

# Segédlet a FuranFlex RWV bélésanyag tervezéséhez és használatához

## Tartalom

Fatüzelésről általában.....	2
A kémény-áramkör részei.....	2
Az égés feltételei .....	3
Mi ég, ha nem a fa? .....	3
A fa, mint tüzelőanyag.....	3
A tűzifa minősége .....	3
A fa fűtőértéke.....	3
Nedvességtartalom.....	4
Száras és nedves üzemmód .....	4
Szilárd tüzelőanyagok korróziós hatása.....	5
A kéménytűz .....	5
Miért kell tisztítani a kéményt? .....	6
A FuranFlex bélésű keresztmetszete .....	7
A túlméretezett kémény hatása .....	7
Az alulméretezett kémény hatása .....	7
A túlfűtés hatása.....	7
A fatüzelés ciklus leírása .....	8
Ajánlások tervezéshez .....	9
FuranFlex-RWV bélésű szabványos jelölése és értelmezése.....	10
Általános megállapítások.....	10

Ez a segédlet hasznos információkat tartalmaz a fatüzelésről, a fáról, mint tüzelőanyagairól, annak fűtéstechnikai háttéréről és a FuranFlex-RWV béléscső alkalmazásáról, valamint elméleti és gyakorlati iránymutatást ad a béléscső áramlástechnikai méretezéséhez, beépítéséhez és a fatüzeléshez.

## Fatüzelésről általában

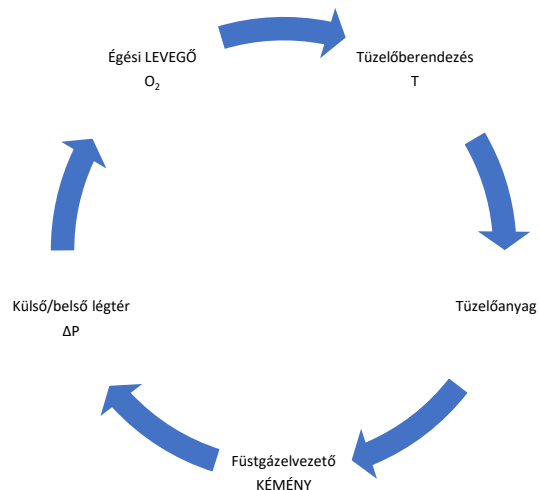
A fatüzelés az emberiség legrégebbi fűtési módja. A modern épületgépészetben azonban még ma is fontos szerepet tölt be, országoktól függő népszerűséggel.

A fatüzelésnek sok fajtája létezik: a hagyományos nyitott égésterű kandallótól, a modern zárt égésterű, elektromosan szabályozott fapellet tüzelőberendezésig.

A tüzelés egy rendszer, amelynek elemeit egymáshoz kell igazítani. Ezt a rendszert az úgynevezett kémény-áramkör írja le, amit minden esetben meg kell tervezni. A rendszer elemeit ellenőriztetni kell a béléscső beépítése után és azt követően évente a helyi kéményseprővel.

## A kémény-áramkör részei

Tüzelőberendezés – Tüzelőanyag — Füstgázvezető-berendezés (KÉMÉNY) – Külső / Belső tér - Levegőutánpótlás



A jól méretezett kémény biztosítja a tüzelőberendezés hatékony működéséhez (tökéletes égés és hőleadás) szükséges nyomáskülönbséget, azaz a huzatot.

A nem megfelelő tervezés azonban a fűtőberendezés rossz működését eredményezi és az égés tökéletlen lesz. Ennek következményei:

- Fűtés hatásfoka csökken – magasabb költségek
- Füstképződés – környezetszennyezés
- Koromlerakódás – koromégés
- Füstgáz-visszaáramlás – szénmonoxid (CO) – életveszély

## Az égés feltételei

Az égési folyamat akkor alakul ki, amikor az ahhoz szükséges 3 feltétel rendelkezésre áll:

1. Magas hőmérséklet (éghető anyag gyulladási hőmérsékleténél magasabb hőfok)
2. Éghető anyag
3. Égéshez szükséges oxigén (O<sub>2</sub>)

Az égés oxigén jelenlétében létrejövő kémiai folyamat (oxidációs folyamat), ahol oxidok keletkeznek.

