



Forrás: <http://www.softmaster.sk/>

## Lignit

A képződésének időtartamát tekintve a legfiatalabb szén, szerkezete erősen fás. A lignit fűtőértéke 3,5-10 MJ/kg. Tüzeléstechnikai tulajdonságai nem jók, a külszíni fejtés miatt előfordulhatnak benne földdarabok, agyag, a szállítás rakodás során morzsolódik, pora nehezen tüzelhető el. Olyan rossz minőségű barnaszén, mely 40 %-nál nagyobb bányanedvességet tartalmaz (lágymű barnaszén).

A lignit mind erőművi környezetben, mind lakossági kályhákban történő tüze-  
lése nemcsak az éghajlatvédelmi célokkal ellentétes, **hanem jelentős mértékű káros egészségügyi hatásokkal is jár, rendkívüli módon rontja a helyi közösségek életminőségét. Felhasználására a háztartási tüzelőberendezések alkalmatlanok.**

## Barnaszén

Az ún. kemény barnaszénről akkor beszélünk, ha 40 %-nál kevesebb bányanedvességet (ún. durva nedvességet) tartalmaz.

A barnaszén és a feketeszén megkülönböztetése az égéshő alapján történik, előbbi fűtőértéke 17-20 MJ/kg körül ingadozik. A barnaszén megjelenésük alapján lehetnek földes, lágymű, fénytelen és fényes barnaszén. **A hazai barnaszén a fánál több szennyező anyagot tartalmaz, így elégésekor jóval több hamu és kén-dioxid keletkezik.**

## Feketeszen

A feketeköszén nagyobb nyomás alatt, hosszabb ideig képződtek, ezáltal jobb minőségűek, magas fűtőértékkel rendelkeznek (17-33 MJ/kg). Elemi széntartalma kb. 80-91 %, széles körben felhasználható, magas fűtőérték és kis salakanyag-tartalom jellemzi.

## A szén égésekor keletkező égéstermékek

A szén éghető kén tartalma káros, mert elégetése során kén-dioxid ( $\text{SO}_2$ ) és kéntrioxid ( $\text{SO}_3$ ) is keletkezik, mely érintkezve az égéskor keletkező vízgőzzel kénsavat (nagyon maró hatású, a legerősebb savak egyike), illetve kénessavat képez. A kénsav-aeroszok belélegzése károsítja a nyálkahártyát, irritálja a szemet és a légzőszerveket. A nem éghető kén a hamuban marad. A szén nitrogén tartalma nitrogén-oxidok formájában a füstgázzal távozik mint légszennyező anyag, a tüzeléshez használt levegő nitrogénjével ( $\text{N}_2$ ) és az abból szintén képződő nitrogén-oxidokkal együtt.

## Széntüzelés előnyei:

- ✓ szénrel való fűtés esetén a szén fajtájától és a fűtőértéktől függ a költség
- ✓ általában olcsóbb, mint a földgáz- vagy egyéb tüzelés
- ✓ biztonságos, a mai modern szenes kazánokat minden meglévő központi fűtési rendszerhez lehet illeszteni

## Széntüzelés hátrányai:

- × fosszilis tüzelőanyag, hozzájárul a szén-dioxid kibocsátáshoz, a klímaváltozáshoz
- × minél rosszabb a szén minősége, annál több szennyezőanyag jut a légkörbe az égés során
- × rossz minőségű szenek magas kéntartalommal rendelkeznek
- × fosszilis tüzelőanyag, véges készlet áll rendelkezésre
- × széntüzelés porral, illetve salakanyag felhalmozódással jár
- × elpárolgó víz hatására a szén porladni kezd, a szénpor általában nehezen tüzelhető el.

## 2. A TÜZELÉSBŐL SZÁRMAZÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAGOK KÖRNYEZETI ÉS EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAI

A szilárd tüzelőanyagokkal történő háztartási fűtés, tüzelés során keletkező légszennyezőanyagok fő keletkezési oka a tökéletlen égés.

**A korábbiakban leírtakból szembetűnő, hogy a szén, általában a gyenge minőségű szenek (faszén, tőzeg, lignit,) égetése, továbbá a hulladékok égetése során keletkezik a legnagyobb mennyiségű és jellemzően a legtöbbféle szennyezőanyag.**

A következőkben a háztartások, lakások és házak fűtése során keletkező szennyező, mérgező anyagokat és azok hatásait ismertetjük.

### **Aeroszol, kisméretű szálló por (PM)**

*Aeroszol*nak nevezzük valamely gáznemű közegben finoman elosztatott, lebegő, szilárd és cseppfolyós részecskék együttes rendszerét. A légköri aeroszol részecskék különböző folyamatok hatására keletkező szerves és szervetlen vegyületekből állnak. A légköri aeroszol részecskék nagysága a molekulacsoportoktól

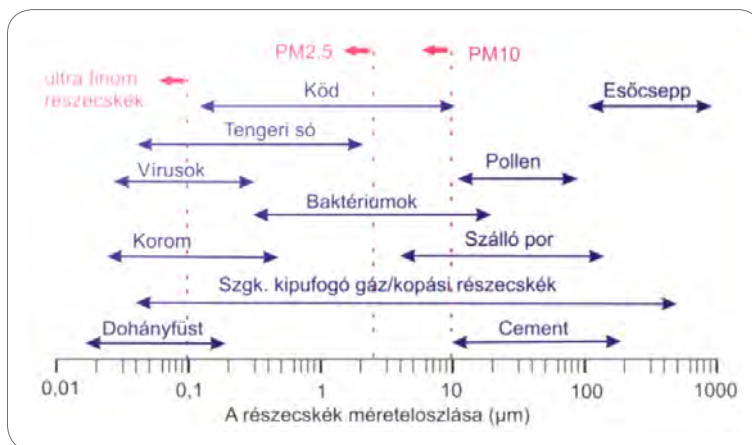
egészen a 10  $\mu\text{m}$ -es nagyságrendig terjed. Nagyságukon kívül – keletkezésüktől függően – formájuk is nagyon különböző. Fontos tulajdonságuk, hogy tömegük-höz képest nagyon nagy felülettel rendelkeznek, erre a nagy felületre tapadnak fel azok a gáznemű mérgező anyagok is, melyek a szervezetbe jutva a legkülönbézetűbb tüneteket és betegségeket eredményezik.

A kis méretű szálló porokat (angol rövidítésből: PM – particulate matter) méretük alapján három csoportba oszthatjuk.

PM<sub>10</sub> „particulate matter” – kisméretű szálló por (*belélegezhető porrészecske*) elnevezés alatt azokat a finom részecskéket értjük, melyeknek az aerodinamikai átmérője 10  $\mu\text{m}$ -nél kisebb.

PM<sub>2,5</sub> (*tüdőbe hatoló részecske*): azok a finom részecskék tartoznak ebbe a kategóriába, melyek aerodinamikai átmérője 2,5  $\mu\text{m}$ -nél kisebb.

PM<sub>0,1</sub> (*ultra finom részecskék*): olyan részecskék, melyek aerodinamikai átmérője 0,1  $\mu\text{m}$ -nél (vagy 100 nanométernél) kisebb.



