

# Tippek-trükkök a BAUSOFT programok használatához

## Kazánok tulajdonságainak változása az égéstermék tömegáramának függvényében

Baumann Mihály ügyvezető  
BAUSOFT Pécsvárad Kft.

Új szabványok bevezetésekor gyakran előfordulnak olyan értelmezési problémák, amelyeket célszerű tisztázni ahhoz, hogy a szabvány alkalmazása a készítőinek szándékai szerint valósuljon meg. Az MSZ EN 13384 szabványsorozatnál a problémát súlyosbítja, hogy a korábbi hazai tervezői szokásoktól kissé eltérő szabványról van szó, annak nyelvezete, fogalmai is komoly próba elé állítják a szakembereket. A problémát még tetézi, hogy a felhasználáshoz szükséges adatok sem állnak mindig teljes körben rendelkezésre. A cikkben a szabvány egy ilyen kérdéskörét igyekszem részletesen körüljárni.

### Tüzelőberendezések huzatigényének és égéstermék hőmérsékletének tömegáram függése

Az MSZ EN 13384 szabvány 2. kötetének 6. pontja értelmében a hőtermelő készülékek áramlási ellenállásának és égéstermék kilépő hőmérsékletének adatait a tömegáram függvényében kell meghatározni. Az 1. kötetben szereplő számításoknál erre nincs szükség, hiszen itt a kéményre egyetlen berendezés van rákötve, és ennél az egyszerűsített számításnál elegendő igazolni, hogy a névleges tömegáram mellett teljesülnek a hőmérséklet és nyomásfeltételek.

Abban az esetben, ha a kéményre több berendezés kapcsolódik (a 2. kötet foglalkozik ezekkel a kaszkádkapcsolásokkal vagy gyújtókéményekkel), akkor ezek a készülékek hatnak egymásra, ezért azok nem feltétlenül a névleges (referencia) tömegárammal üzemelnek. Világos az is, hogy amennyiben a készülékben változik az égéstermék tömegáram, úgy az együtt jár az üzemi paraméterek változásával. Ha megnövekszik a tömegáram, akkor az jellemzően a készülék ellenállásának növekedését és az égéstermék hőmérsékletének emelkedését vonja magával.

A szabvány értelmében a készülékgyártóknak meg kellene adni ezeket a függvényeket, de egyelőre egyetlen ilyen adatsorral sem találkoztam. Ennek az esetnek a kezelésére a szabvány ezért közelítő összefüggések alkalmazását javasolja. Az alábbi polinom függvényekkel javasolja leírni a kapcsolatot:

$$P_{wc,j} = b_0 + b_1 \cdot \left( \frac{\dot{m}_{wc,j}}{\dot{m}_{w,j}} \right) + b_2 \cdot \left( \frac{\dot{m}_{wc,j}}{\dot{m}_{w,j}} \right)^2 + b_3 \cdot \left( \frac{\dot{m}_{wc,j}}{\dot{m}_{w,j}} \right)^3 + b_4 \cdot \left( \frac{\dot{m}_{wc,j}}{\dot{m}_{w,j}} \right)^4 \quad Pa$$
$$t_{wc,j} = y_0 + y_1 \cdot \left( \frac{\dot{m}_{wc,j}}{\dot{m}_{w,j}} \right)^{y_2} \quad ^\circ C$$

ahol:

$b_0 \dots b_4$  polinom együtthatók a készülék ellenállás számításához, -

- $y_0 \dots y_2$  polinom együtthatók az égéstermék hőmérséklet számításához, -  
 $m_{wc,j}$  hőtermelő számított tömegárama, kg/s  
 $m_{w,j}$  hőtermelő referencia tömegárama, kg/s  
 $P_{wc,j}$  hőtermelő számított áramlási ellenállása, Pa  
 $t_{wc,j}$  égéstermék számított kilépő hőmérséklete, °C

Tehát elvileg a berendezés gyártójának kellene megadnia a  $b_0 \dots b_4$  és  $y_0 \dots y_2$  együtthatókat, de mivel ma még nem ez a gyakorlat, az együtthatók értékeit a szabvány mellékletében található táblázat alapján lehet felvenni.