Mi ég, ha nem a fa?

Fa „égetésekor” azt gondoljuk, hogy a „fa ég”. De ez nem így van!

Hő (100-200°C) hatására a fában bomlási folyamat indul meg, amely bomlási folyamatban gőzök és gázok keletkeznek és meggyulladnak (oxidálódnak). Az égési (kémiai) folyamat hő felszabadulásával jár, amit fényjelenség (láng) kísér.

Ez adja a hő 5/6-át. A maradék 1/6 hőmennyiséget a parázs, izzó faszén adja le.

A fatüzelésnél tehát a fából felszabaduló gázok égnak.

## A fa, mint tüzelőanyag

Fa olyan élő, fás szárú, koronás növény, amely függőlegesen, egy vagy több törzset növeszt. Az ilyen növényekből készített tüzelőanyag a tűzifa. Pelletizált formában a fapellet.

Nem faszármazék a szalma, széna, takarmánynövény szára és magva, energiafű stb., valamint bizonytalan eredetű biomassa (növényi származékok). Ezek pelletizált formája az agripellet.

**Fa és fapellet tüzeléséhez alkalmazható a FuranFlex-RWV, de ún. agripellethez nem.**

## A tűzifa minősége

A tűzifa minőségét fűtőértéke és nedvességtartalma határozza meg.

## A fa fűtőértéke

Fűtőértékkel egy tüzelőanyag energiatároló képességét jelöljük, azaz elégetésével mennyi hőenergiát kapunk.

Leggyakrabban használt szilárd tüzelőanyagok fűtőértékei:

Fűtőanyag	Fűtőérték, MJ/kg	Fűtőérték, kWh/kg	FuranFlex RWV alkalmazhatósága
Frissen vágott fa	6,8	1,9	✗
Szárított fa	14,4-15,8	4-4,4	✓
Szalma	17	4,8	✗
Fapellet	18	5	✓
Tőzeg	15	4,2	✗
Olajosmagvak	20	5,6	✗
Barnaszén	8	2,2	✗
Barnaszén brikett	20	5,6	✗
Kőszén	27-32,7	7,5-9	✗

Frissen vágott fa: 40-50 %<sub>m</sub> víztartalom; szárított fa: < 20%<sub>m</sub> víztartalom

A nagyobb fűtőértékű tüzelőanyag magasabb hőmérsékleten ég, ami magasabb füstgáz-hőmérsékletet eredményez.

Magasabb hőmérsékleten pedig nagyobb a hődegradáció a béléscsőben, azaz a hőterhelés következtében károsodás történhet. Ezért lehet csak fával tüzelni FuranFlex-RWV béléscső esetén.

Amennyiben a füstgáz hőmérsékletét a kazánon, az égési levegő visszavételével szabályozzuk, akkor kátrányosodás léphet fel a nedves üzem és a tökéletlen égés következményeként, ami a korrózió kockázatát és kéménytűz kialakulásának esélyét növeli.

