



A hő- és füstelvezetés méretezésének alapelvei

*Szikra Csaba tudományos munkatárs
BME Építészmérnöki Kar
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék
szikra@egt.bme.hu
2012.*



Bevezető

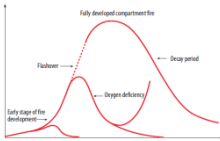
OTSZ – Preambulum (célok alapelvek) - 104. Hő és füst elleni védelem



292. § Az építmények kialakítása során biztosítani kell:

- a felszabaduló **hő és füst** a lehető leghatékonyabb módon eltávozhasson a **szabadba**,
- a felszabaduló hő ne csökkentse a teherhordó szerkezetek állékonyságát,
- az erre szolgáló eszközök, berendezések az előírt időtartamig hatékonyan és üzembiztosan működjenek,
- a benntartózkodók **menekülési útvonalára** a fejlődő hő és füst ne vagy csak olyan mértékben juthasson be, ami még nem nehezíti a menekülést (látótávolság, menekülési út felismerése, mérgező gázok hiánya stb.), a kiürítési útvonalra előírt egyéb feltételekkel közösen,
- a tűzoltás vezetőnek legyen lehetősége a hő és füst elleni védelem eszközeinek hatékony használatára, a füst- és tűzterjedés befolyásolására,
- a **tűzoltás elősegítése** érdekében a szükséges helyeken kialakuljon a megfelelő **füstmentes levegőréteg**.



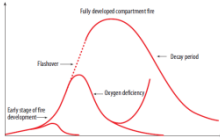


Bevezető

Hő és füst

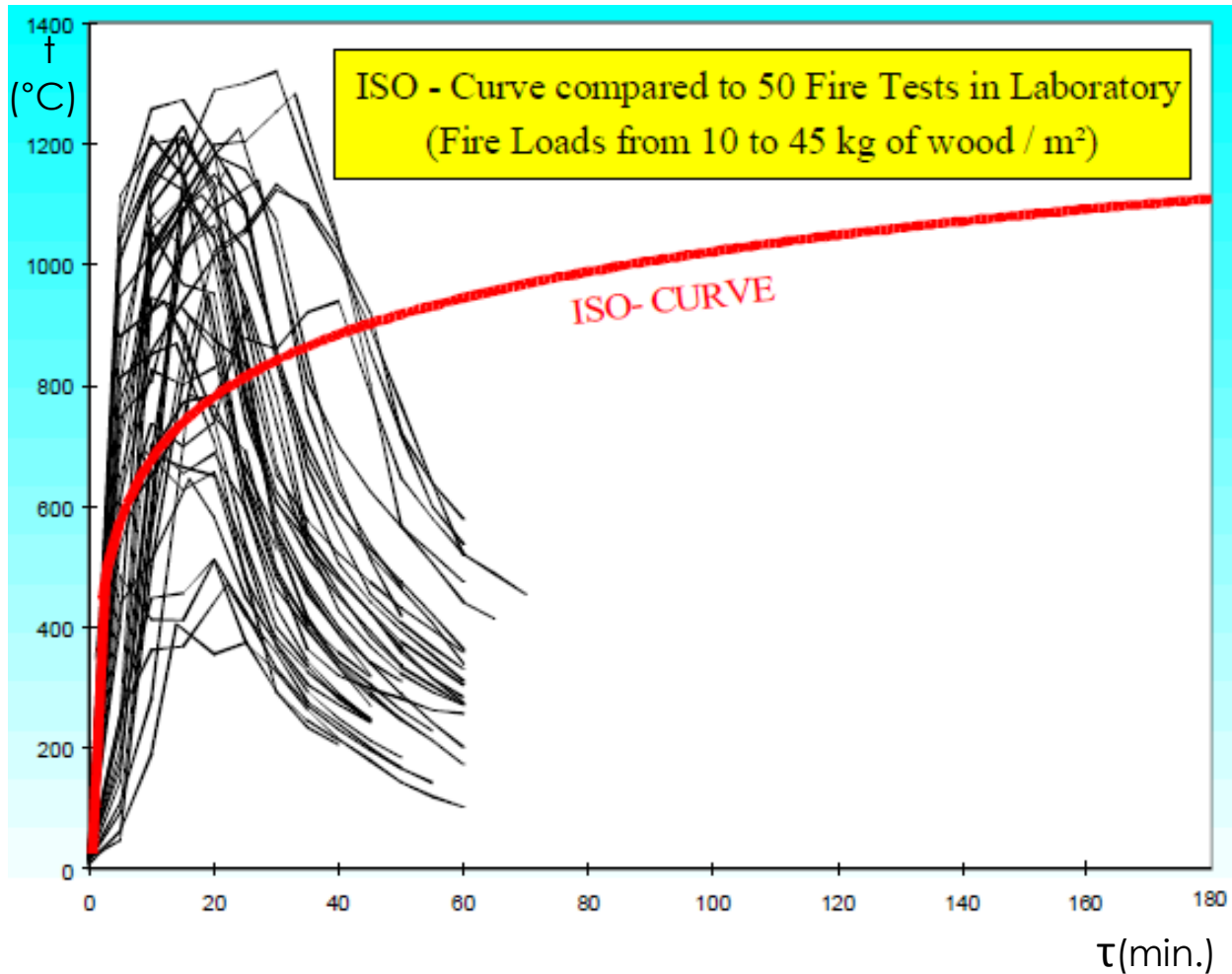


- Az égés mindig együtt jár a hő és az égéstermékek keletkezésével. Tűzvédelmi szempontból a hő-fejlődést és a füstfejlődést érdemes külön választani. Egy átlagos belső tűz keletkezésekor elmondható, hogy a tűz kezdeti fázisában inkább jellemző a füst, mint a hő fejlődése.
- Füst = égéstermék megnevezés (tűz alatt keletkező füst nem csak szilárd, hanem gáz halmazállapotú összetevőket is tartalmaz).
- A lebegő szilárd részecske csökkenti az átláthatóságot, a mérgező gáz toxikus. A zárt tér térfogatához képest viszonylag kis kiterjedésű tűz esetén is gyorsan, nagy mennyiségű égéstermék kerül a levegőbe.
- Az égés közben a zárt tér oxigénkoncentrációja is csökken, ezért az épülettüzek jelentős részénél a vezető halálok a mérgezés és a fulladás. Életvédelmi szempontból tehát a védett térben a lebegő füst, illetve a mérgező anyagok koncentrációja fontos jellemző. A füsttel (égéstermékkel) telített térben nemcsak a menekülés, a beavatkozás sem hatékony.