Hőtermelő	Üzemállapot	$P_{wc,i}$					$t_{wc,i}$		
		$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$y_0$	$y_1$	$y_2$
Szilárdtüzelésű, ventilátor nélküli berendezések	Bekapcsolva	0	0	0	0	$P_{w,j}$	0	$t_{w,j}$	0,8
	Kikapcsolva	0	0	$P_{w,j}$	0	0	$t_{uV,j}$	0	0
Folyékony tüzelőanyaggal üzemelő ber., ventilátor nélkül	Bekapcsolva	0	0	$P_{w,j}$	0	0	$t_{w,j}$	0	0
	Kikapcsolva	0	0	$P_{w,j}$	0	0	$t_{uV,j}$	0	0
Atmoszférikus égőjű (deflektoros) berendezések	Bekapcsolva	0	0	$P_{w,j}$	0	0	$t_{uV,j}$	$t_{w,j}-t_{uV,j}$	-1
	Kikapcsolva	0	0	$P_{w,j}$	0	0	$t_{uV,j}$	0	0
Gáz-, olajüzemű ber., ventilátorral vagy blokkégővel felszerelve	Bekapcsolva	$-P_{wG,j}$	0	$P_{w,j} + P_{wG,j}$	0	0	$t_{w,j}$	0	0
	Kikapcsolva	0	0	$P_{w,j} + P_{wG,j}$	0	0	$t_{uV,j}$	0	0

ahol:

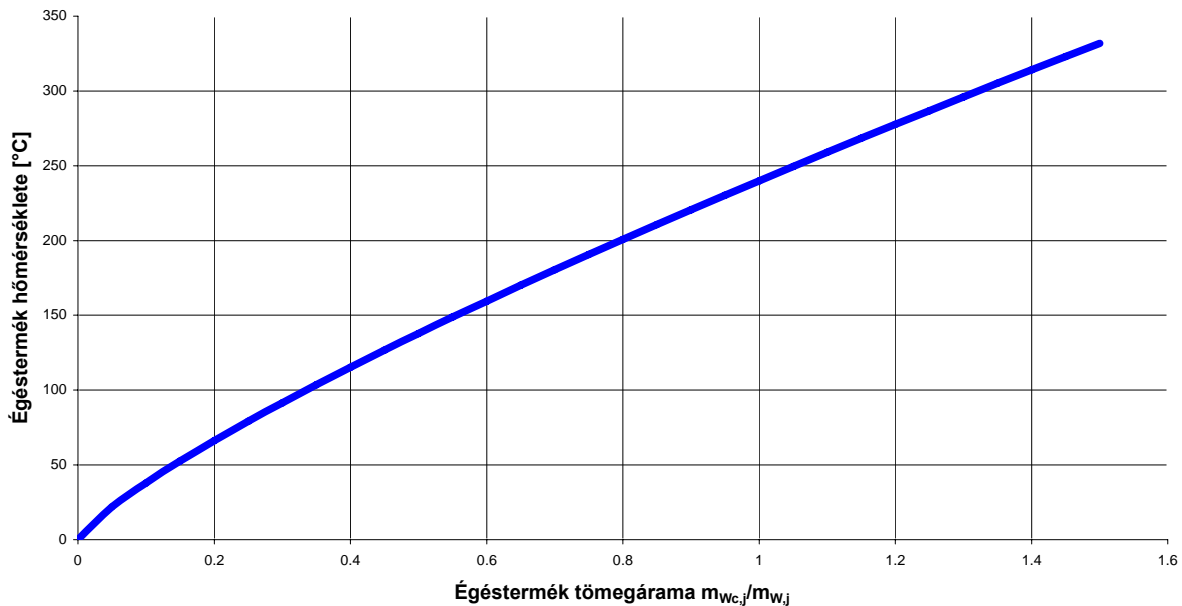
- $t_{uV,j}$  levegő hőmérséklete a hőtermelők környezetében, °C  
 $t_{w,j}$  j-ik hőtermelő égéstermékének hőmérséklete, °C  
 $P_{w,j}$  j-ik hőtermelő áramlási ellenállása, Pa  
 $P_{wG,j}$  ventilátor által biztosított nyomáskülönbség a j-ik hőtermelőnél, Pa