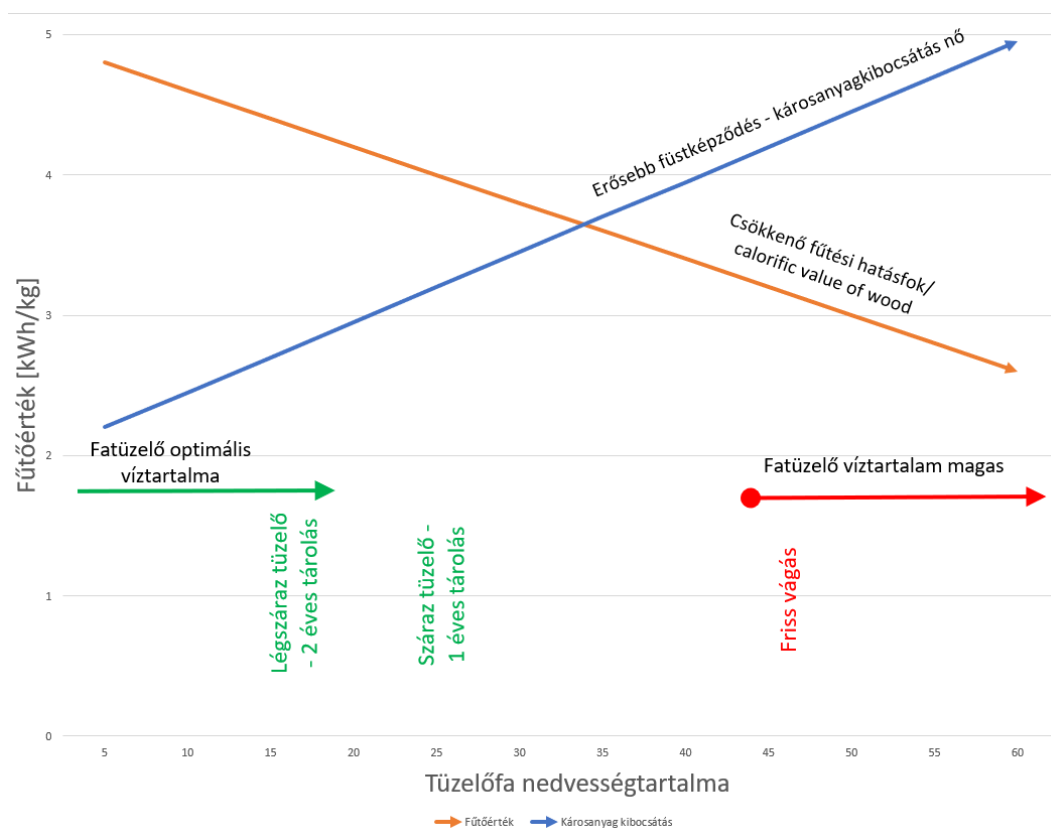
## Nedvességtartalom

Csak száraz fával szabad fűteni!

Kizárólag kezeletlen (festék, lakk, pác, ragasztóanyag stb. mentes), légszáraz keményfát használjunk tüzelésre. Légszáraz a fa, ha 20% alatti a nedvességtartalma, amit úgy érhetünk el, hogy a tüzelésre szánt fát hasítva, fedett szellős helyen tároljuk 1,5 – 2 évig.

A frissen kivágott fa 40-50% vizet tartalmaz, és égésekor a víz elpárologtatása elviszi a hőenergia jelentős részét, azaz a párolgás(hő) csökkenti a füstgáz hőmérsékletét. Az alacsony égési hőfok miatt a fából felszabaduló gázok egy része nem ég el, hanem füst, korom és vizes kátrány keletkezik hő helyett.

Száraz fa használata esetén viszont ezek a gázok adják a fában lévő energia 5/6-át.



## Száraz és nedves üzemmód

Aszerint, hogy a kéményben / béléscsőben és az ahhoz csatlakozó idomokon működés közben folyamatosan kialakul-e kondenzáció, megkülönböztetünk nedves és száraz üzemmódú kéményeket.

Kondenzáció akkor lép fel a kéményben, amikor a kémény falának hőmérséklete alacsonyabb, mint a füstgázban lévő savas gőzök víz- vagy savharmatpontja.

Az égéstermék kén- és sósav-koncentrációjának növekedése jelentős mértékben növeli a harmatponti hőmérsékletet és ezzel fokozza a kondenzáció veszélyét a kéményben!