A légköri részecskék méreteloszlása

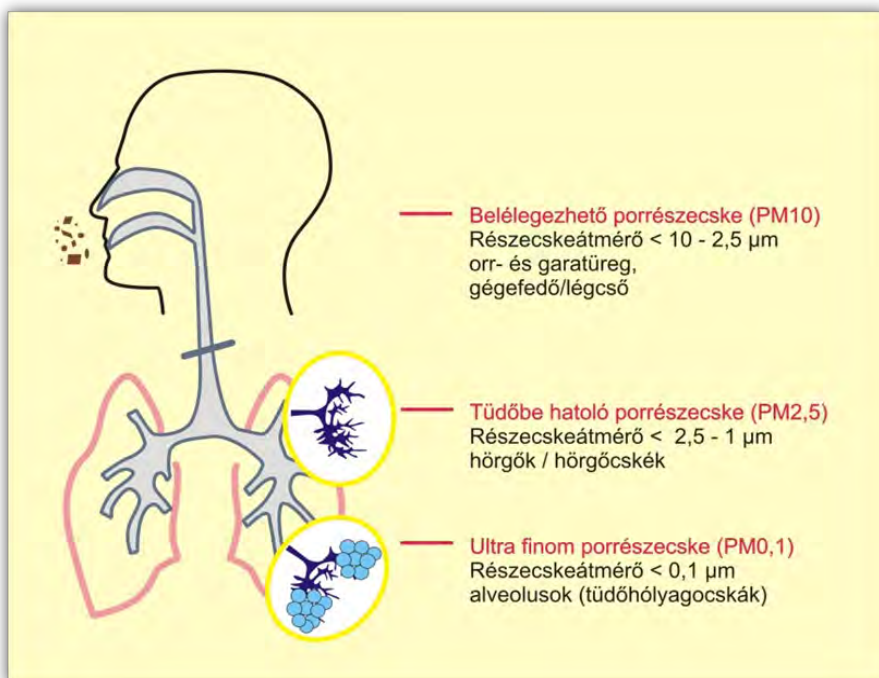
### Szálló por részecskéinek egészségünkre gyakorolt hatásai:

Az emberi szervezetre az égésből származó, szénalapú részecskéknek gyulladást előidéző hatásuk van. A por részecskékhez kötődő nitrátok, szulfátok és kloridok kevésbé mérgezőek, de hatásuk egyáltalán nem elhanyagolható. A porrészecskék felületén a mérgező anyagokon kívül (pl. fémek, karcinogén, mutagén anyagok) baktériumok, vírusok, és gombák is megtapadhatnak, így könnyen bejutnak a légutakon keresztül a szervezetbe. A belélegzett porok méretétől, minőségétől és a felületükön megkötött anyagok tulajdonságaitól függően az emberekben



különböző betegségeket okoznak (pl. szilikózis, azbesztózis, kenderláz, pamutláz). A kisméretű részecske koncentráció rövid távú emelkedése izgatja a nyálkahártyákat, köhögést és nehézlégzést válthat ki. A tüdőben felszívódva gyulladássos folyamatot indíthat el, aminek következtében növekszik a vér alvadákonysága és vérrögösödés léphet fel.

Minél kisebb a szálló részecske mérete, annál „távolabb” jut a szervezetünkben is. A kisebb részecskék elérik a tüdőben a gázcseré helyszíneit, ahol hozzákötődnek a bő vérellátású tüdőhólyagocskákhoz. Innen nagyon könnyen tovább jutnak a szövetekbe, ahol akár évekre is lerakódhatnak. Ez a mérettartomány a legveszélyesebb az egészségre. A tüdőszövetekben lerakódott részecskék összetételüktől függően különböző ingereket, gyulladássos folyamatokat váltanak ki a szövetekben és sejtekben egyaránt. Az ultra finom részecskék képesek behatolni a vérbe, a keringési rendszerbe, és ezáltal a szervezet különböző szerveibe transzportálódni, így kimutathatóak a májban, szívben és az agyban is. Az ultra finom részecskék szervezetbe való jutásuk során első sorban szívritmuszavarokat, érzékületet, megemelkedett szintű véralvadást és vérben megjelenő gyulladásfaktorok fellépését okozzák. Ezek a hatások szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának rizikófaktorai. A folyamatos gyulladásnak kitett szervezet immunrendszere legyengül, ami további fertőzésekre való hajlamhoz vezethet.





Több Európai Unió ország, az USA és az Egészségügyi Világszervezet (WHO) tanulmányai szerint egyértelmű az összefüggés a légmű részecskével való szennyezettsége és az egészségügyi hatások között. A  $PM_{10}$  és  $PM_{2,5}$  belélegzése felnőtteknél és gyerekeknél egyaránt kivált akut és krónikus egészségkárosodást. Jelentős a hatásuk a megbetegedési és a halálozási rátára. A halálesetek hátterében a finom por részecskék által kiváltott szív- és érrendszeri, légzőszervi betegségek és a tüdőrák áll. Ezeken kívül – szintén egy WHO által készített tanulmány szerint – mintegy 10 hónappal csökkenti a várható élettartamot. Magas légszennyeztség esetén romlik a légzésfunkció, gyakoribbá válik az asztmagyógyszerek használata, egyre több lesz a légzőszervi megbetegedésekből fakadó kórházi beutalások száma.

A  $PM_{10}$ -szennyezettséggel szemben különös rizikócsoporthoz tartoznak az idősek és a gyermekek. Különösen érzékenyen reagálnak a kisgyermek és a csecsemők. Az ő esetükben megnövekszik a tüdőhőrgők nyálkahártyáját érintő krónikus gyulladások (bronchitis), az allergiás megbetegedések száma, csökken a légzésfunkció és egyre gyakoribbá válnak a tüdőfejlődési hiányosságok.

Mindemellett nem tudunk olyan határértéket megállapítani, amely alatt nem jelentkeznek egészségügyi tünetek. A legalacsonyabb koncentráció is egészségügyi kockázatot jelent, károsodáshoz vezet. Minél hosszabb a  $PM_{10}$ -nek való kitettség (expozíció) és minél magasabb a koncentráció, annál több embert érint és annál erősebbek az egészségügyi hatások.

A fentiek mellett azonban nem elhanyagolhatóak a szálló porok környezetre gyakorolt hatásai sem. A növényzetre gyakorolt káros hatása például az, hogy a levegőből kiülepedve a gázcsere nyílásokat eltömik, így akadályozzák a növény „légzését”, párologtatását és negatívan befolyásolják a fotoszintézis folyamatát. A kiülepedő szálló porok a felületükön megkötött vegyi anyagok, szerves és szervetlen anyagok miatt az épített környezetre is jelentős káros hatást fejtenek ki. A levegő páratartalmával, valamint a csapadékkal érintkezve maró hatásúvá válik, tönkretéve elsősorban az épületek, hidak fém vázait (korróziós folyamatok), továbbá képesek feloldani a mészkőből készült kulturális örökségeket, szobrokat, épületeket (mállási folyamatok). Így jelentős anyagi károkat okoznak.

### **Szén-monoxid (CO)**

A szén-monoxid színtelen, szagtalan, íztelen, erősen mérgező gáz. A széntartalmú anyagok elégetésekor, a tökéletlen égés folyamán keletkezik, tüzelő berendezésekben, erőművekben, hulladékégetőkben, belső égésű motorokban.

Egészségükre gyakorolt hatásai:

A szén-monoxid az oxigénnél 300-szor erősebben kötődik a vér oxigénszállító egységéhez, a hemoglobinhoz. Mérgezése kezdetben látási zavarokat, kábult-

ságot, fejfájást, fülzúgást, hányingert, szédülést, zavartságot és a bőr kipirulását okozza. Súlyosabb esetben oxigénhiányt okoz a szervezetben, károsítva az agyat, a tüdőt és a szívet.