A tűztér jellemzői

a valós tűztér viselkedésének összevetése és az ISO görbe

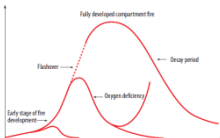


Az ISO görbe nem veszi figyelembe sem a tűz sem pedig a tűztér jellemzőit

A szimulációs technikák egyik legnehezebb kihívása, hogy milyen tűz- és tűztéri jellemzőket vegyünk figyelembe

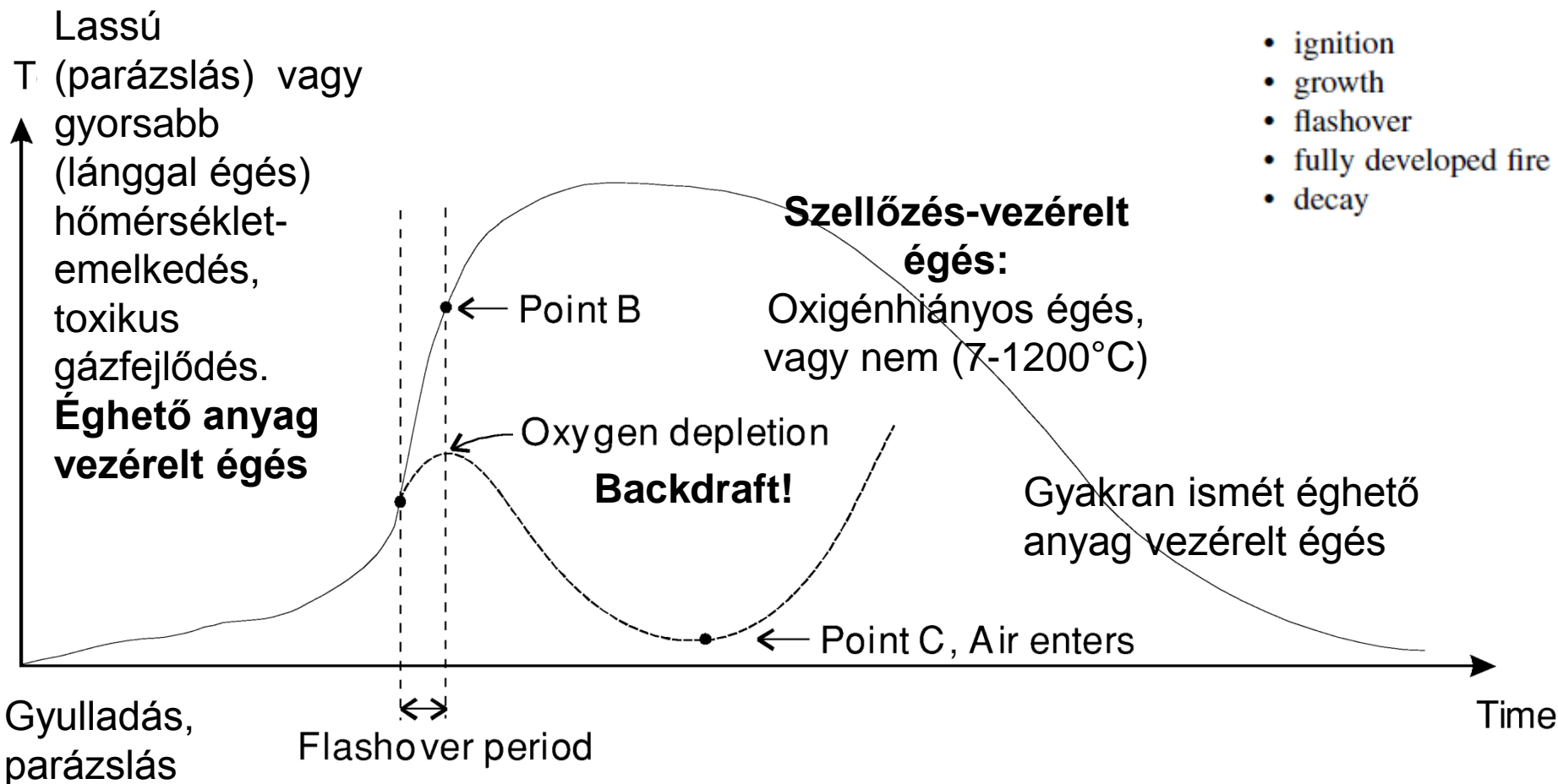
A tűztér hőmérsékletét befolyásoló tényezők:

- Épületszerkezet hőelnyelése
- Nyílászárók száma, mérete, elhelyezkedése
- Filtráció, szellőzés
- Tűz teljesítmény időbeli alakulása