## Szilárdtüzelésű berendezések

Itt csak azokról a szilárdtüzelésű berendezésekről van szó, amelyeknél nincs sem füstgázelszívó ventilátor, sem égési levegőt szállító ventilátor. Tehát a készülék áramlási ellenállását a kémény huzatának kell fedeznie.

A táblázatból látható, hogy működés közben egy szokatlan erős ellenállás változás figyelembevételét javasolja a szabvány, mert a készülék ellenállása az átáramló égéstermék tömegáramától a negyedik hatványon függ. Kikapcsolt állapotban pedig a szokásos másodfokú parabola írja le az áramlási ellenállást.

A hőmérséklet változását bekapcsolt állapotban az alábbi függvény ábrázolja. A diagram készítésekor a referencia tömegáram mellett 240 °C égéstermék hőmérsékletet adtunk meg.



1. ábra Szilárd tüzelésű kazán égéstermék hőmérsékletének tömegáram függése

A berendezés kikapcsolt állapotában a kilépő levegő hőmérsékleteként a készülék környezetében uralkodó levegő hőmérsékletével kell számolni.

Természetesen meg kell jegyezni, ritkán fordul elő, hogy több szilárdtüzelésű berendezés van közös kéményre kötve. Erre példa a társasházakban közös kéményre kötött kályhák, cserépkályhák esete, vagy nagyobb teljesítményű kazánházaknál találkozhatunk esetleg több olyan kazánal, amelyek közös kéményre vannak kötve.

### **Folyékony tüzelőolajjal üzemelő berendezés ventilátor nélkül**

Ez az eset csupán az olajtüzelésű kályhákra illik, amelyekben az olaj elpárolgása után alakul ki az éghető keverék. Mivel ez ma nem tipikus alkalmazás hazánkban, ezért ezzel az esettel nem kívánok különösebben foglalkozni.

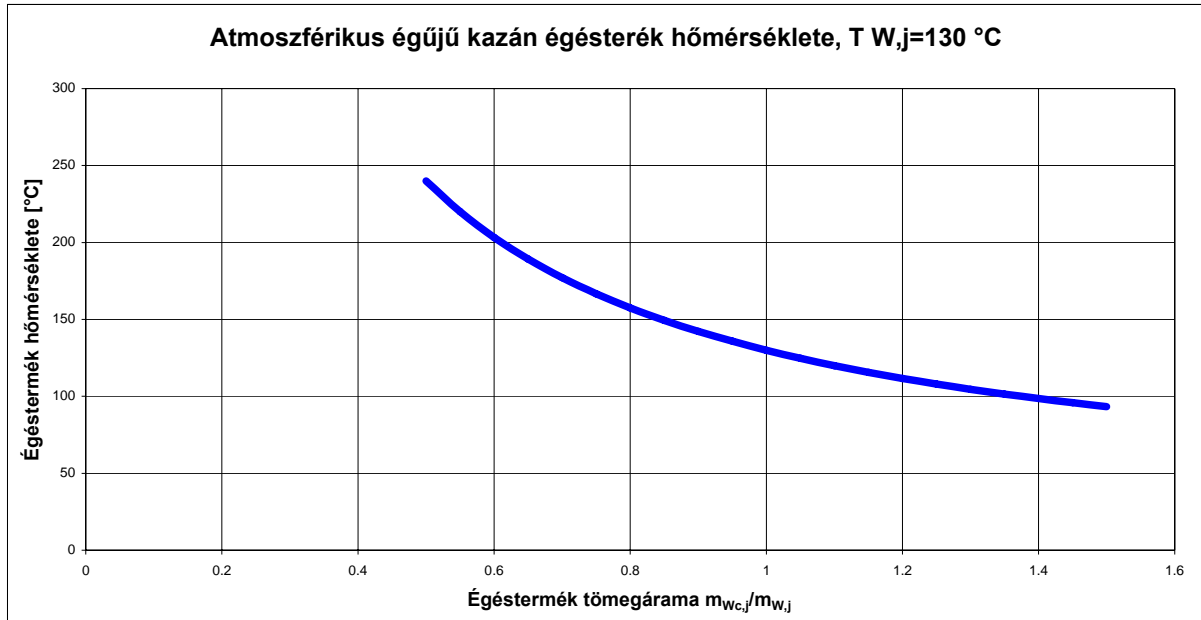
Látható, hogy ellenállás szempontjából mind bekapcsolt, mind kikapcsolt állapotban ugyanaz a másodfokú parabola írja le az égéstermék tömegárama és a készülék ellenállása közti kapcsolatot.