### **Kén-dioxid (SO<sub>2</sub>)**

Kéntartalmú tüzelő anyagok égésekor, érc kohósításakor, kénsavgyártáskor jut a levegőbe.

Belélegzés által jut a szervezetbe, kisebb mennyiségben a felső légutak nyálkahártyáját ingerli, nagyobb koncentráció esetén nehézlégzést, hörghurutot, légcsőgyulladást okozhat. Szerepet játszhat az asztma kialakulásában is. Verejtékben feloldódva bőrirritációt okozhat.

A kén-dioxid vízzel keveredve erősen savas elegyet alkot, kiülepedése során az épített környezetet is jelentősen károsíthatja. A London-típusú füstköd (szmog) fő alkotóeleme. A füstköd a levegőszennyeződés olyan szélsőséges formája, amely több, nagy mennyiségben jelenlévő légszennyező együttes, egymást erősítő hatására lép fel. A London típusú szmog a téli időszakra jellemző, amikor fosszilis tüzelőanyagok égetésekor jelentős mennyiségű kénvegyületek kerülnek a légkörbe. Kialakulását nagyban befolyásolja a légmozgás hiánya és a magas páratartalom.



London típusú szmog

## **Nitrogén-oxidok (NO<sub>x</sub>)**

A nitrogén-dioxid irritáló hatású gáz, a nitrogén-oxidok ennek különböző reakciótermékei. A nitrogén-dioxid és a többi légszennyező (kisméretű részecske és ózon) közötti összefüggés összetett, emiatt nagyon nehéz értékelni az NO<sub>2</sub> elkülönített hatását. A nitrogén-dioxid és reakciótermékei csökkent tüdőfunkciót és különféle légzőszervi tünetek kockázatának növekedését okozzák. Az asztmások ugyanakkor érzékenyebbek a nitrogén-dioxidra, mint az egészségesek. Kimutatták, hogy a forgalmas utak mentén élők között többen válnak asztmásokká. A nitrogén-oxidok magas koncentrációja hozzájárul a szív és tüdő betegségeihez, továbbá csökkenti a szervezet ellenálló képességét a légúti fertőzésekkel szemben. Idővel vérkép elváltozáshoz is vezethet. Kifejezetten veszélyeztetett csoportok a gyerekek, asztmás betegek (a kisgyermekek különösen), a vérkeringési rendszer és a légzőszervek betegségeiben szenvedők.

A nitrogén-dioxid levegőben oxigénnel és vízzel egyesülve salétromsavat alkot, amely (a kén-dioxidból keletkező kénsavhoz hasonlóan) kiülepedve elsavasodáshoz vezet. Nagy mennyiségű nitrogén-dioxid keletkezik a motor hajtóanyagok égésekor is, ez a Los Angeles-típusú szmog kialakulásához vezet, jellemzően a nyári hónapokban, napos, szélcsendes időjárási viszonyok között.

## **Policiklikus aromás szénhidrogének, aromás szénhidrogének**

Tüzelőanyagok el nem égetett részeiből vagy a tökéletlen égés következtében keletkező anyagok. Kőolaj-feldolgozásból, vegyi gyárakból is származhatnak.

Ebbe a csoportba tartozik a benzol is, mely a legegyszerűbb aromás szénhidrogén. Színtelen, jellegzetes szagú, gyúlékony, illékony folyadék. A szervezetbe jutva a vérképző szervekben rákkeltő hatású. A lakosság benzolnak történő kitettségét elsősorban a dohányzás, ill. a közúti közlekedés, a benzin üzemanyag gőzeinek, égéstermékeinek belélegzése okozhatja. Az avar- és faégetés is jelentős benzolkibocsátással jár, mely lokálisan terhelheti a lakosságot. A vízi környezetben, vizes élőhelyeken hosszantartó károsodást okoz.

## **A savas ülepedés környezeti hatásai**

A légköri szennyező anyagokból származó savas kiülepedés globális környezeti probléma, melynek komoly társadalmi, gazdasági és környezeti hatásai vannak. A savas kiülepedés 5,6-nál alacsonyabb kémhatású (pH-jú) csapadékot (esőt vagy havat), vagy száraz kiülepedést (pl. porok és felszínükön kötött gázok) jelent, a savas közeg talajfelszínre jutásának formája szerint.

Egyik közvetlen hatása a tavak elsavanyodása, mely a vízi ökoszisztémák és a vízi ökoszisztémáktól függő fajok létének összeomlását okozza, például a vízpartokon fészkelő madarak és hüllők tojásainak héját roncsolja, így végső soron fajok eltűnéséhez is vezethet.

Közvetett hatása, hogy a talajban található egyes mérgező nehézfémek tulajdonságai a savas környezetben megváltoznak, ezen anyagok vízoldhatóvá, így a növények számára hozzáférhetővé válnak és bekerülnek a táplálékláncba.

## 3. FÁVAL ÜZEMELŐ TÜZELŐBERENDEZÉSEK - A TÜZELŐBERENDEZÉSEK FEJLŐDÉSE, FAJTÁI, JELLEMZŐI

**A tűzifa égetése során keletkező hőenergia háromnegyede az emelkedő hő hatására elbomló fából képződő fagázokból származik. Ezért a fatüzelés a tüzelőanyag és az égéslevegő keveredése szempontjából nagyjából alapvetően gáztüzelésnek tekinthető**

Ha magát a tüzelőberendezést vizsgáljuk, beszélhetünk tűzhelyről, kemencéről, kályháról, kandallóról és kazánról. A nyílt tűzrakóhely fölé készített valamiféle füstgyűjtő ernyő alkalmazásával alakult ki a kandalló, míg miután bezárták ezt a tüzet egy oldalfalaktól határolt zárt térbe, kialakult a kemence. Ez utóbbinak eleinte fő funkciója a sütés-főzés volt, mint a tűzrakóhelynek, csak később tolódott át a fűtő alkalmazás felé. Majd a viszonylagosan jól hőszigetelő kemencefalba jobb hővezetésű, hőátadású kerámiatárgyakat (bögréket, szemeket, lapokat) beépítve egyre inkább a fűtés funkció lett az elsődleges. Kályha szavunk évszázadokon át csak magát a kerámiacserepet, mai nevén a kályhacsempét jelentette. Ennek a szavunknak a jelentése ma másképp kettős, mivel jelöli a fém (vas) héjazatú, előre gyártott, viszonylag kisebb tömegű (akár mozgatható), gyorsan melegedő-hűlő berendezéseket és a hagyományos, nagyobb tömegű, helyszíni építésű vakolt,

tégla- vagy csempeburkolattal ellátott cserépkályhát. Műszaki meghatározással ez utóbbi hőtárolási/hőleadási ideje legkevesebb 8 óra.

Az előzőekben sorra vett berendezések eleinte egy-egy helyiség fűtését voltak hivatottak ellátni. A gépgyártás fejlődése, a lakótér jelentős növekedése és a növekvő kényelmi igény váltotta ki az egy helyről történő fűtés(rendszer), így a kazán kialakulását.

Háztartási tüzelőberendezéseink nagy része teljesen vagy részben előregyártott, míg kisebb hányada egyedi, helyszínen épített vagy összeszerelt. A sorozat termékek előnye a gyártási folyamat gépesíthetősége, a rövid helyszíni kivitelezési idő és a technikai szint állandó biztosíthatósága, hátrányuk az előzőekből adódóan az egyedi formai kivitelezés nehézsége.