A tűztér jellemzői

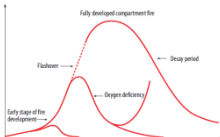
Zárt téri tüzek lefolyása 1



Gyulladás, parázslás

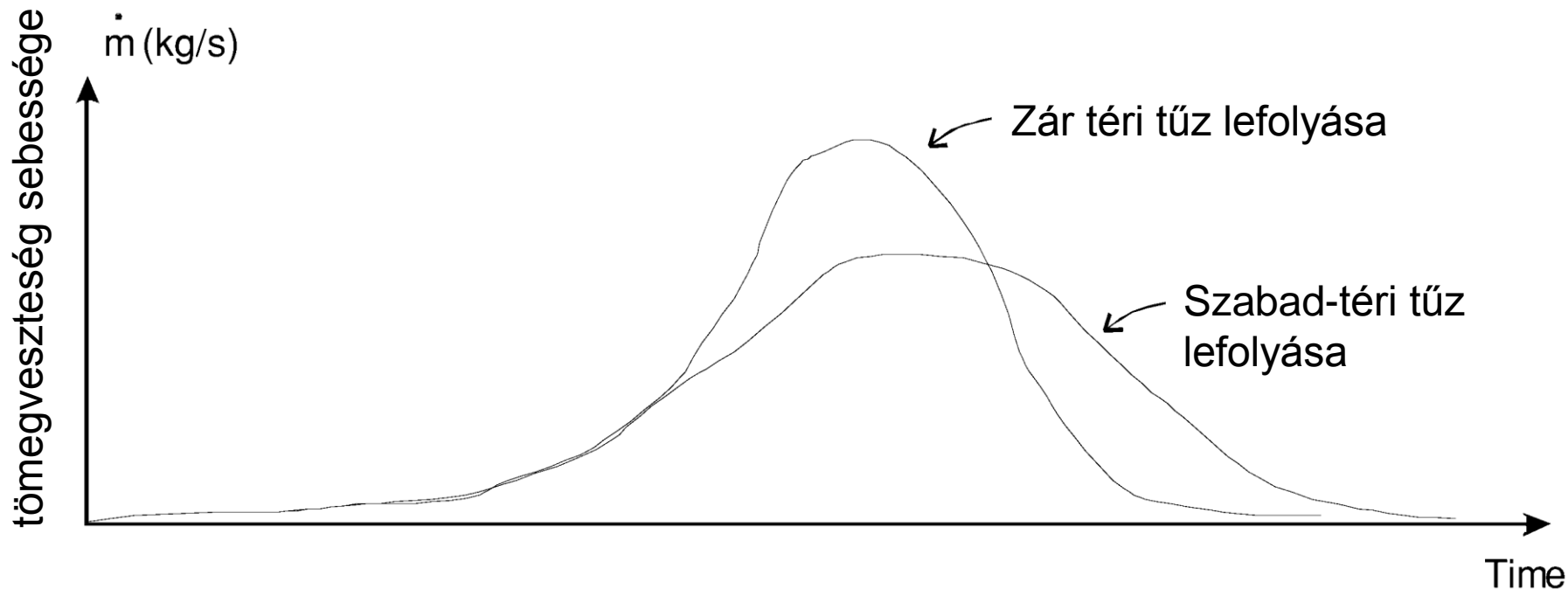
Flashover period

Számos definíció: pl.: minden éghető felület egyidejű égése, 5-600°C, 15-20kW/m²



A tűz jellemzői

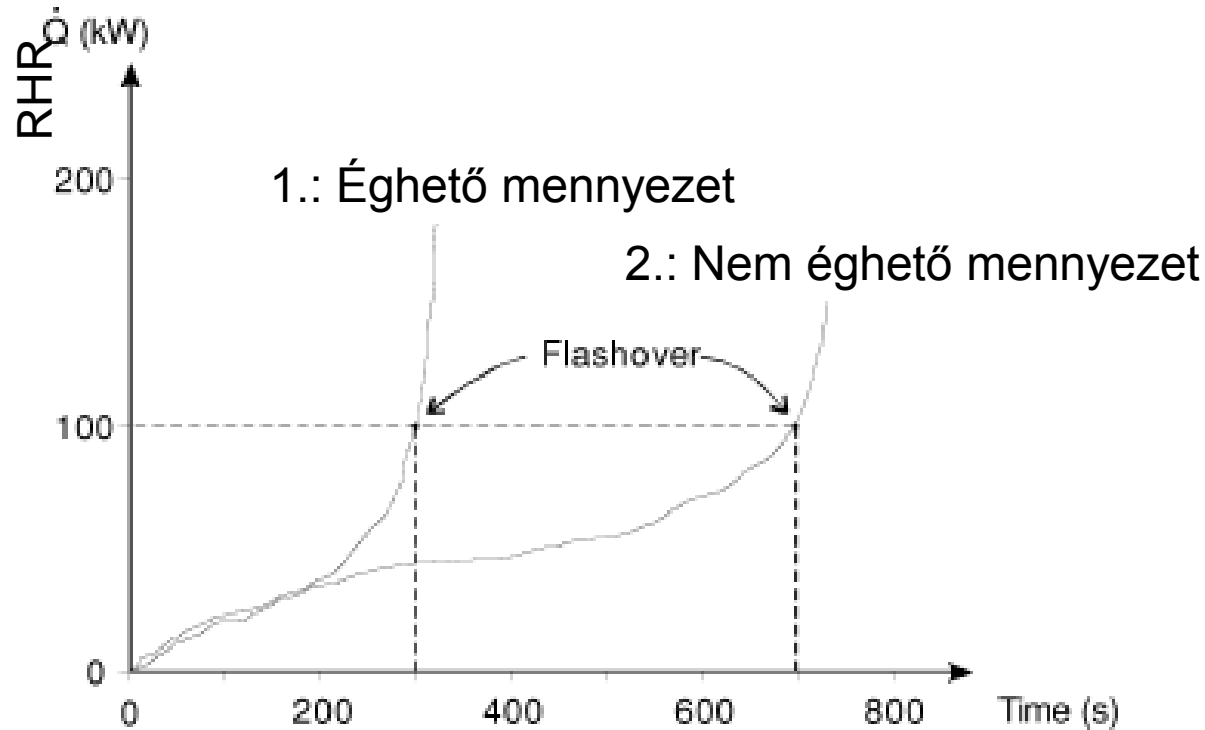
Zárt téri tüzek lefolyása



- 1.: A mennyezeten alatt összegyűlő forró gázok, fűtik az épületszerkezetet.**
A forró gázokban és az épületszerkezetben akkumulálódott hő visszasugárzik az égő anyag felszínére, mely az égés sebességét növeli.
- 2.: A szellőzés elégtelensége** vissz szabályozza az égés sebességét, de növeli az éghető gázok koncentrációját

