

Szerkezetek tűzállósági teljesítményének értékelése EUROCODE alapján

beépített oltó berendezés jelenlétében

II. Ventor - Minimax TOU képzés konferencia, 2015. 06. 03.

Előadók: Kulcsár Béla, tanársegéd
SZIE - YBL Tűz és Katasztrófavédelmi intézet
Görög Máté, projektvezető, Ventor Tűzvédelmi Kft.

Tartalom

- Tűzfolyamatok, tűzmodellek
- Szerkezetek Eurocode-szerinti igazolása
- Oltó rendszerek szimulációja
- Egy tűzteszt értékelése
- Mintapélda az alkalmazásra
- Összefoglalás

Tűfolyamatok, tűzmodellek és Eurocode-szerinti igazolás

Természetes tűzfejlődés zárt térben

1. elszigetelt / lokális tűz



2. növekvő tűz



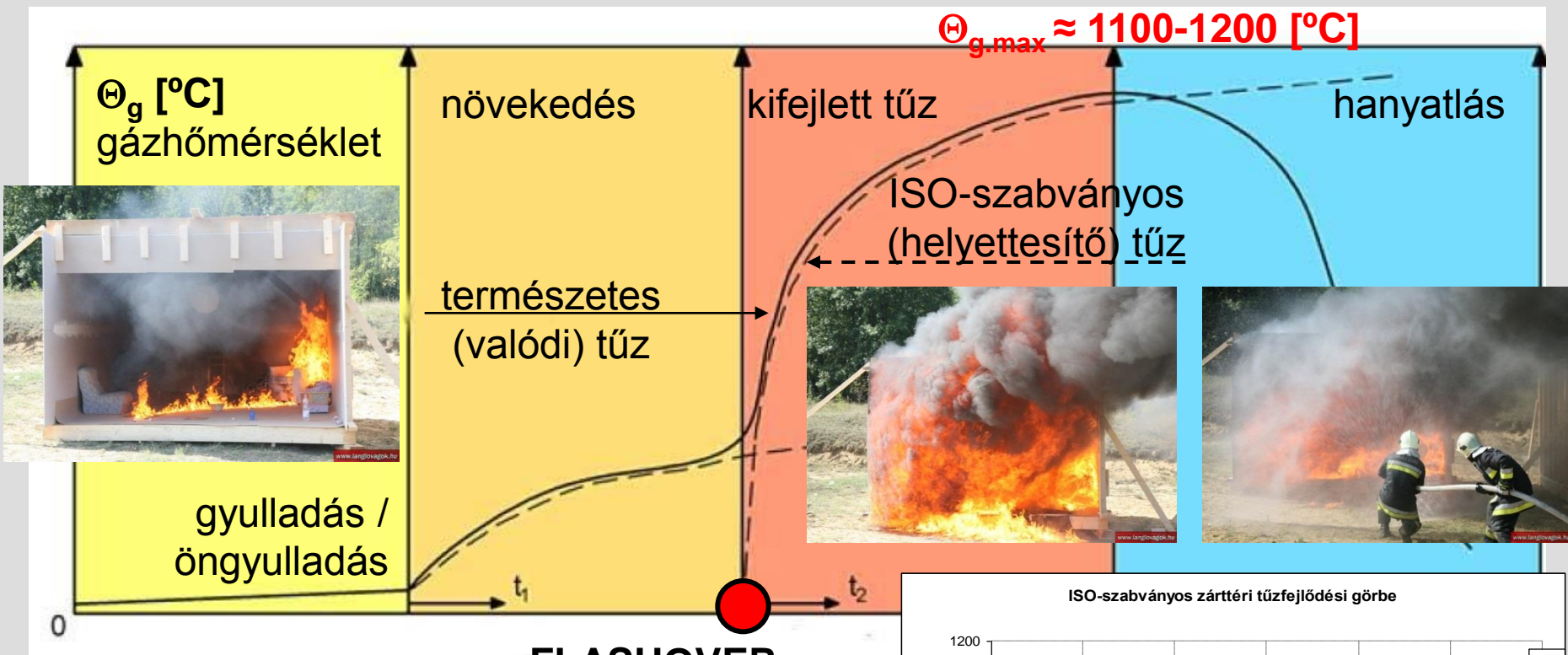
3. flash over/teljes lángbaborulás



4. hanyatlás / oltás



Egyszerűsített tűzmodellek

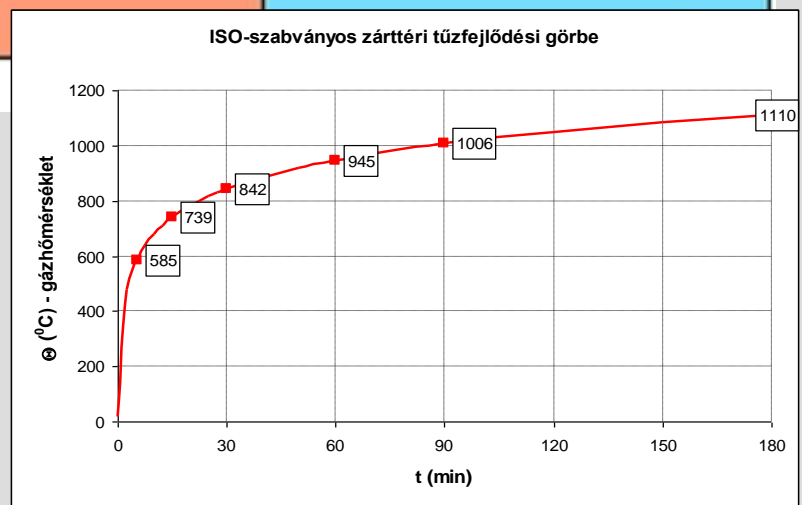


Legegyszerűbb modell:

Szabványos zárttéri tűzfejlődési görbe

Feltevés: egyenletes tűztéri gázhőmérséklet

Alkalmazási feltétel: többségében cellulóz-alapú éghető anyagok (más megkötés nincs)



Tervezés tűzhatásra - általános eljárás

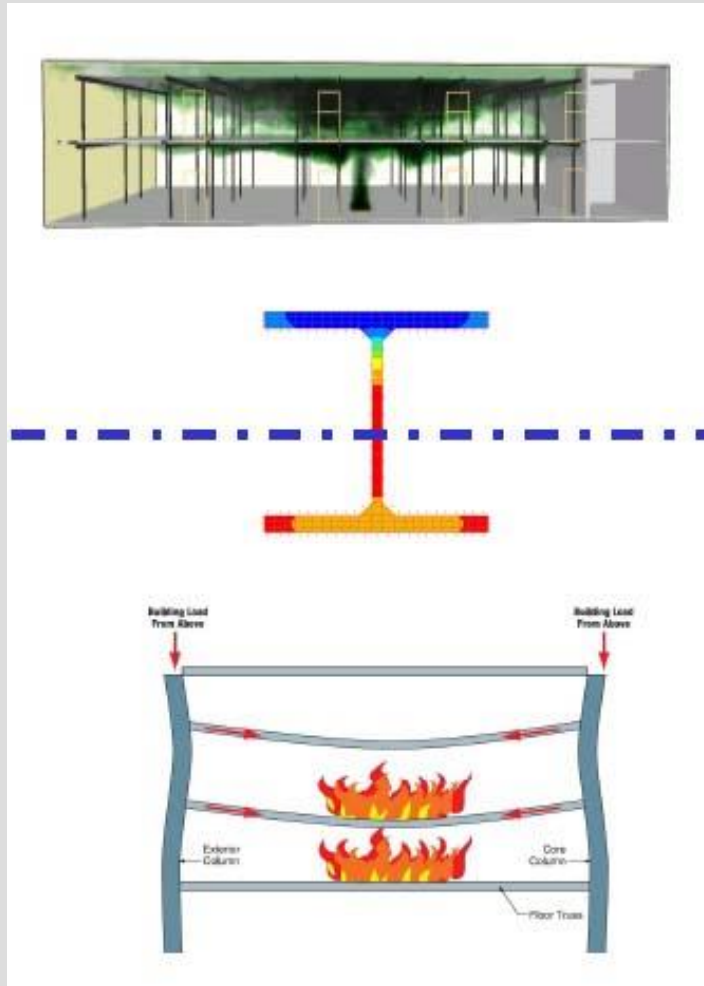
Tervezés folyamata

0. lépés

1. lépés

2. lépés

3. lépés



Tűzfolyamat választása
(lokális / növekvő / kifejlett tűz)
és a tűzmodell-számítás
(tűztéri gázkörnyezet)