Fatüzelésű berendezéseink nagy részét szakaszosan üzemeltetjük, míg pl. a pelletkazán automatikus vezérléssel folyamatosan működik. A szakaszos hőtermelés egyenletlenségét vagy a tüzelőberendezés nagy tömegével, vagy a melegvízes fűtésrendszerben kisebb-nagyobb tömegű melegvíz-tároló (puffer) alkalmazásával lehet kiegyenlíteni.

A különböző berendezések hőtechnikai hasznosításának korlátja a tüzeléstechnika és a távozó füstgázzal elvesztett hőenergia. **A tüzelőanyag minél tökéletesebb elégetésével csökkenthető a felhasznált tüzifa mennyisége és megvalósítható a kis légszennyező anyag kibocsátással jellemezhető környezetkímélő üzemeltetés is.**

A fatüzelésű berendezésekben az alkalmazott tüzelőanyag szinte tökéletes égését a tűzterekbe több helyen fúvókaszerűen bevezetett (elsődleges, másodlagos, harmadlagos), előmelegített égéslevegővel, annak a tűztérben történő jó elkeveredésével, a tűzterek szükség szerinti hőszigetelésével (samott, vermikulit, két rétegű hőálló ajtóüveg) és ezáltal a tűzterek működési hőmérsékletének 900 °C körüli értékre emelésével érhetjük el.

### **Az egyes típusok főbb jellemzői**

A háztartási fatüzelésű berendezések közül a legelterjedtebbek a cserépkályhák, a kandallók és a kazánok. A vegyes tüzelést, tehát a fán kívül a lignit és a szén tüzelését háztartási méretekben a környezet túlzott terhelése nélkül nem tudták ezidáig megoldani a lakosság számára megfizethető módon, ezért minden berendezés típusnál csak a fatüzelésűeket mutatjuk be. A tűzifán kívül, biomassz-



sza tüzeléshez egyes berendezésekben használhatunk faaprítékot, fabrikettet és pelletet is. A tűzifa az erdőkitermelés „mellékterméke”, hiszen a fő cél a bútór-, az építő- és a papíripar ellátása.

A hagyományos, hőtárolós **kályha** a tapasztott kemencéből alakult ki Közép-Európában (Bajorország, Svájc, Ausztria és Magyarország területén) a 11. – 13. században. A 18. századig egy légterű fűtőeszközüll szolgálta elődeinket. Ekkor kezdtek kialakulni a mérnöki munkák eredményeként a különböző füstjárat-rendszerek.

Ezek a kályhák lehetnek vakoltak, vagy téglával, ill. kályhacsempével építettek. A hagyományos értelmezésű kályhák fő ismérve a 600-2000 kg-os tömegüktől függő, a legalább 8 órás hőtárolás, ami lehet 24, vagy manapság, a jól hőszigetelt házaknál akár 48 óra is. A falazat külső felülete a begyújtás után 1-2 órával kezd el melegíteni.

Kiemelendő tulajdonságuk a sugárzással történő hőátadás, amivel kiérdemlik a „Nap kisöccse” jelzöt. A hőleadásuk 70 %-ban hősugárzással valósul meg.

A különböző vaskályhák (pl.: öntöttvas kályha, „jancsikályha”) igazából a hőtárolási idejük rövidege miatt nem sorolhatóak a kályhák közé (ameddig ég bennük a tűz, igazán csak addig adják a meleget, fűtik környezetüket).

A **kandallók** a nyílt tüzelőhely fölé épített terelő ernyő segítségével vezették ki a füstöt, majd csatlakoztak a később kialakuló kéményekhez. Kezdetben nyílt tűzterűek voltak, majd a visszafüstölés elkerülésére zárt lett a tűztér és ajtó került rájuk. Ezek az ajtók eleinte fémlapokból, majd később ún. máriaüveggel (gipszkristályból vagy csillámból hasított vékony, átlátszó lemez), ma már kerámiaüveggel készülnek. A mai üveges ajtók hőterhelhetősége 800 °C fölötti és mechanikai ellenállásuk is jó, egyúttal hangulati előnyük a nagy felületen látható tűz. Az előregyártható sorozattermék bevezetésével a tűztér anyaga a vas (öntött vagy lemez) lett.

A kandallók hőátadásának egyharmada sugárzással, a nagyobb hányad a tűztérbetét külső falazatán felmelegedő környezeti levegő lakótérbe áramlásával és elkeveredésével történik. Ezt nevezzük *légfűtéses kandallónak*. Szakaszos üzeme-lésük ciklusideje 2-3 órától az utóbbi időben kifejlesztett ún. nyújtott égésidővel akár 6-8 órára növelhető. A meleg levegő légcsatornákon más helyiségekbe is átvezethető.



Az előző évszázad során a vizes hőcserélő beépítésével kialakították annak lehetőségét, hogy több helyiséget lehessen egy tüzelőberendezéssel fűteni. A kandallóknál így kialakult rendszer a telepítési helyiségbe csak a fűtőteljesítmény negyedét–harmadát adja le, míg a többi a vizes hőcserélő, és az ehhez kapcsolódó radiátorok alkalmazásával máshol hasznosul. Igazából ez a megoldás a lakótérbe bevitt, nagy változatosságú látványt nyújtó *szobakazánt* jelenti.

A **kazánok** az ipari sorozatgyártás terjedésével alakultak ki, az alkalmazásukkal egy tűztérrel kényelmesen megoldható a teljes ház fűthetősége. Az utóbbi évtizedekben kifejlesztett ún. faelgázosító működéssel lényegesen javult a berendezések hatásfoka. Szakaszos üzemelésük ciklusidejét a melegvizes fűtőkörbe beépíthető, hőszigetelt víztartály térfogata határozza meg.

Telepítésük általában az épület valamely kiszolgáló helyiségébe történik, kivéve az előbb említett szobakazánokat, amelyek a lakótér látható, sőt kiemelt központi részét foglalják el.

A melegvítárolókból történő többszintű vételezés lehetősége teszi lehetővé nem csak a radiátoros, hanem a különböző felületfűtések alkalmazását is (padlófűtés, falfűtés). A központi fűtésnél, amennyiben megvalósul a működés automata szabályozása, az nagyban hozzájárul a fűtési hatásfok növeléséhez és a környezetkímélő működéshez.

Egy adott fűtési feladatra körültekintően kell választanunk mind műszaki, mind látvány szempontok alapján a különböző típusú tüzelőberendezések közül.

### **Faelgázosító kazán**

- elektromos hálózati függőség
- egyszeri tűzifa rárakás (puffer tartály)
- szabályozható hőleadás
- vizes oldali hőérzet a fűtési módtól függ (radiátor, felületfűtés)
- teljes házfűtés
- akár 85 – 92 % -os hatásfok is elérhető
- megvalósítható a környezetkímélő üzemmód



## Hőtárolós kályha

### /tégla-, vakolt- és cserépkályha/

- független minden energiahálózattól (alternatív)
- tömegétől és héjazatának felépítésétől függően változó mértékű, lassú hőleadás
- hosszabb, időben közel egyenletes hőleadás
- sugárzásos hőátadás (kellemesebb hőérzet, egyenletesebb hőmérséklet eloszlás a helyiségben)
- kellemes hangulat kialakulása a helyiségben a lobogó tűz látványától (kis tűzlátvány)
- alkalmazásával jellemzően 1 helyiség fűthető (néhány esetben megfelelő megoldások alkalmazásával legfeljebb 2-3 helyiség)
- 78 – 86 % -os hatásfok elérhető
- a környezetkímélő üzemmód megvalósítható