A tűz jellemzői - lokalizált tüzek

Éghető mennyezet hatása

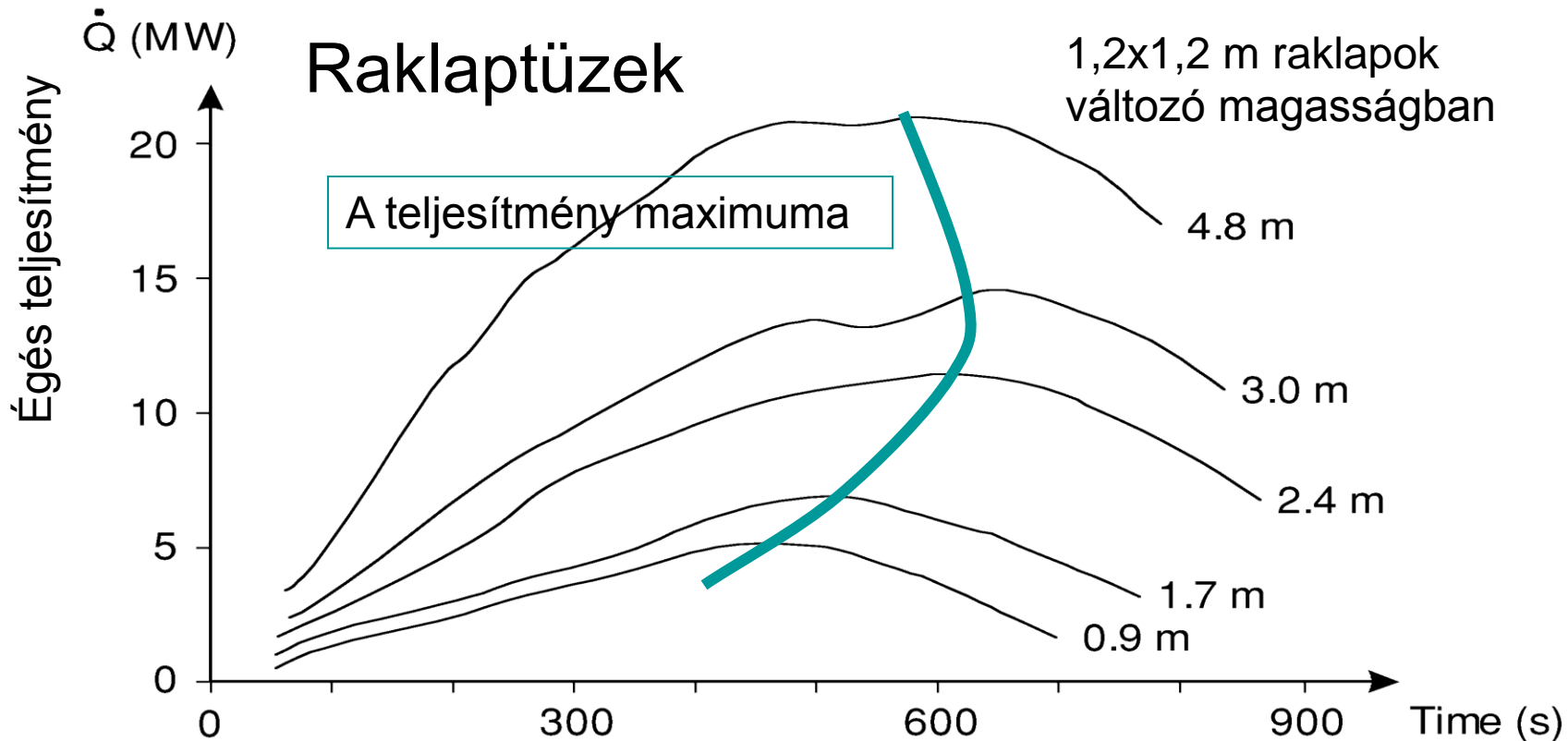
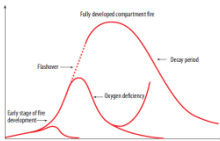


Kis helyiségben RHR idő függvénye (faforgácslap burkolat esetén),

- 1.: Éghető mennyezet esetén oldalfalak
- 2.: Csak oldalfalak

A tűz jellemzői - lokalizált tüzek

hőfelszabadulás sebessége



\dot{Q} – Hőfelszabadulás sebessége - RHR (MW)

A_f – éghető anyag felülete (m^2)

\dot{m}'' – fajlagos tömegvesztés ($kg/m^2, s$)

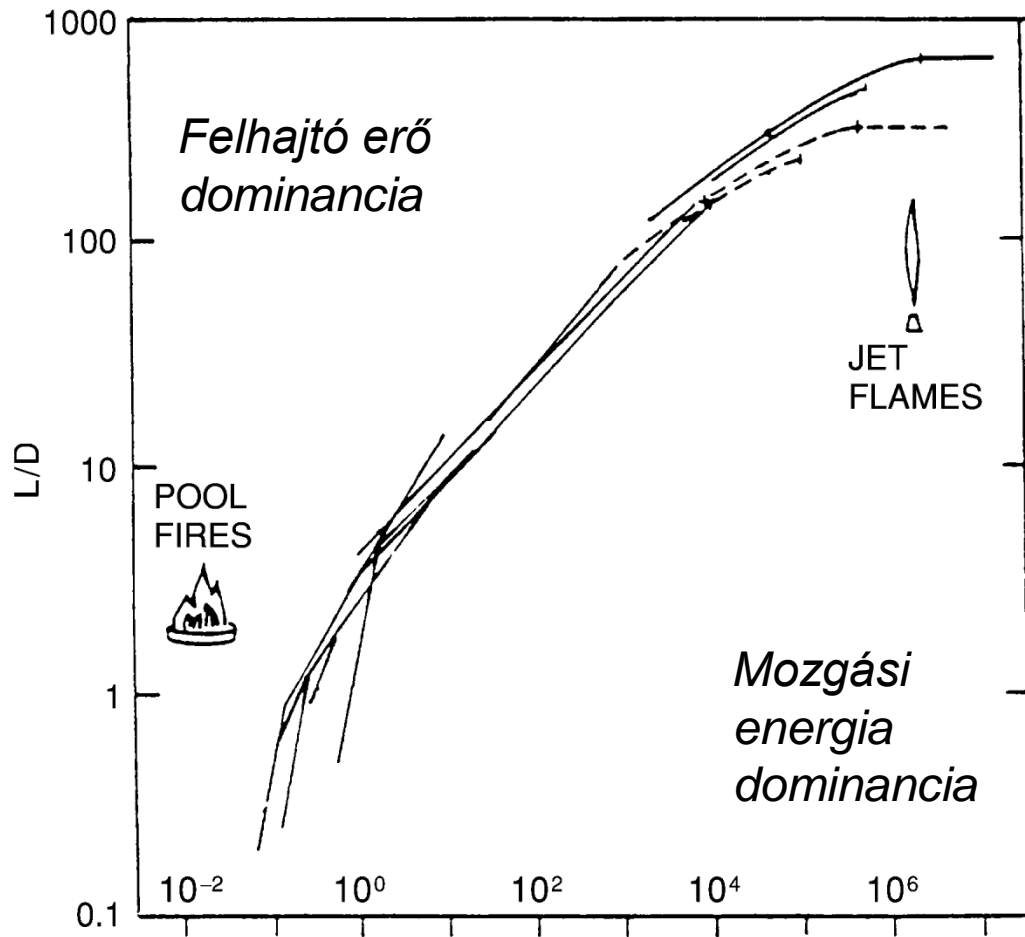
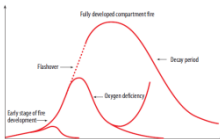
ΔH_c – Égéshő (MJ/kg)

χ – az égés hatékonyságát kifejező hányados

$$\dot{Q} (MW) = A_f \cdot \dot{m}'' \cdot \chi \cdot \Delta H_c$$

A tűz jellemzői - lokalizált tüzek

Lángmodellek



- (1) $\rho_{\infty} c_p t_{\infty}$ a környezet paraméterei
- (2) Heskestad közelítése a teljes tartományra:

$$\frac{L}{D} = 3.7 \dot{Q}^{*2/5} - 1.02$$

Ahol L a közepes (fluktuáló láng!) lángmagasság, D a forrás átmérője

$$\dot{Q}^* = \frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} c_p t_{\infty} \sqrt{gD} D^2} \sim \sqrt{Fr}$$