Szerkezet / elem
hőmérsékleti analízise

Magas hőmérsékletű
(„forró”) szerkezet/elem
mechanikai analízise,
teherbírás igazolás

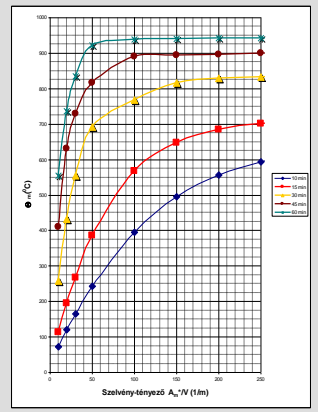
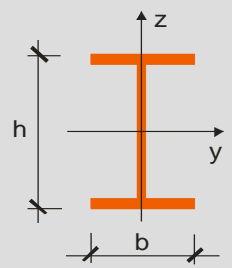
Tartószerkezetek tűzállósági teljesítménye Eurocode-szerinti egyszerű példák



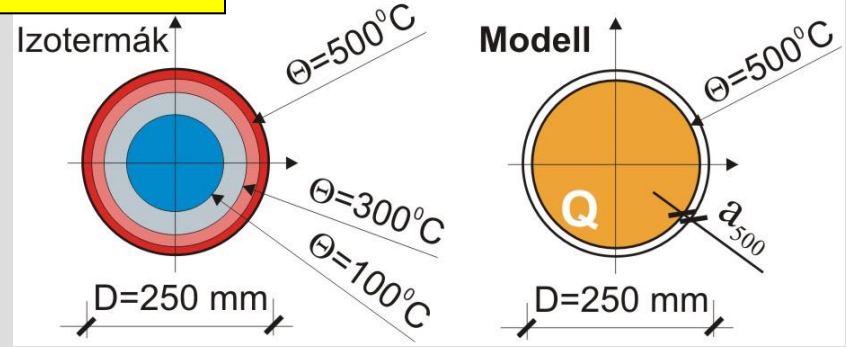
Leggyakoribb tűzmodell

Szabványos zárttéri tűzhatás

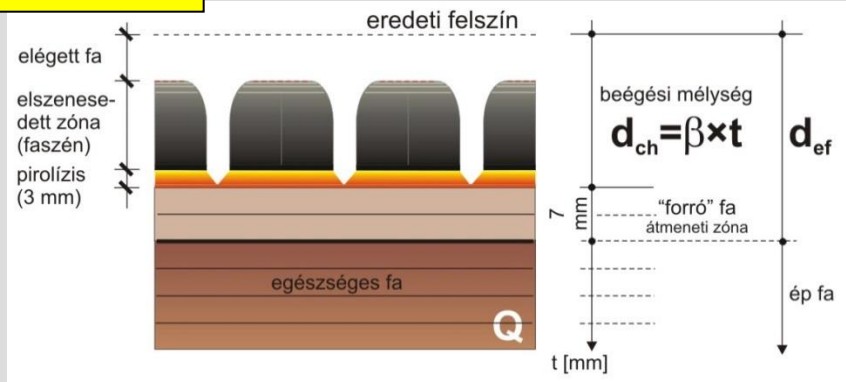
Acél



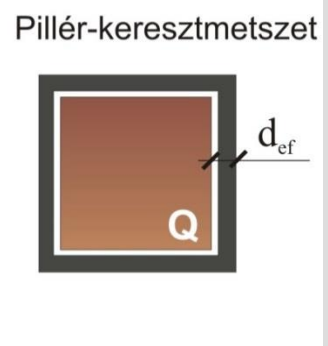
Vasbeton



Fa



Igazolás



Rúdszerkezet
(oszlop, gerenda stb.):
R (x)

Felületszerkezet
(fal, födém stb.):
REI (x)

Szabványos zárttéri tűzhatás görbe alkalmazása messze a leggyakoribb

- egyszerű és általános
- a tervezési fázis korai volta – határidős problémák
- funkció és az anyagok elrendezésének bizonytalansága
- a tűzvédelmi mérnöki módszerek költségvonzata

Kérdés:

Oltók kedvező hatása a tűztéri hőmérsékletekre hogy vehető figyelembe?