## Vizes hőcserélős kandalló

- elektromos hálózati függőség
- többszöri tűzifa ráakás, de lehetséges automatikus adagolás (pl. pellettel)
- ciklikus, de esetenként szabályozható hőleadás
- vizes oldali hőérzet a fűtési módtól függ (radiátor, felületfűtés)
- kedvező hangulat (nagy tűzlátvány)
- teljes házfűtés
- 75 – 84 % -os hatásfok elérhető
- elérhető a környezetkímélő üzemmód
- épületgépész és kályhás szakember közös munkájával készül



## Légfűtéses kandalló

- független minden energiahálózattól (alternatív)
- gyors hőleadás
- gyakori tűzifa, fabrikett ráakás (magasabb tüzelőanyagfogyasztás)
- ciklikus hőérzet
- nagyobb hőmérséklet különbség a helyiség részei között
- szintén kellemes hangulat kialakulása a helyiségben a lobogó tűz látványától (nagy tűzlátvány)
- jellemzően 1 helyiség fűthető (néhány esetben 2-3)
- 70 – 82 % -os hatásfok elérhető
- elérhető a környezetkímélő üzemmód



## Vaskályha

- független minden energiahálózattól (alternatív)
- gyors hőleadás (időszakos túlfűtés lehetőségével)
- egyenetlen hőeloszlás a helyiségben
- a tüzelőberendezést gyakorta meg kell rakni
- ciklikus hőérzet
- alkalmazásával 1 helyiség fűthető
- 50 – 70 %-os hatásfok
- nem érhető el a környezetkímélő üzemmód
- a lakásban a lebegő por megjelenése, kellemetlen hatásai (szárazlevegő-érzés)



## Vegyes tüzelésű kazán

- elektromos hálózati függőség
- többszöri tűzifa ráakás
- ciklikus hőleadás
- vizes oldali hőérzet a fűtési módtól függ (radiátor, felületfűtés)
- teljes házfűtés
- 50 – 60 % -os hatásfok
- nem érhető el a környezetkímélő üzemmód



## 4. A TÜZELŐ- BERENDEZÉSEK KÖRNYEZET- BARÁT MŰKÖDTETÉSE ÉS A HELYES BEGYÚJTÁS TECHNIKÁJA

A pénztárcát és környezetet kímélő üzemeltetéséhez nem elég a jól kiválasztott, vagy megépített tüzelőberendezés. Csak az égéslevegő ellátás és a füstgázelvezetés megfelelő összhangjával működhet kályhánk, kandallónk, kazánunk megfelelően. A kevés és a sok levegő, a huzat egyaránt rontja berendezésünk energiahatékony és környezetbarát működését. **Éppen ezért az építés, telepítés előtt igény- és helyszínfelmérés, rendszertervezés szükséges. Nem árt persze a helyes és szép kivitelezés sem. Ezek után már csak a megfelelő tüzelőanyag-  
ra, a helyes üzemeltetésre és a rendszeres karbantartásra lesz szükség a megfelelő működéshez!** A fűtési rendszerek időszakosan kötelező ellenőrzéseit kályhás és kéményseprő szakemberek kell, hogy elvégezzék.

**A lakótérbe épített tüzelőberendezéseknek, lévén évtizedekre választott lakótársaink, még egy fontos szerep jut, ez pedig a szemet-lelket gyönyörködtetés.** Ezen jellemzőjüket röviden összefoglalva azt mondhatjuk, hogy otthoni hangulatunk meghatározói. Ez teszi igazán egyedivé és hozzánk illővé, tartozóvá ezeket a berendezéseket, hiszen részben hozzájuk kell alkalmazkodnunk, így folyamatosan változtatnak bennünket.

A kandalló tüze otthonosabbá és meghittebbé varázsolja a házunkat, és a fa tulajdonságából adódóan klímasemleges, megújuló energiaforrás. Azonban ha nem megfelelő módon helyezük el a tűztérben, égése során jelentős mértékben szennyezi a levegőt és károsítja egészségünket. A helytelen tűzrakás egyik következménye a nagy mennyiségű füst. A füst nem más, mint ultrafinom szálló részecskék halmaza, amely részecskék a szervezetbe jutva súlyos egészségügyi problémákat okozhatnak (részletesen lásd: 2. fejezet).

Ezek a nem kívánt káros hatások a következő néhány apró szabály betartásával könnyedén elkerülhetők. A kulcs: a megfelelően száraz<sup>1</sup>, kezeletlen hasábfá, lehetőleg magas fűtőértékű keményfából. Legalkalmasabb erre a tölgy, különösen a csertölgy, a bükk, az akác, a gyertyán fája.

A fákat a tűztérnek megfelelő méretű hasábokra darabolva, a képen látható módon, keresztben vagy hosszában helyezük el alulra fektetve, vagy hátra állítva; a tűzrakás során először a vastagabb hasábokat helyezük el, majd rájuk vagy eléjük a vékonyabb gyújtósokat.



Mindig ügyelni kell arra, hogy a hasábok között néhány cm távolság maradjon. Az égéshez szükséges megfelelő levegőellátás szempontjából nagyon fontos, hogy ne zsúfoljuk tele a tűzteret, valamint a tüzelőberendezés építőjétől kapott utasítás szerinti mennyiségnél ne tegyünk többet a tűztérbe.



<sup>1</sup> 20% alatti nedvességtartalom



A következő lényeges lépés a „begyújtó egység” összekészítése. Ez 4 db, kb. 3x3 cm átmérőjű, kb. 20 cm hosszú fenyőfa-hasázból és a kereskedelmi forgalomban kapható gyújtósból (viasszal átítatott fagyapot) áll.



A „begyújtó egységet” alkotó hasábokat a képen látható módon kell egymásra helyezni. Az egészet tegyük a korábban behelyezett nagyobb hasábok, a máglyánk tetejére és gyújtjuk meg. A tűz elkezdi terjedni felülről lefelé, füstmentesen.

#### **Ennek a begyújtási technikának két fontos előnye van:**

- a kezdeti láng nem kell, hogy áthatoljon a fölötte lévő teljes rakaton, így miközben szárítja a fát, nem húl le túl nagy mértékben, ezért tökéletesebb az égés;
- a hősugárzás hatására a tűz terjedése fentről lefelé történik, így a bekészített fa fokozatosan hevül fel és bomlik el, ezzel elkerülhető az egyszerre túl nagy mennyiségű fagáz keletkezése, ami hirtelen nagyon nagy mennyiségű égéslevegőt igényelne (akár fél óra alatt közel 100 m<sup>3</sup> levegőt).

A máglyát azért nem szabad alulról meggyújtani, mert ekkor az induló láng az összes berakott hasábfán végigfut és lehűl, így sokkal később éri el a környezetkímélő, jó hatásfokú égéshez szükséges, magas hőmérsékletet. Ezen kívül a lassabb indulás után majdnem egyszerre bomlik az összes hasábfá, és a keletkező nagyon nagy mennyiségű fagáz nem kap elegendő égéslevegőt.

A begyújtáshoz **ne használjunk papírt vagy kartont!** Tekintsük a papírt másodnyersanyagnak és lehetőleg gyűjtsük szelektíven, elősegítve annak hasznosítását. Azért is különösen fontos, hogy ne kerüljön az égéstérbe színes, fényes papír (pl. reklámújság), mert elégetésekor a bennük található, mérgező vegyületek a levegőbe és a hamuba kerülnek, szennyeznek a környezetet, közvetlenül károsítják a magunk és családunk egészségét. Ráadásul a tüzelőberendezést is károsítják, a berendezésre vonatkozó gyártói-forgalmazói garanciát pedig a nem rendeltetésszerű használat miatt elveszítjük.