Magas kéntartalmú tüzelőanyag harmatponti hőmérséklete 130 – 150°C is lehet! (Földgáz esetében ez 60-65°C.)

A kémény száraz és nedves üzemének ellenőrzésére az EN 13384 szabványt kell alkalmazni.

A száraz fa fűtőértéke 15 MJ/kg, a frissen vágotté 7 MJ/kg körüli, mivel a fában rejlő energia jelentős része ilyenkor a víz elpárologtatására fordítódik. **A feleannyi hőt termelő nedves tűzifa égetése pazarló, és légszennyezése is jóval nagyobb.** Nedves fa használata esetén a tüzelés hatásfoka több, mint 50%-kal csökkenhet.

### Szilárd tüzelőanyagok korróziós hatása

Kevés szó esik a biomassza, mint tüzelőanyag kémiai összetételéről és annak korróziós hatásairól, habár ezek nagyon fontosak.

A tüzelőanyagok kén (S) és klór (Cl) tartalma nagyon eltérő lehet.

A növényi tüzelőanyagok esetében a szénafélék S-tartalma 12x-es, Cl-tartalma 30x-a a fa-származékokénak.

Egy kémény vagy egy bélésű száraz és nedves üzemmódban is ki van téve korróziós hatásnak. A korróziós hatás a tűzifa kén (S) és klór (Cl) tartalma miatt alakul ki.

Nedves üzemmódban keletkező savas kondenzátum rendkívül agresszív korróziós folyamatokat indíthat be, ami a kémény vagy bélésű gyors tönkremenetelét okozza.

**FuranFlex RWV CSAK FA tüzelőanyag füstgázvezetésére alkalmazható.**

Kén- és sósavon kívül, a füstgázban lévő CO/CO<sub>2</sub> elegye szénsav kialakulását eredményezi nedves üzemmódban. Ez az elegy is rendkívül agresszív korróziós hatással rendelkezik.

### A kéménytűz

Amikor a kémény-áramkör egy eleme nem megfelelő, fatüzelésnél erőteljes kormosodás, rosszabb esetben kátrányosodás jelentkezik a kéményben.

A kémény falán lévő kátrányos lerakódásból a hő (100-200°C között) hatására gázok keletkeznek, amelyek 200-300 °C között meggyulladnak. A lángok felerősítik a gázképződést és öngerjesztő módon a kéménytűz elterjed a kémény teljes hosszában.

Kéménytűz esetén el kell zárni minden (lég)beömlő nyílást és hívni kell a tűzoltókat!

A koromtűz nem normál üzemi állapot, hanem vészhelyzet (havária esemény), ezért a garancia / jótállás érvényét veszti ebben az esetben!

## A fatüzelés helyes módja



A tűz begyújtása előtt a fahasábokat és a tűz meggyújtásához szükséges vékony fadarabokat (gyújtós) az alábbi elrendezés szerint kell egymásra rakni:

Alul kell a vastag fahasábokat elhelyezni, amire egyre vékonyabb ágakat kell tenni. Ezzel a módszerrel elkerülhető a kályha / kémény túlfűtése, ugyanakkor biztosítható a hatékony tüzelés.

A tüzelő elrendezése felülről lefelé:

gyújtós

vékony tüzelő (pl. ágak)

vastag fahasáb



Levegőnyílást csak annyira szabad kinyitni, hogy ne legyen visszaáramlás a tűztérből, a füst a kéményen távozzon és a tüzelőanyag 10-20 cm-es lánggal égjen.

Ne felejtsek, hogy a fa „gázképzését” kell a hővel / tűzzel elindítani és segíteni! Ezzel egy időben alakul ki a kéményben a huzat, ami a hideg és meleg levegő sűrűségkülönbségéből adódó „légmozgás”. A meleg füstgáz kisebb sűrűsége miatt „felszáll”, ezzel elindítva a huzatot a kéményben.