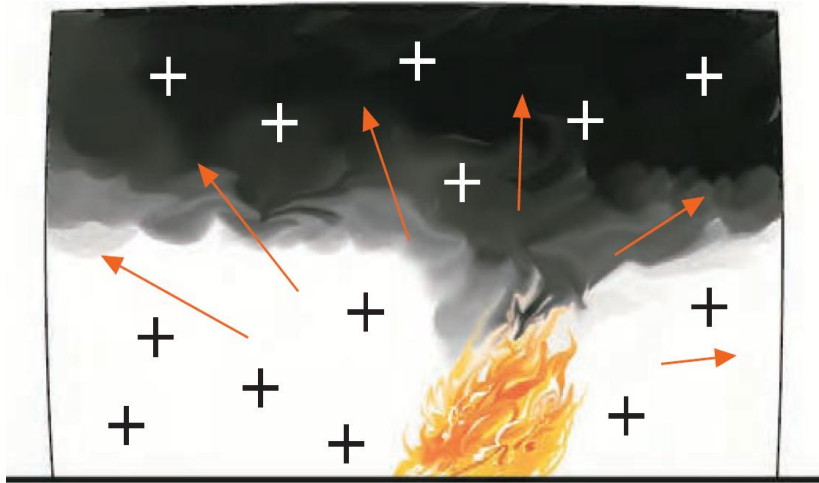
McCaffrey-től adaptálva





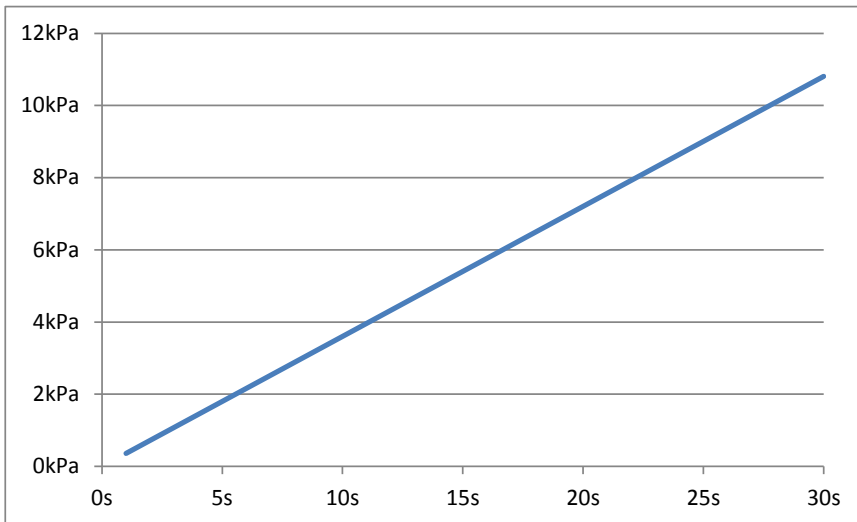
A tűztér viselkedése

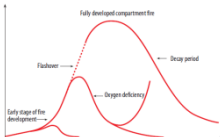
Teljesen zárt tér



$$\Delta p = p_0 \left(\frac{T_0 + \Delta T}{T_0} - 1 \right)$$

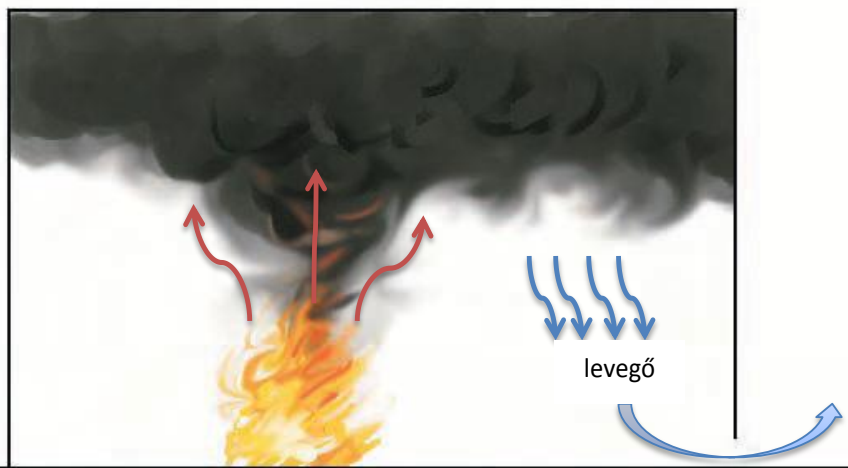
$$\Delta p/s = p_0 \left(\frac{\dot{Q}}{T_0 \cdot \rho_{lev} \cdot V_h \cdot c_v} \right)$$