Válasz:

Részletes tűzmodellek: cellamodellek (tűzszimuláció) felhasználásával. Ehhez bemenő adatként szükségesek az oltórendszerek főbb jellemzői.

Oltórendszerek a tűzszimulációban

Oltó rendszerek szimulációja

Tűzoltó rendszerek szimulálásának (FDS) lehetősége

- Habbal oltó rendszerek
 - FDS szimulációban a hab modellezése nem javallot, kellő mennyiségű szakirodalom nem áll rendelkezésre
- Gázzal oltó rendszerek
 - FDS-ben O_2 koncentráció csökkenthető, speciális esetekben alkalmazható
- Aeroszolos oltórendszerek
 - Szimuláció megoldható, kellő mennyiségű szakirodalom nem áll rendelkezésre
- Nagykonyhai oltórendszerek
- Vízzel oltórendszerek
 - Szakirodalomban elérhető valós tűztesztekkel validált szimulációk!

Oltó rendszerek szimulációja

Szimuláció bemenő paramétereit a víz alapú oltórendszer tekintetében:

- Szórófejek típusából adódó adatszolgáltatás

1. K- tényező
2. Szórófej kiáramlási szórásképe (pl.: 65^0)
3. Törőüveg kioldási hőmérséklete
4. Vízcseppek várható sebessége (m/s)
5. Vízcseppméret átlag eloszlása

- Rendszer típusából adódó információk

1. A szórófejnél értelmezhető nyomásérték

- Adatszolgáltatás

1. Sprinkler tervezői, gyártói
2. Szakirodalmi (pl.: NIST)

Egy tűzteszt értékelése

Tűztér felépítése

Éghető anyagok:

- 8 db fa EUR-raklap
- 71 db papírdoboz (hullámkarton)
- 2130 db polisztirol-pohár

Tűztér lehatárolása:

- fém könnyűszerkezetes épület
- 71 db papírdoboz (hullámkarton)
- 2130 db polisztirol-pohár