Tüzelés alatt be kell állítani a levegőnyílást úgy, hogy a tüzelő 10 – 20 cm-es lánggal égjen. A levegőnyílás beállításával a kémény huzata által a tüzelőberendezésen áthaladó levegő mennyiségét lehet szabályozni. A túl sok levegő a fa gyors elégését eredményezi (a nagy huzat a meleget is magával viszi – rossz hatásfok); a kevés levegőpótlás tökéletlen égéshez, ezen keresztül pedig szénmonoxid fejlődéshez, illetve korom és kátrány lerakódáshoz vezet.

Ügyelni kell arra, hogy soha ne tegyünk több tüzelőanyagot a fűtőberendezésbe, mint amit a gépkönyv leírása javasol!

### Miért kell tisztítani a kéményt?

Szilárd tüzelésénél mindig keletkezik hamu, amelynek egy része a füstgázzal együtt távozik a tüzelőberendezésből a kéményen keresztül. A távozó hamu a kéményben lerakódhat, és nedvességgel kátrányt alkot.

A kormos, kátrányos lerakódás csökkenti a kémény keresztmetszetét, ami csökkenti a huzat mértékét és tökéletlen égést eredményez. Ez egy öngerjesztő, gyorsuló folyamat. Szélsőséges esetben a lerakódás visszaáramlást eredményezhet, ami pedig belső komfort csökkenéséhez (füstszag) és életveszély (CO-mérgezés) kialakulásához vezethet.

A lerakódás mértékével nő egy koromtűz esélye is, hiszen nő a (korom)tűz kialakulásához szükséges gázképző anyag mennyisége is.

A kéménysepréssel a lerakódást távolítják el, amivel növelhető a fűtés hatékonysága és csökkenthető a koromtűz előfordulásának valószínűsége.

### A FuranFlex bélésű keresztmetszete

A FuranFlex bélésű a kéménykürtőben sokféle keresztmetszetet fel tud venni. Méretezéssel ellenőrizni kell, hogy a bélésű méret és alak-tulajdonságai biztonságos és műszakilag megfelelő (huzat-, hőmérsékletviszonyok) feltételeket biztosítanak fűtés közben.

Kályhákhoz jellemzően kör keresztmetszetű (átmérő) füstcső-méreteket adnak meg.

Körtől eltérő keresztmetszet esetén meg kell adni az úgynevezett kör egyenértékes átmérőt. Egyenértékes átmérő az egységnyi hosszúságú, különböző keresztmetszetű csövek áramlástechnikai ellenállását vagy azok arányát adja meg.

A hibás keresztmetszetek (adott hosszúságú kéményhez) befolyásolják a kémény működését az alábbiak szerint:

#### A túlméretezett kémény hatása

Túlméretezett kémény azt jelenti, hogy keresztmetszete nagyobb, mint az adott tüzelőberendezéssel elvégzett áramlástechnikai méretezés szerint ideális lenne.

A nagyobb kémény-kéretmetszet kisebb füstgázsebességet eredményez, amely a füstgáz visszahúzását eredményezheti és így megnő az esélye a kéményben bekövetkező kondenzációnak.

Nehezebben alakulnak ki a működéshez szükséges huzatfeltételek (huzat).

A kémény felemelegedése esetén a nagymértékű huzat csökkenti a kazán hatásfokát. (Meleg füstgázt „kirántja” a kályhából.) A magasabb hőmérsékletnél kialakuló nagyobb füstgázsebesség növeli a füstgáz és a kéményfal közötti hőátadást, ami szélsőséges esetben (450°C felett) a bélésű tönkremenetelét okozza.

#### Az alulméretezett kémény hatása

Alulméretezett kémény azt jelenti, hogy keresztmetszete kisebb, mint az adott tüzelőberendezéssel elvégzett áramlástechnikai méretezés szerint ideális lenne.