Az égéstermék hőmérséklet bekapcsolt állapotban a készülékhez megadott érték, míg kikapcsolt állapotban a környezeti levegő hőmérséklete.

### **Atmoszférikus égővel felszerelt gázkazánok**

Ennél az esetnél fontos tisztában lennünk azzal, hogy az atmoszférikus égőjű kazánt a szabvány azokkal hígított égéstermék adatokkal méretezi, amelyeket a kazán laboratóriumi mérésénél határoztak meg. A kazánál ezért tipikus a 3-4 Pa körüli áramlási ellenállás és a kb.  $n=2$  légfelesleg tényezővel való üzem.

A táblázat adatai alapján látható, hogy a kazán ellenállást mind bekapcsolt, mind kikapcsolt állapotban egy másodfokú parabola írja le. Az égéstermék hőmérséklete erősen változik a tömegáram függvényében. A 2. ábra mutatja be a változás jellegét. A számításnál 130 °C égéstermék hőmérsékletet és 20 °C kazánházi hőmérsékletet vettünk fel.



2. ábra Atmoszférikus égőjű kazán égéstermék hőmérsékletének tömegáram függése

Az ábrán látható, hogy a deflektoron beáramló levegő következtében az égéstermék hőmérséklete csökken, a referencia tömegáramnál természetesen a mérésből származó hőmérséklet értéken halad keresztül a görbe.

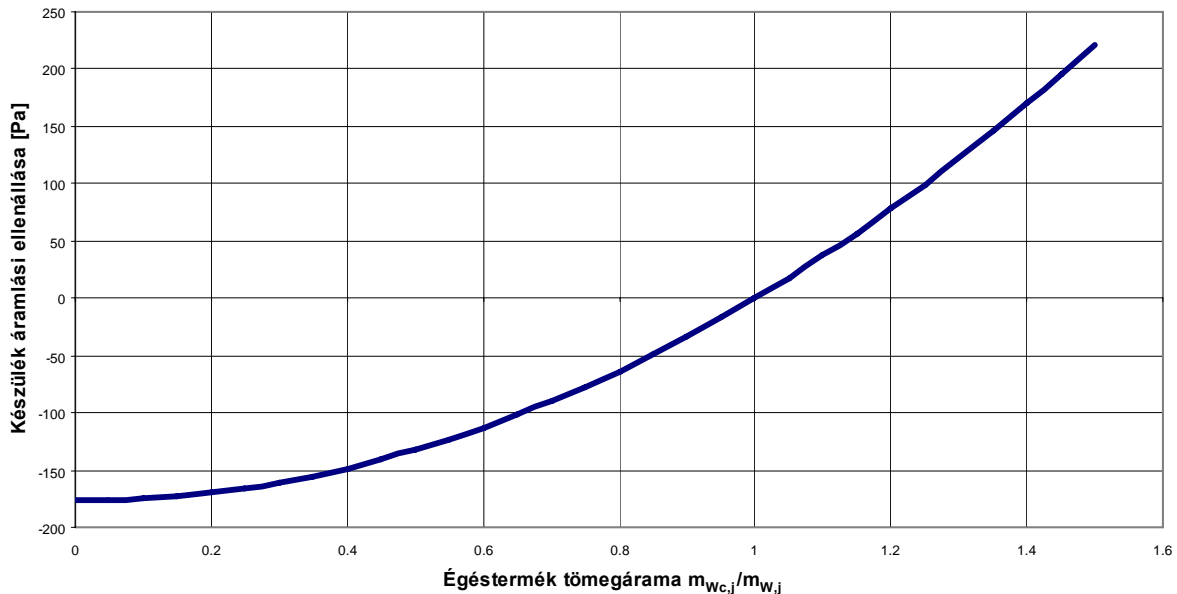
## Ventilátorral vagy túlnyomásos égővel felszerelt gáz- vagy olajüzemű berendezések