Begyűjtás előtt a manuálisan szabályozható berendezéseknél a megfelelő mennyiségű égéslevegő biztosításához nyissuk ki a kályhaajtót vagy a kandalló esetében a huzatszabályzót teljesen, majd gyűjtjük meg a begyűjtő egységünket. A tűz elkezd terjedni felülről lefelé, környezetünket és egészségünket kímélve, füstmentesen. A megfelelő levegőztetéshez szembetűnő segítséget nyújt az alapszabály: **amíg a tűznek látható lángja van, a tökéletes égéshez a lehető legtöbb levegőt kell biztosítani!**

Kandallónál, ha nagy a hőigény és szükséges még rakni a tűzre, a parázs izzásának végével az égéslevegő adagolásának lezárása helyett újból rárakható néhány hasáb tűzifa. Ilyenkor mindig egy darab fahasábot vagy egy darab fabrikettet tegyünk az erős parázsba, de ne a tűzbe. **A fabrikettet kizárólag az utánrakásra használjunk, begyűjtésnél ne.** A fatüzelési berendezések akkor működnek a leghatékonyabban és környezetbarát módon, ha a gyártó használati utasításait, előírásait betartjuk.

A téglá-, vakolt- vagy cserépkályha égésideje a tűzifa mennyiségétől független, a famennyiséggel arányosan növelt tüztér méret és égéslevegő bevezetéssel 70-90 perc. Legközelebb 12-24-36 óra múlva kell begyűjtani. Ezekbe a kályhákba az egyszerre betett egész napi mennyiségű tűzifa égéséhez óránként több mint 100 m<sup>3</sup> égéslevegőt kell biztosítanunk a nyitott kályhaajtón vagy külön légcsatornán keresztül.

A nagy tömegű cserépkályhák esetében, ha a félig leégett tűzifára újabb hasábokat tennénk, akkor a friss tüzelőanyag leégése közben az addigi égésből elraktározott hőmennyiség jelentős része távozna a kéményen keresztül. Így több tűzifát kellene elégetnünk, ezért az égés során az újbóli megrakást kerüljük!

Hirtelen eléggő tüzelőanyagot (fenyőfa tűlevél, gyaluforgács, dióhéj stb.) használni a tüzelőberendezés túlterhelése, a túlfűtés elkerülése miatt nem szabad.

Az izzó parászat tartalmazó tüztérbe tilos nagy mennyiségű tűzifát betenni, mert a hirtelen nagy mennyiségű képződő fagázhoz nem juthat elegendő égéslevegő és ezzel elégtelen égést ill. még robbanásveszélyt is okozhatunk.

**Gravitációs, tehát a kéményhuzat által működő fatüzelés esetén a szállópor csökkentése miatt a tüztér alján nem alkalmazunk rostélyt és így hamuajtót sem!**

***Nem lehet elégszer hangsúlyozni, hogy a vegyes tüzelésű kazán nem hulladékégető berendezés, a különböző hulladékok égetése a vegyes tüzelésű berendezésekben tilos, erősen mérgező hatású saját magunkra és környezetünkre is!***

Kényszeráramlásos, tehát ventilátor segítségével működő, ventilátoros huzatolású berendezésnél, mint például a faelgázosító kazánnál a kényszeráramlás biztosítja az égés lefelé történő terjedését, ahol a fagázok az alsó rostélyon keresztül jutnak az égetőtérbe, ahol nagyon jó hatásfokkal és környezetkímélő módon égnek el (lásd: 3. fejezet).

Ezeket a fenti egyszerű szabályokat betartva a tüzelésünk mellett, hogy nem szennyezi a közvetlen és tágabb környezetünk levegőjét, sokkal hatékonyabbá is válik, és nem utolsó sorban költségtakarékosabb is, mert adott mennyiségű fából így több hőt nyerhetünk.

## 5. HOGYAN TÁROLJAM MEGFELELŐEN A TŰZIFÁMAT?

Amikor kiválasztottuk a megfelelő tűzifánkat, gondoskodnunk kell annak helyes tárolásáról is, hiszen ennek is vannak energetikai és környezeti hatékonyságot befolyásoló irratlan szabályai. A megrendelt, megvásárolt fa nem minden esetben megfelelően száraz a tüzeléshez (20 % alatti nedvességtartalmú), a frissen kivágott fa nedvességtartalma akár 40-50 % is lehet. A megfelelő nedvességtartalom eléréséhez szárítanunk kell a fát, vagy ha már kellőképpen száraz, nem szabad, hogy újra nedvesebbé váljon, például a ráhulló csapadék hatására. Ezért fontos betartani a tárolásra történő előkészítéskor és a tárolás során az alábbi szabályokat:

- A fát minden esetben felfűrészelt és hasított állapotban tároljuk. A kisebb darabok könnyebben és gyorsabban száradnak, ezért nagyon fontos, hogy kellő mértékben felaprítsuk a tűzifát.
- Ha a levegő megfelelően át tudja járni a farakást, nagy segítségünkre lehet a tűzifa gyors száradásában, ezért mindenképpen szellős és száraz helyen tartuk a felaprított fát.

- A legalsó réteg alatt hagyjunk kb. 15-20 cm magas légáteresztő réteget, amit különböző alátétekkel, esetleg ráccsal biztosíthatunk. Ez megakadályozza, hogy a fa átvegye a föld nedvességét, és ennek köszönhetően az alsó rétegek is könnyen szellőzhetnek anélkül, hogy elkorhadnának.
- Érdemes a farakás mögött is kb. 5-10 cm széles levegőrést biztosítani, ha például egy fal mellett helyezük el a farakást. Ez is segíti a jobb és gyorsabb szárítást.
- A fát védjük meg az időjárás viszontagságaitól. Tárolhatjuk a fát zárt helyen, azonban így kevésbé lehet biztosítani a megfelelő levegőmozgást a farakásban, tehát lassabban fog a fa kiszáradni. Érdemesebb a szabadban, a kiugró eresz vagy az erre a célra kialakított féltető alatt elhelyezni a fát. Így nem fogja érni az eső, ellenben a szél könnyen átjárhatja, száríthatja.
- Biztosítsunk megfelelő szárítási időt, legalább 12 hónapot, de lehetőség szerint inkább 2 évet.



## 6. MILYEN ANYAGOKAT NE DOBJUNK A TŰZRE?

A kezeletlen fa és papír kivételével tilos mindennemű hulladék elégetése, beleértve az alábbiakat is:

- úgynevezett „kezelt” fa, tehát festett, lakkozott (pl. régi ablakkeret, ajtók, raklapok stb.),
- rétegelt lemez, bútorlap,
- építési fahulladék,
- színes, „fényes” papírhulladék,
- PET palackok, autógumi, használt ruha,
- fáradt olaj, üzemanyag.

A tisztának látszó fapelületek is lehetnek különböző fakonzerváló anyagokkal kezelvek. A színes, nyomtatott újságok még begyűjtáshoz sem megfelelőek.

Az előbb említett anyagok elégetésekor a bennük található, vagy kezelés következtében felhordott különböző mérgező vegyületek a levegőbe és a hamuba kerülnek, ezáltal szennyezve a környezetet, közvetlenül károsítva az egészségünket. Ezen túl a nem rendeltetésszerű használat miatt a készülék garanciáját is elveszíthetjük!