Az alulméretezett kémény kisebb kéményhuzatot eredményezhet, ami füstgáz visszaáramláshoz és tökéletlen égéshez (kisebb hatásfok) vezet.

#### A túlfűtés hatása

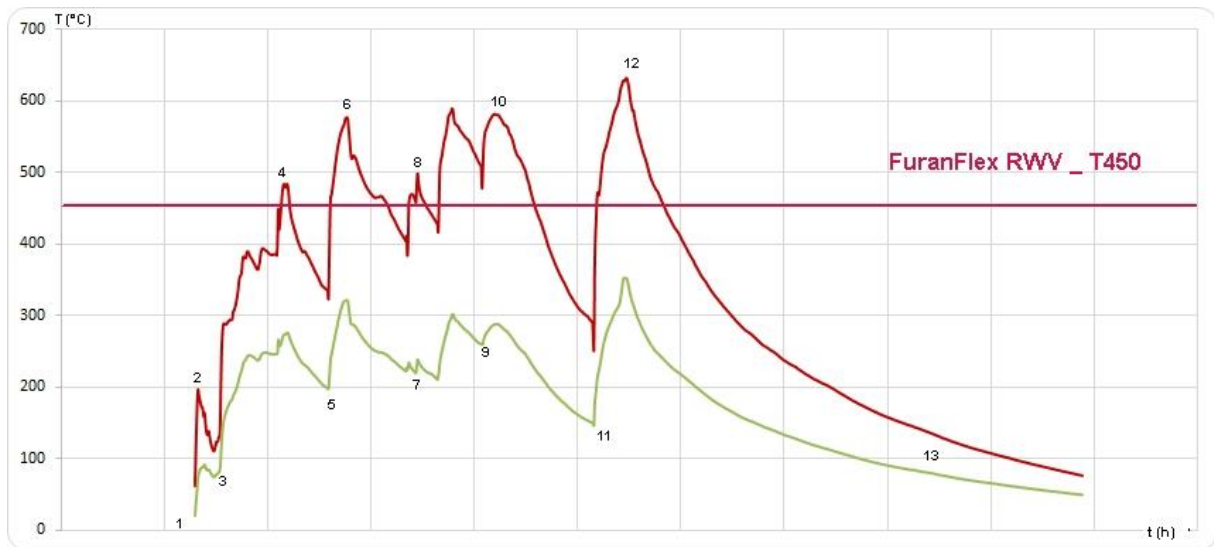
Túlfűtésnek nevezzük, amikor a fűtőberendezés füstcsőnkjén magasabb hőmérsékletű füstgáz lép ki, mint a fűtőberendezésben vagy a kéményben megengedett legnagyobb füstgázhőmérséklet.

Ilyen esetben a kazán szerkezete rongálódik (pl. tömítések, hőtároló közeg sérül), füstcső deformálódik, az acél elemek kémiai szerkezete (korróziós tönkremenetele) változik, a bélésű szerkezetileg és anyagában is károsodik.

Túlfűtés származhat a kémény mérethibájából vagy a nem megfelelő fűtésből (pl. megengedettnél több tűzifa, túlzott égési levegő, stb)

## A fatüzelés ciklus leírása

Fatüzeléses kályha működtetése közben az alábbi tipikus hőmérsékletváltozásokat tapasztalhatjuk 10 órás fűtési időtartam alatt.



Az ábrán egy 9 kW-os fatüzeléses kályha hőmérsékletviszonyai láthatóak.

Hőmérséklet-jelölések:

**ZÖLD** színnel a gépkönyvben megengedett tüzelő mennyiség elégetésekor;

**PIROS** színnel a megengedett tüzelőanyag **2x-es mennyiség** elégetésekor kialakuló füstgáz-hőmérsékleteket jelöltük.

Kályha kézikönyve szerint (katalógus érték) a füstgáz maximális hőmérséklete 350°C.