A szoftver használatának visszajelzéseiből látom, hogy a legtöbb gond, félreértés ezeknek a készülékeknek a számításainál fordul elő. A szakma más területein megszoktuk, hogy amikor egy ventilátorról beszélünk, akkor annak jelleggörbáját többnyire ismerjük. Itt is szükség lenne arra, hogy a ventilátor és a készülék együttes jelleggörbéje rendelkezésre álljon. A táblázat adatait áttekintve látható, hogy két paraméter ismeretével lehet a jelleggörbére a közelítés megadni.

A hőtermelő áramlási ellenállása ( $P_{Wj}$ ) ennél az esetnél a ventilátor nyomáskülönbségének és a készülék áramlási ellenállásának különbsége a referencia tömegáram mellett. A másik paraméter pedig a ventilátor által biztosított nyomáskülönbség ( $P_{WG,j}$ ). Ez utóbbi érték igazából akkor lenne a legpontosabb, ha itt a ventilátor üresjárási nyomása szerepelne.

A blokkégővel felszerelt készülékeket jellemzően úgy szabályozzák be, hogy az égő fedezze a berendezés áramlási ellenállását, a bekötő vezetéken a kilépő csonk közelében már ne legyen túlnyomás. Ezt a  $P_{Wj} = 0$  Pa érték fejezi ki. A kazán belső ellenállása gyakran szerepel a katalógusokban, erre az égő nyomásának megválasztása miatt van szükség. Például a BUDERUS Logano GE 315 kazánsorozat 230 kW-os berendezésénél  $P_{WG,j} = 177$  Pa.

Ezeknek az adatoknak a felhasználásával a szabvány által javasolt jelleggörbe a 3. ábra szerint alakul.



3. ábra Blokkégővel felszerelt kazán áramlási ellenállása a tömegáram függvényében