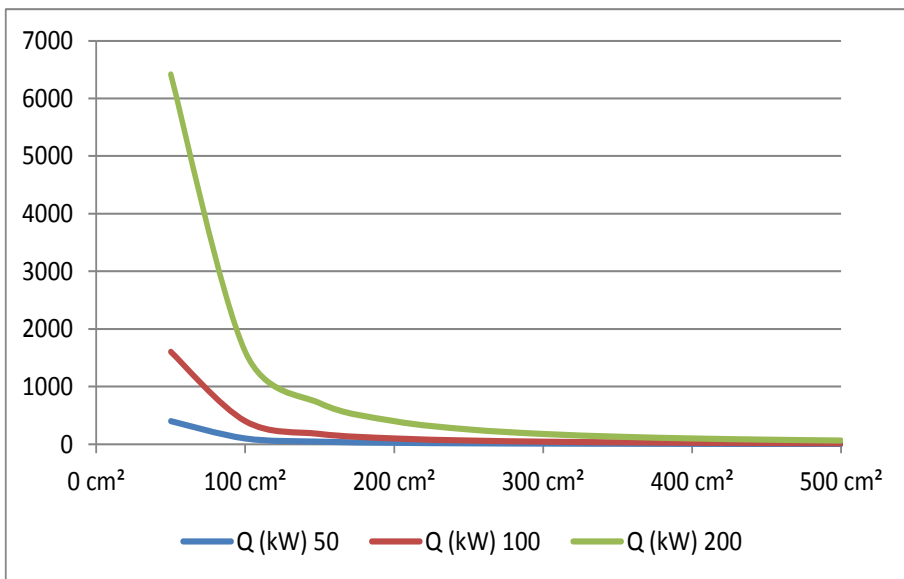


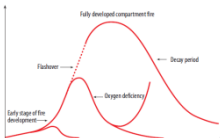
A tűztér viselkedése

Majdnem teljesen zárt tér



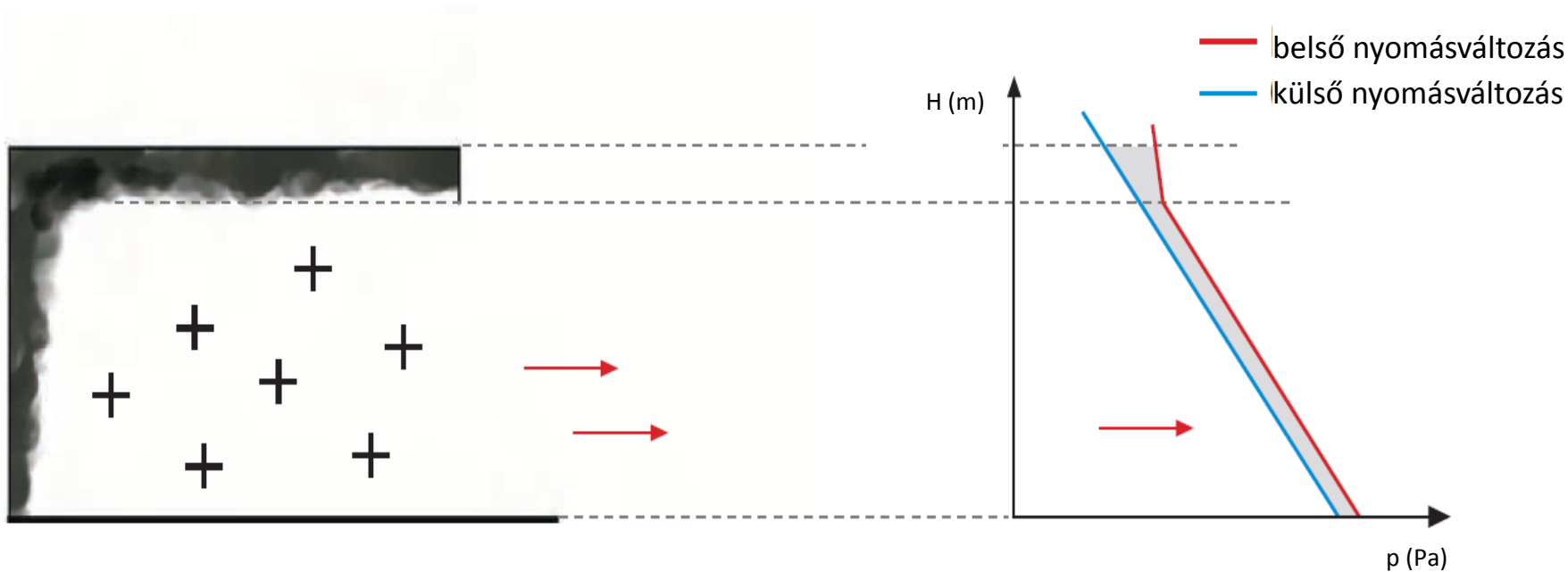
$$\Delta p = \frac{[\dot{Q} / (c_p \cdot T_0 \cdot A_h)]^2}{2 \cdot \rho_{lev}}$$



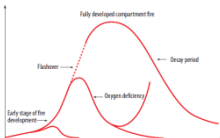


A tűztér viselkedése

Nyitott tér 1. – kezdeti (termikus tágulás) szakasza

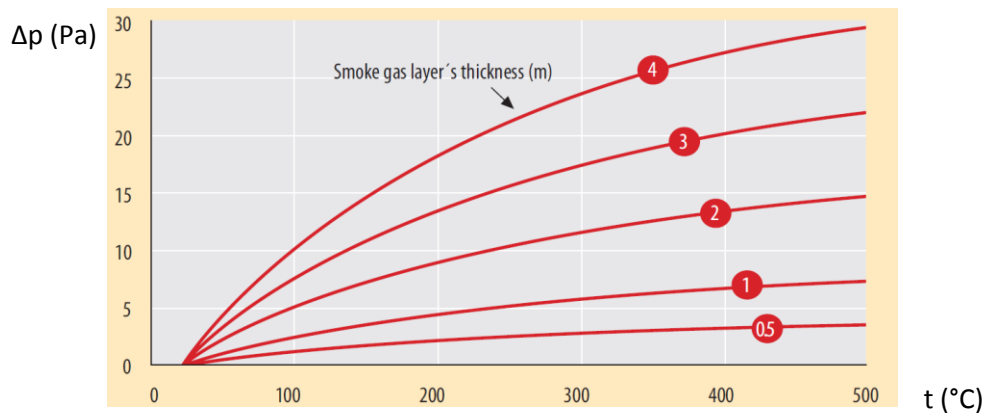
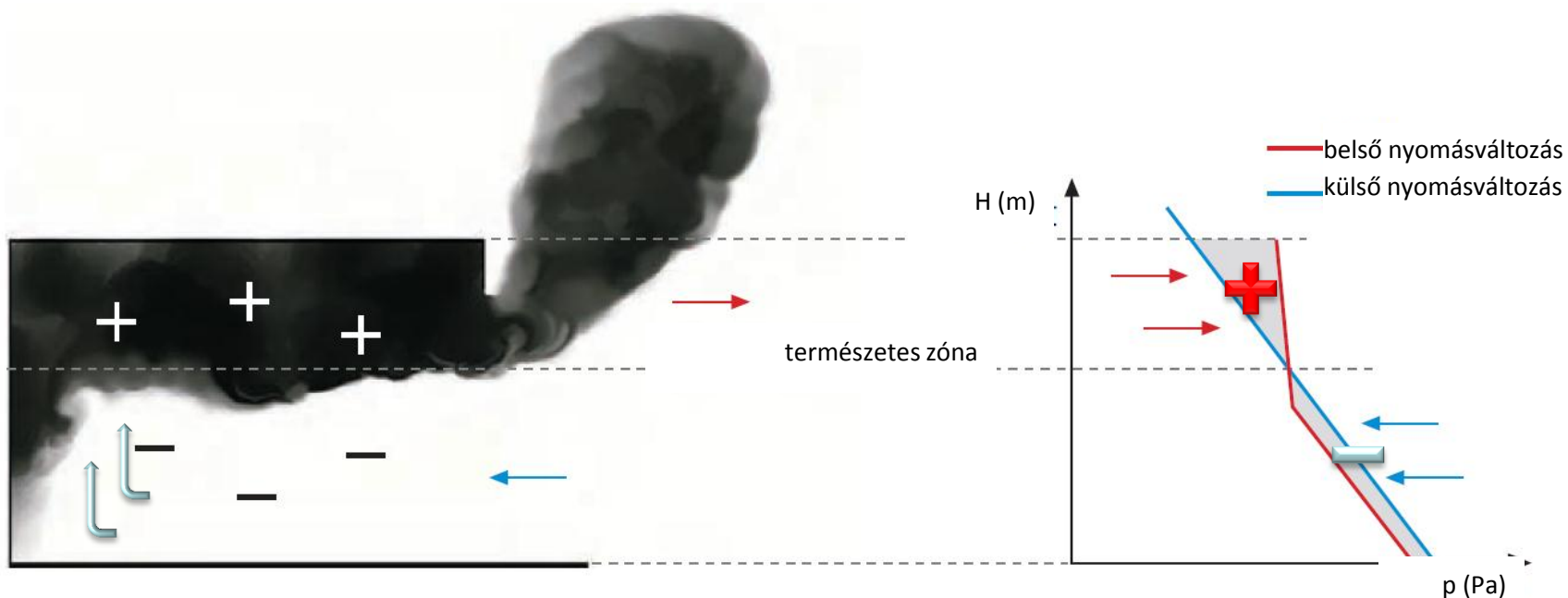