Begyűjtás	1	Tüzelő begyűjtása	Légbeömlő nyílások teljesen nyitva	Ciklus # 0 Időtartam: 15''
	1-2	Tüzelő lángra kap		
	2	Tüzelő ég - gyújtó	Légbeömlő nyílás szűkítése	
	2-3	tüzelő leéget	parázs adja a hőt	Ciklus # 1 Időtartam: 60''
Tüzelés	3	tüzelő töltés		
	3-4	tüzelő ég	farakás meggyullad, hőmérséklet nő, huzat nő	
	4-5	parázslás	tüzelő leégett, parázs adja a hőt	Ciklus # 2 Időtartam: 60''
	5	tüzelő töltés		
	5-6	tüzelő ég	farakás ég, hőmérséklet nő	
	6-7	parázslás		Ciklus # 3 Időtartam: 50''
	7	tüzelő töltés		
	7-8	tüzelő ég		
	8-9	parázslás		Ciklus # 4 Időtartam: 60''
	9	tüzelő töltés		
	10	tüzelő ég		
	10-11	parázslás		Ciklus # 5 Időtartam: 240''
	11	tüzelő töltés		
	11-12	tüzelő ég		
Leállás	13	parázslás	parázs leég, és kályha lehűl	



A nyílt égésterű fatüzelés tüzelési paramétere (tüzelő mennyisége, égési levegő mennyisége, huzat változása stb.) nem vagy nehezen kontrollálhatóak és időben is változnak (fűtés közben folyamatosan változnak). Ebből adódik, hogy a hőmérsékleti körülmények változhatnak és így a kémény működési módja is változhat.

Fatüzelés esetén a kéményben nincsen a gázfűtéshez hasonló „egyensúlyi állapot”. Ennek eredménye, hogy a kazán működési teljesítmény tartománya 50 – 150 % között alakul a névleges hőteljesítményhez viszonyítva.

50 % - amikor a tüzelőanyag leég és a parázs adja a hőt

150 % - amikor a tüzelő ég és a légfelesleg miatt az ideálisnál nagyobb huzat alakul ki.

Ezek a paraméterek érvényesek a modern, jó hatásfokú (azaz alacsony füstgáz hőmérsékletű) kályhákra is. Ezeknél a készülékeknél a füstgáz hőmérséklet jóval alacsonyabb. Az alacsony füstgáz hőmérséklet miatt a kondenzáció veszélye nagyobb.

A kályhagyártók a teljesítménytartományokat a következőképpen adják meg:

TELJESÍTMÉNYEK\*

Minimum: 3,9 kW

Névleges: 6,0 kW

Maximum: 9,0 kW

\*Példa: Gyártói adatok a JØTUL F361 Advance CB tüzelőberendezés katalógusában.

A fentiekből következik, hogy

- A túlfűtés a gyakorlatban valós veszély
- Részterhelés a fatüzelés természetéből adódik
- A felfűtés és lehűlés gyorsan megy végbe
- A kéményben magas füstgáz hőfokoknál is kialakulhat olyan fali hőmérséklet, amikor kondenzáció lép fel.

### Ajánlások tervezéshez

FuranFlex bélésű beépítése előtt minden esetben javasoljuk a füstgáz elvezető rendszer áramlástechnikai méretezését!

Tervezéshez az EN 13384 (Égéstermék-elvezető berendezések. Hő- és áramlástechnikai méretezési eljárás) szabványnak megfelelő szoftverek állnak rendelkezésre. (Pl.: CHM-Bau, Kesa-Aladin, Easy-Calc, stb).

Ezekkel a programokkal ellenőrizhető, hogy a FuranFlex bélésű megfelel-e az adott fűtési rendszer (kazán, füstcsövezés) paramétereinek. Legfontosabb paraméterek:

- **Füstgáz maximális hőmérséklete**
- **Száraz üzemmód a kémény teljes hosszán minden teljesítménytartományban (kondenzáció elkerülése)**

A tervező programok a szabványos tervezési alapértékekkel számolnak (tüzelőanyag tulajdonság, biztonsági tényező(k), kazánadatok, stb).