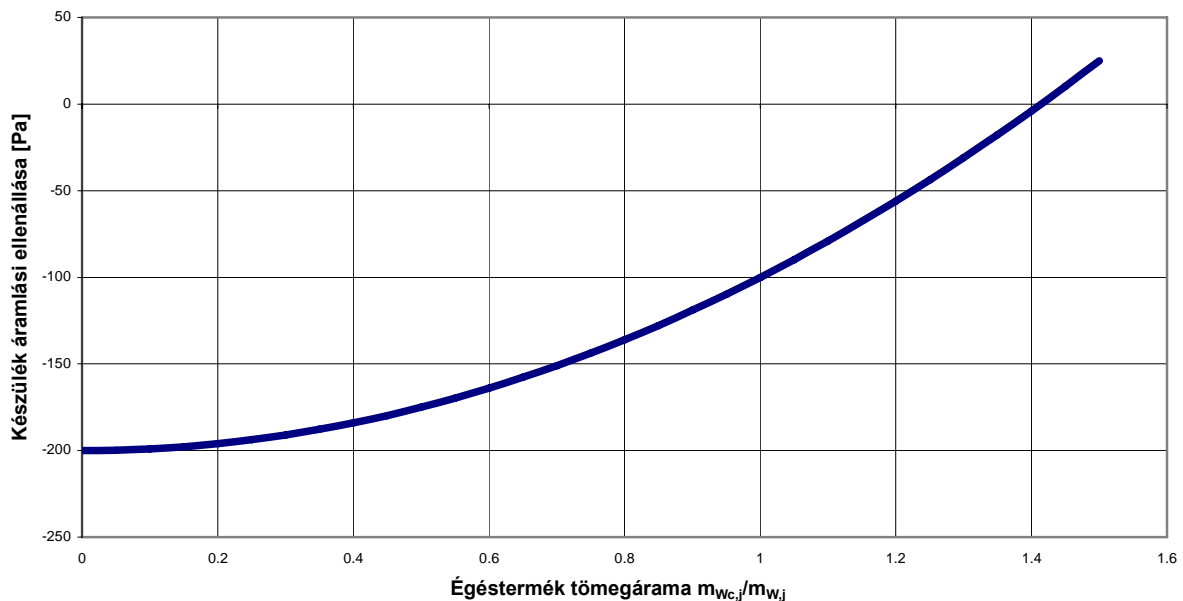
A diagramban a negatív értékek azt fejezik ki, hogy mivel ilyenkor a készüléknek kisebb a belső ellenállása, ezért az égő túlnyomást hoz létre a kilépő csomagon. Ha a referencia tömegáramnál nagyobb az égéstermék mennyisége, akkor a ventilátor már nem elegendő, a megnövekedett ellenállást a kémény huzatának kell fedeznie.

Ennél a közelítésnél igazából nem vettük figyelembe magának az égőnek a belső ellenállását. Ez azért lehet érdekes, mert ha ezt is figyelembe vennénk, akkor még meredekebb a jelleggörbe. Sajnos a blokkégők kikapcsolt állapotban fellépő áramlási ellenállására végkép lehetetlen adatokat beszerezni.

A ventilátorral felszerelt kazánoknál (turbó kazán) az égő nagyobb nyomást biztosít, mint amekkora készülék ellenállása, ezért a kilépő csomagon túlnyomás van (a készülék áramlási ellenállása ezért negatív). A VIESSMANN Vitodens 200 készülékesaládjánál ez  $P_{W,j} = -100$  Pa.

Sajnos nem áll rendelkezésre a ventilátor által biztosított nyomáskülönbség, de hogy a készülék tömegárama ne nagyon változzon, egy meredek jelleggörbére van szükség, ezért azt javaslom, hogy abszolút értékben legalább 100 Pa-al nagyobb értéket felvenni, mint amennyi a készülék huzatigénye volt. A Vitodens 200 készülékesaládnál ez például a  $P_{WG,j} = 200$  Pa értékkel való számítást jelentheti.

A készülék így felvett jelleggörbáját a 4 ábra mutatja be.



4. ábra Ventilátorral felszerelt kazán áramlási ellenállása a tömegáram függvényében

Ezeknél a készülékeknél azért van szükség a meredek jelleggörbére, hogy az LAS gyűjtőkémények méretezésénél ne nagyon fordulhasson elő olyan állapot, amelynél a számított tömegáram nagyon eltérne a referencia tömegáramtól. A meredekebb jelleggörbe egyúttal az iterációs eljárás stabilitását és konvergenciáját javítja.

Mindkét készüléktípus esetében az égéstermék hőmérséklet bekapcsolt állapotban a készülékhez megadott érték, míg kikapcsolt állapotban a környezeti levegő hőmérséklete. Az érték állandó, nem függ a tömegáramtól.

## Összefoglalás

Az előzőek alapján látható, hogy jellemzően nem túlságosan bonyolult kérdésekről van szó, csupán az értelmezésük jelent gondot. A terület megfelelő ismerete elsősorban blokkégős vagy ventilátoros készülékeknél fontos. A Magyarországon is pár éve alkalmazott LAS gyűjtőkémények számításaira korábban nem volt alkalmas szoftver. Talán ennek is köszönhetőek a méretezésnél fellépő problémák.