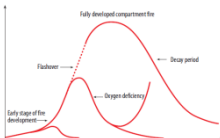
$$p_e = p_0 - H \cdot g \cdot \rho_e$$



A tűztér viselkedése

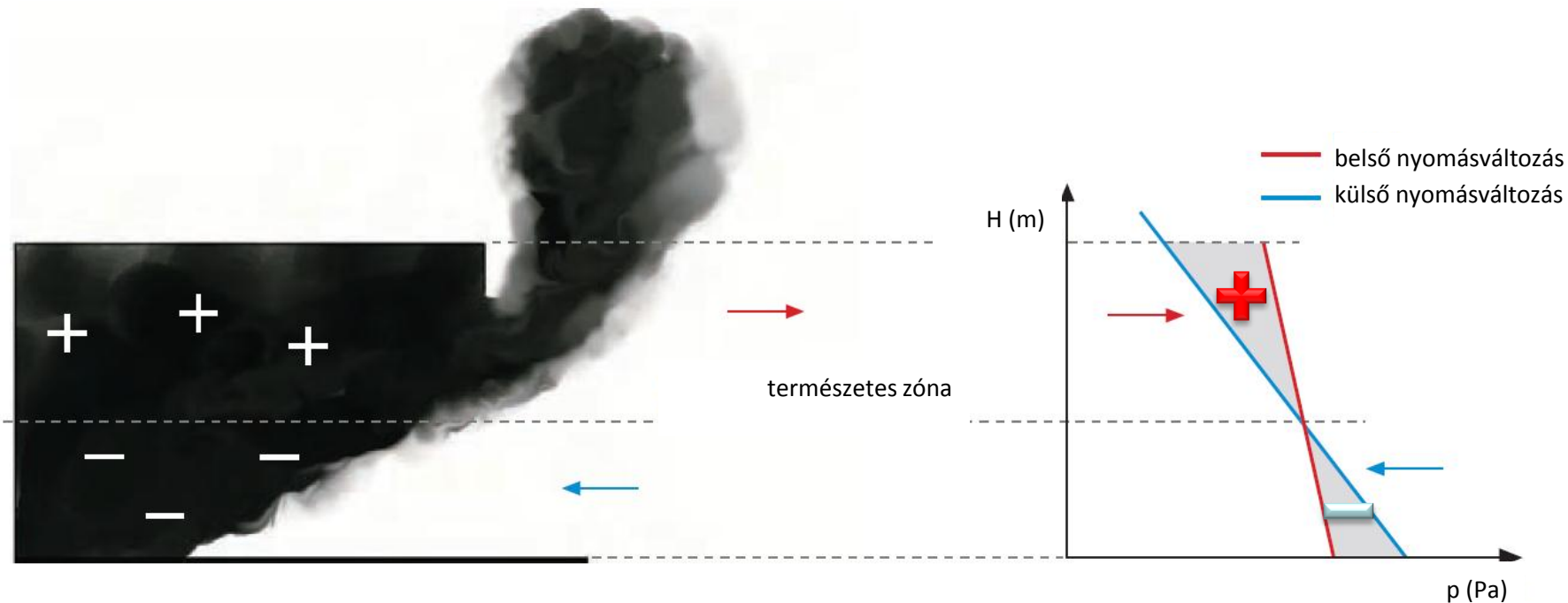
Nyitott tér 2. Feltöltődött puffer zóna

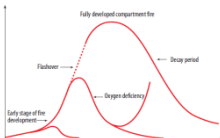




A tűztér viselkedése

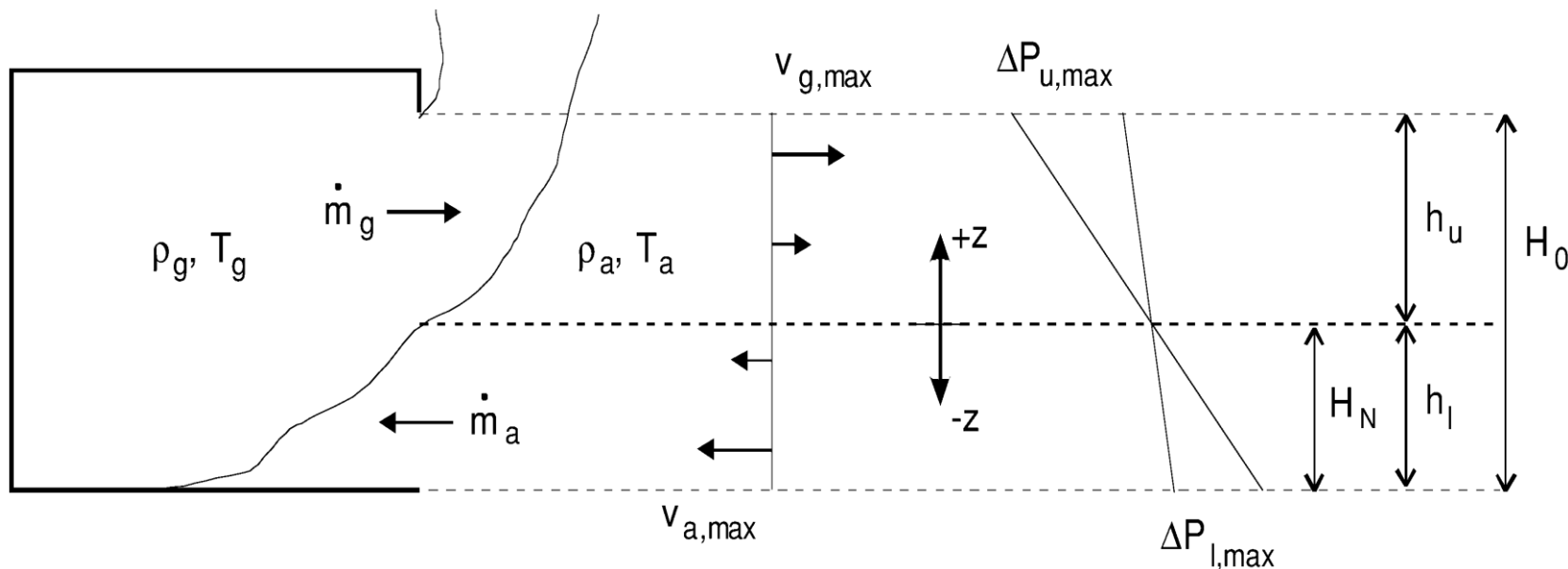
Nyitott tér 1. Teljesen kifejlődött égés