A tüzelőberendezések adatainál a készülék műszaki leírásában szereplő **teljesítmény-tartomány értékeket** kell megvizsgálni. **Ennek hiányában a kazán működését 50%, 100% és 150%-os teljesítményszinteknél kell ellenőrizni.**

Hőcserélős berendezéseknél, amit melegvíz előállításra vagy fűtésre használnak, a füstgáz alacsony hőmérséklete miatt a kémény működésének teljes időtartama alatt nedves üzemmódban működhetnek. **Hőcserélő adatokat** mindenképpen meg kell adni a méretezéshez.

**Cserépkályhák esetében az építőmestertől kell fűtési teljesítményre, füstgázadatokra vonatkozó adatokat bekérni.**

A méretezés során be kell tartani a helyi és az európai előírásokat, szabványokat, direktívákat.

### FuranFlex-RWV bélésű szabványos jelölése és értelmezése

A FuranFlex-RWV bélésű fatüzelésű tüzelőberendezések legfeljebb 450°C hőmérsékletű égéstermékének depressziós (40 Pa) üzemi elvezetésre alkalmazható bélésanyag, amely száraz üzemmódban működhet. Koromégésnek ellenáll.

EN 1443szerinti jelölése: **EN 1443– T450 N1 D 2 G**

**T450: Hőmérsékleti osztály**

Legfeljebb 450 °C-os füstgáz elvezetésére alkalmas

**N1: Nyomásosztály**

A bélésűbe huzat (negatív nyomás) elvén vezeti el a füstgázt.

**D: Kondenzátummal szembeni ellenállás**

Száraz üzemmódú égéstermék elvezető berendezés. A kazán állandósult üzemi körülményei között nem csapódhat le (füstgázból) savas kondenzátum a kémény falára.

**2: Tüzelőanyag típusa**

Fa vagy fa származékok füstgáz elvezetésére alkalmas.

**G: Koromégéssel szembeni ellenállás**

Koromégésnek ellenáll.

A bélésűvet csak száraz üzemi füstgáz elvezetéshez lehet beépíteni, ami azt jelenti, hogy működés közben nem alakulhat ki folyamatos kondenzáció a kéményben. A száraz üzemi meglétét az adott kémény füstgáz-áramlási méretezésével kell igazolni az EN 13384 szabványsorozat szerint.

Csapadéktól a kémény kitoroklásánál (kötelező idomként) esővédő-tárcsával kell védeni a bélésűvet.

A FuranFlex-RWV bélésű beépítésénél be kell tartani a FuranFlex kézikönyv (technológiai) előírásait.

### Általános megállapítások

Szilárd-tüzelésű tüzelőberendezésekben kizárólag a gyártó által előírt tüzelőanyagot szabad eltüzelni, háztartási hulladékot nem. Amennyiben háztartási hulladékok is elégetésre kerülnek, úgy a tüzelőberendezés tönkremenetelét is előidézhetjük. Szén-monoxid mellett egyéb, igen mérgező gázok, gőzök, savhatások is keletkezhetnek, továbbá növekedhet a kéményjáratban (füstcsőben és a tüzelőberendezésben is) a lerakódás, ami kéménytűzet, valamint a rendszer idő előtti tönkremenetelét és a biztonságos működés feltételeinek romlását eredményezi.

Tüzelőanyagot esőtől, nedvességtől védett, jól szellőző helyen kell tárolni.

Nyílt égésterű kályha használata során (addig, amíg a parázs/hamu ki nem húll) **NE MŰKÖDTESSENEK ELSZÍVÓ** berendezéseket. A kályhából / kéményből a légtérbe bekerülő füstgáz és CO életveszélyes!