Ha a tüzelőberendezés nem megfelelő kialakítású, állapotú, a tökéletlen égés során felszabaduló gázok egy része nem távozik a kéményen keresztül, akkor a szobában lévők egészségét – különösen az erre fokozottan érzékeny gyermekekét és időskorúakét – közvetlenül károsítja.



## 7. A TÜZELŐBERENDEZÉSEK KÖZELJÖVŐBEN VÁRHATÓ FEJLŐDÉSE

### A tüzeléstechnika fejlődése

Az elmúlt másfél évtizedben a fatüzelésű berendezéseink fejlődésének legfőbb mozgatóereje környezetünk terhelésének csökkentése volt. **Minél tökéletesebb az égés, annál kevesebb tüzelőanyagot kell használnunk és annál kevesebb lesz a kibocsátott légszennyező anyagok mennyisége is.** Csökkenteni kellett a kibocsátott, el nem égett fagázok, a korom és a szén-monoxid mennyiségét, amelyet a tüztér hőmérsékletének növelésével lehetett elérni. Ehhez a tüztér jobb hőszigetelése és az előmelegített égéslevegő több szintű bevezetése segített. A tüztér hőmérsékletének túlzott mértékű megnövelése környezeti szempontból is korlátozott. Az 1000 °C feletti tüztér hőmérséklet már jelentősen növeli a levegővédelmi szempontból káros nitrogén-oxidok képződését.

A tüztér építő- és szigetelőanyagainak fejlesztése, a tüztérajtó kettős üvegezése, a másod-, harmad-, sőt negyedleges égéslevegő megfelelő arányú és megfelelő helyű és sebességű bevezetésével a korábbi 60 – 70 %-os hatásfokot 78, majd 82, sőt a faelgázosító kazánok esetében 90 % fölé lehetett emelni. Ha a kéményhuzat biztosítja az égéstermék elvezetését, akkor a kémény felfűtésére fordítan-

dó energia nem hasznosulhat a fűtendő helyiségben, rontja tehát a hatásfokot. Amennyiben kényszeráramoltatással (ventilátorral) juttatjuk az égésterméket az épületen kívülre, akkor a füst jobban lehűthető a berendezésben, tehát még jobb lehet a hőhasznosítás, bár így a ventilátor működtetéséhez segédenergiára (villamos energiára) van szükség.

Mindezekkel a fejlesztésekkel az előzőekben már említett környezetterhelő anyagok kibocsátott mennyisége felére, harmadára volt csökkenthető.

## **A fatüzelésű berendezések jövője**

A tüzelőberendezések fejlődésének jövőjét nehéz biztosan megjósolni, de annyit kijelenthetünk, hogy a hatásfok növelésének területén olyan nagy fejlődés már nem érhető el, mint az előző bő évtizedben. **Az új tüzelőberendezések környezetterhelését lehet még tovább csökkenteni, de sokkal nagyobb eredmény érhető el a ma üzemelő, gyengébb minőségű berendezések folyamatos lecserélésével, de megfelelő üzemeltetésével is.**

Lakossági energiafelhasználásunk fele ma már nem a fűtésre, hanem a hűtésre fordítódik.

Mindkét energiafogyasztást jelentősen csökkenthetjük épületeink hőszigetelésének növelésével, csak közben vigyáznunk kell egészséges életterünk megőrzésére. A közelmúlt épületszigeteléseik között nagyon sok esetben elfeledkeztünk az emberek levegőigényének megfelelő biztosításáról. Egy felnőtt ember óránkénti frisslevegő igénye 40 m<sup>3</sup>. Ezt kell biztosítani az épületeinkben a otttartózkodás teljes ideje alatt. Ennek megoldására kézenfekvő az automatizált, hőcserélős rendszerű szellőztetés, légbeeresztés, csak ennek mai magas ára még nem mindenkinek megfizethető. És mi történik, ha az automatika működtetéséhez bármi okból nem lesz elektromos áram?

A földi létünk alapját a Nap energiája biztosítja és ez az energia még több évmillióáig rendelkezésre áll. Ahogy az elmúlt időszakban egyre nőtt, úgy a továbbiakban is várható a napenergia hasznosításának, és kisebb részben a geotermikus energia, valamint a hőszivattyúk felhasználásának bővülése a fűtés és a hűtés területén is. Nem nagy kockázat azt jóslni, hogy az elkövetkezendő időben az összetett rendszerek (pl. napenergia hasznosítás és fatüzelés kombinációja) terjedése várható.

Az előbbiekben említett megújuló energiák mellett a szén-dioxid semleges fatüzelés helye az összetett rendszerekben egyre inkább a szén-dioxid kibocsátásával a Föld hőmérsékletét növelő, fosszilis energiahordozók kiváltásában lesz. **Ezt a jelentőségét csak tovább növeli az a biztonság, hogy független működtethető mindennemű energiahálózattól.**



## 8. SZIGORODÓ SZABÁLYOZÁS, CSÖKKENŐ KÖRNYEZETTERHELÉS

Az Európai Unió, felismerve, hogy a fűtési eredetű légszennyezés milyen jelentős környezeti és egészségügyi problémákat okoz, a követelmények szigorítását tűzte ki célul mind a gáztüzelésre, mind a szilárd tüzelésre vonatkozóan.

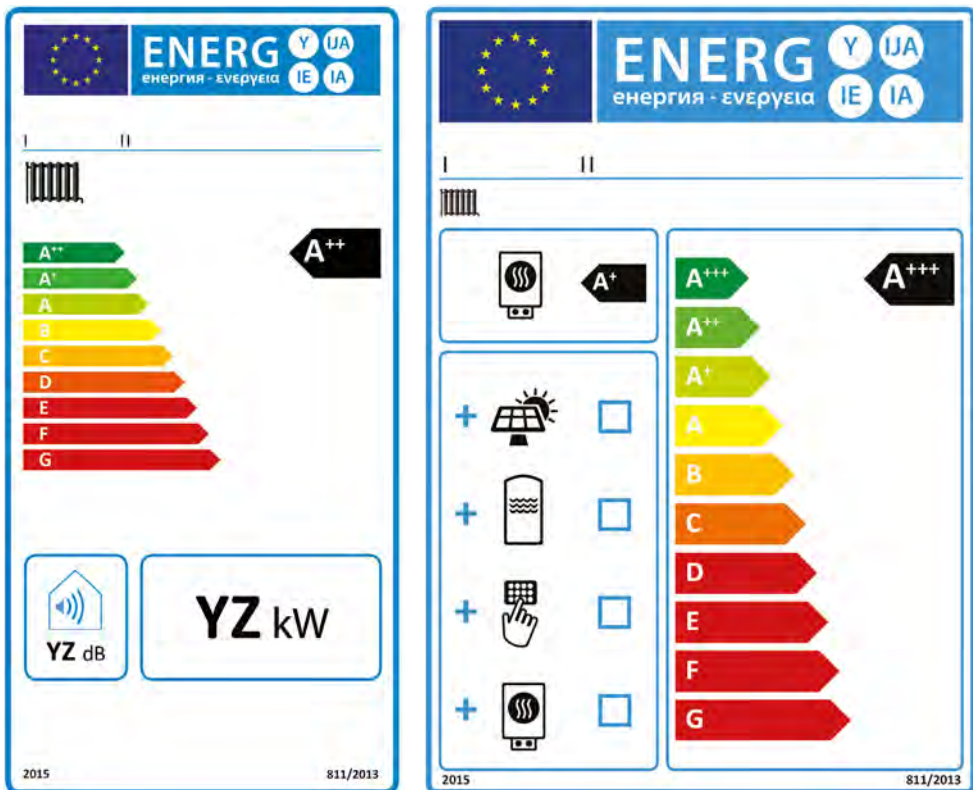
Magyarországon a gáztüzelésű berendezésekre vonatkozóan 2011-ben kerültek bevezetésre a környezetbarát tervezésre és forgalomba hozatalra, továbbá a megfelelőségi értékelésre vonatkozó új, a korábbinál jelentősen szigorúbb követelmények. Ugyanebben az évben vált kötelezővé a címkézés és termékinformációs követelményeknek való megfelelés biztosítása a beszerelést végző szakemberek és végfelhasználók számára, használati utasítás formájában.