A tűztér viselkedése

Nyitott tér 1. Teljesen kifejlődött égés modellje



$$\dot{m}_a = \frac{2}{3} C_v A \rho_a \sqrt{2gH_0} \sqrt{\frac{(\rho_a - \rho_g)/\rho_a}{\left[1 + (\rho_a/\rho_g)^{1/3}\right]^3}}$$

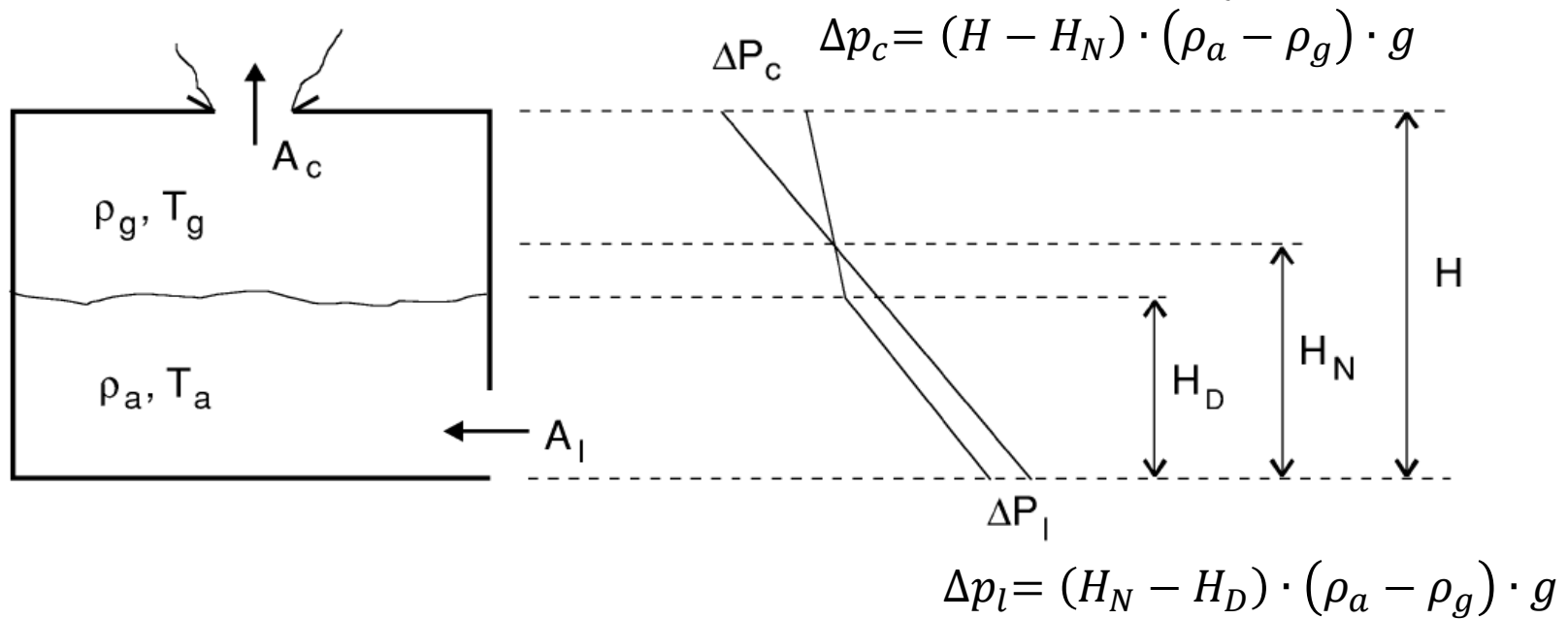
$$\dot{m}_a = 0.5A\sqrt{H_0}$$



A tűztér viselkedése

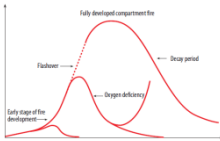


Nyitott tér 1. Hő- és füstelvezetés modellje



$$H_N = \frac{A_l^2 c_{vl} \rho_a H_D + A_c^2 c_{vc} \rho_g H}{A_l^2 c_{vl} \rho_a + A_c^2 c_{vc} \rho_g}$$

$$\dot{m}_c = \frac{C_v A_c \rho_a \sqrt{2g(H - H_D)(T_g - T_a)T_a}}{T_g}$$



Hő- és füstelvezetés méretezése

OTSZ modell



Hatásos nyílásfelületek számítási elvei (hő- és füstelvezetők szellőző térfogatáramának méretezése):

Lépcsőházak: az alapterület 5%-a, de legalább 1 m²

Átriumok: az alapterület 3%-a, de legalább 1 m²

Pinceszinti helyiségek: az alapterület 1%-a

Középmagas, magas épületekben a pinceszinti tűzgátló előtér szellőztetésére: 0,5% (szellőzőnyílás)

A menekülésre számításba vett közlekedők: az alapterület 1%-a, de legalább 0,3 m² (gépi esetén n=25 1/h)

Gépi légpótlás és gépi teljes esetén 2m³/s,m²





Köszönöm a figyelmet

*Szikra Csaba tudományos munkatárs
BME Építészmérnöki Kar
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék
szikra@egt.bme.hu
2012.*