A **65/2011. (IV. 15.) Korm. rendeletnek** a legfeljebb 400 kW mért hőteljesítményű gáz vagy folyékony tüzelőanyaggal működő helyiségfűtő berendezésekre vonatkozó **követelményei 2015-ben kerültek szigorításra az EU irányelveknek és rendeleteknek megfelelően.** 2015. szeptember 26-át követően – a típusengedély megszerzésének időpontjától függetlenül – nem vehető használatba nem egyetemes (nem lakossági) szolgáltatásra jogosult felhasználási helyen olyan fűtőberendezés, amely a 813/2013/EU bizottsági rendeletben foglalt szezonális helyiségfűtési hatásfokra (legalább 86%), vízmelegítési hatásfokra és hangteljesítményszintre vonatkozó előírásoknak nem felel meg. 2016. július 1-jét

követően a szigorítást kiterjesztették egyetemes (lakossági) szolgáltatásra jogosult felhasználási helyekre is. Ez a gyakorlatban azt jelentette, hogy ezektől az időpontoktól csak **az ún. kondenzációs gázkazánok üzembehelyezése engedélyeztethető** hazánkban.

2017. április 1-jén lép hatályba a legfeljebb 70 kW mért hőteljesítményű szilárd tüzelésű kazánokra és az ilyen kazánokat tartalmazó berendezés csomagokra vonatkozó **energia-címkézést** előíró rendelet. A jogszabály néhány, így a kizárólag meleg ivóvíz biztosítására, a levegő melegítésére használt és a nem fás biomasszával működő kazánok kivételével, egyetemesen érvényes lesz.

Az energiahatékonyság mértékét a címkén elhelyezett színes skála mutatja. A jobb oldalon elhelyezett fekete nyíl az adott berendezés energiahatékonysági osztályát jelzi. A címkézés a besoroláson kívül egyéb információkat is tartalmaz:



**A bemutatott példa egy tüzelőberendezés, illetve egy berendezés csomag energiahatékonysági címkézését mutatja.**

1. A gyártó neve vagy védjegye
2. A gyártó által megadott modellazonosító
3. A berendezés fűtési funkcióját jelző szimbólum
4. Fűtés mellett meleg vizet is állít elő a berendezés
5. Fűtés mellett villamos energiát is termel a berendezés
6. A kazán fűtési energiahatékonysági osztálya
7. A berendezés csomag energiahatékonysági osztálya.
8. A mért hőteljesítmény kW-ban kifejezve
9. Annak feltüntetése, hogy a berendezés csomag tartalmaz-e napkollektort, melegvíztároló tartályt, hőmérséklet-szabályozót, illetve kiegészítő fűtőberendezést

**2020-tól szigorodnak a legfeljebb 500 kW mért hőteljesítményű szilárd tüzelésű kazánok, 2022-ől a legfeljebb 50 kW névleges hőteljesítményű egyedi helyiségfűtő berendezések környezettudatos tervezésére vonatkozó forgalombahozatali és használatbavételi követelmények is.**

Ennek értelmében a nyitott égésterű, szilárd tüzelésű egyedi helyiségfűtő berendezések szezonális helyiségfűtési hatásfoka nem lehet 30%-nál kisebb, zárt égésterű berendezések szezonális helyiségfűtési hatásfoka nem lehet 65%-nál, pellettel működő berendezések esetén 79%-nál kisebb.

Az új rendelet szigorú követelményeket támaszt a kibocsátott por (szálló por, PM-kibocsátás) mennyiségére, a kibocsátott gáznemű szerves vegyületek mennyiségére, a kibocsátott szén-monoxid mennyiségére és a kibocsátott nitrogén-oxidok mennyiségére is. Nyitott égésterű berendezések esetén a PM kibocsátás 50 mg/m<sup>3</sup>-nél, zárt égésterű berendezések esetén 40 mg/m<sup>3</sup>-nél, pelletté préselt faanyaggal működő egyedi helyiségfűtő berendezések esetén 20 mg/m<sup>3</sup>-nél nem lehet nagyobb. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy csak ún. öko-tűzterek lesznek engedélyezhetőek 2020-tól központi fűtések, 2022-től egyedi helyiségfűtő berendezések esetén.

## 9. MIT TEHETEK ÉN AZ ALKALMAZOTT FŰTÉS HATÉKONY- SÁGÁNAK NÖVELÉSE ÉS A KÖR- NYEZET VÉDELME ÉRDEKÉBEN?

### A környezetbarát tüzelés 10 parancsolata

1. Fűtési és meleg víz előállítási igényemnek és lehetőségeimnek megfelelő, leginkább környezetbarát tüzelőberendezést telepítem otthonomba.
2. A tüzelőberendezést és a hozzá tartozó kéményrendszert szakember segítségével helyezem üzembe.
3. Felelős erdőgazdálkodásból származó tűzifát vásárlók.
4. A tűzifát időjárásálló tűzifatárolóban szárítom legalább 12 hónapig.
5. A tüzelőberendezést környezetbarát módon rakom meg és gyújtom be.
6. A tüzelés során biztosítom a szükséges égéslevegőt.
7. Gondoskodom otthonomban a megfelelő hőszigetelés kialakításáról.
8. A tüzelőanyaggal takarékoskodom, a lakásom hőmérsékletét a takarékoság figyelembe vételével állítom be.
9. Gondoskodom a tüzelőberendezés és a kémény rendszeres, szakember által történő felülvizsgálatáról és karbantartásáról.
10. Soha nem égetek hulladékot (például PET palackot, kezelt fát, bútortárgyat, színes papírt, ruhát stb.)

## 10. HIVATKOZÁSJEGYZÉK

<http://tuzifa-rendeles.hupont.hu/3/legjobb-tuzifa-futoertek#ixzz4Gp8syrWe>

<http://www.szenvasepker.hu/index.php?pg=603>

<http://jakofa.hu/uzemiegyssegek/brikettuzem.html>

<http://globalstone.hu/?modul=oldal&tartalom=1118564>

<http://www.pelletkazan.org/pellet-tuzeloanyag-fajtak>

<http://tuzifa-rendeles.hupont.hu/3/legjobb-tuzifa-futoertek>

<http://futsokosan.kormany.hu/>

<http://szpluszstudio.hu/kemenyfa-brikett-tudnivalok/>

<http://greenfo.hu/hirek/2016/04/04/lignit-kontra-egeszseges-kornyezet-es-jovo>

<http://www.tuzeloanyag.com/szen-tuzeloanyag/szentuzeles-tuzeloanyag-online-szen>

<http://www.szenvasepker.hu/index.php?pg=603>

<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/11848>

<http://www.tuzifaarak.hu/tuzifa-felhasznalas/a-tuzifa-tarolasanak-9-eddig-iratlan-szabalya/>

[www.kislexikon.hu](http://www.kislexikon.hu)





# FÜTS OKOSAN!

A tisztább levegőért

[www.futsokosankampany.hu](http://www.futsokosankampany.hu)