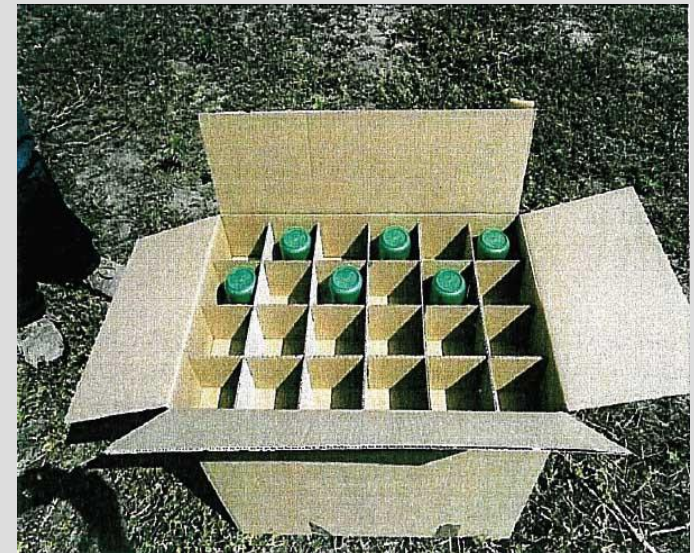
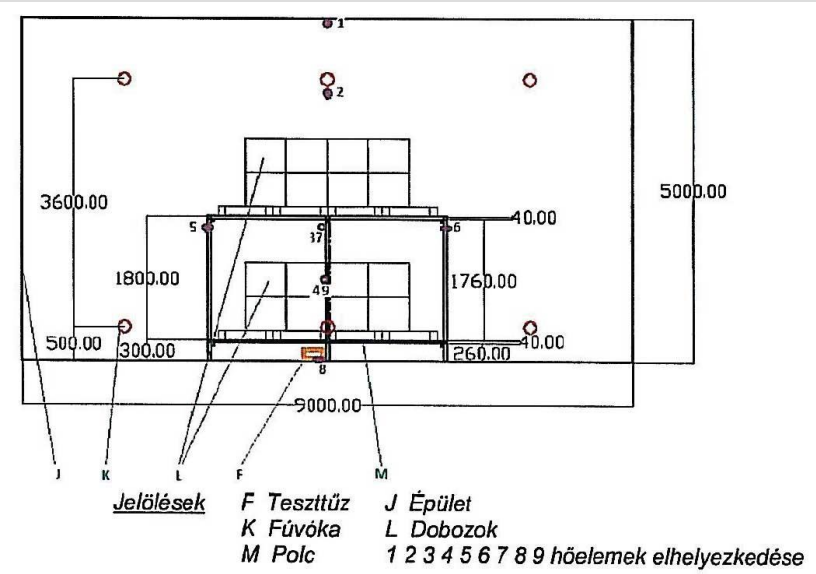
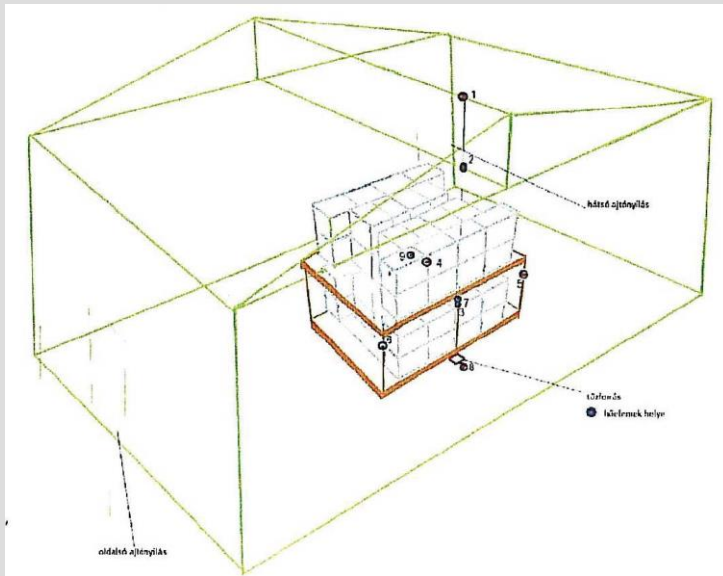
Vízköddel oltó szórófejek:

- 4S 1MB 6MB 1000

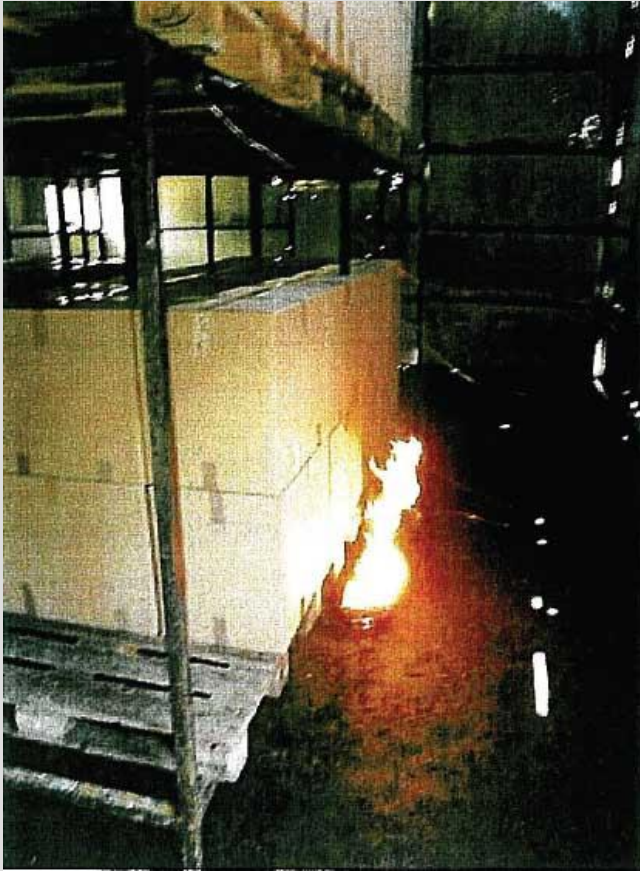
Tűzfészek:

- 120 ml N-heptán, 120 ml víz

Tűztér felépítése



Tapasztalatok a tűzteszt során / után

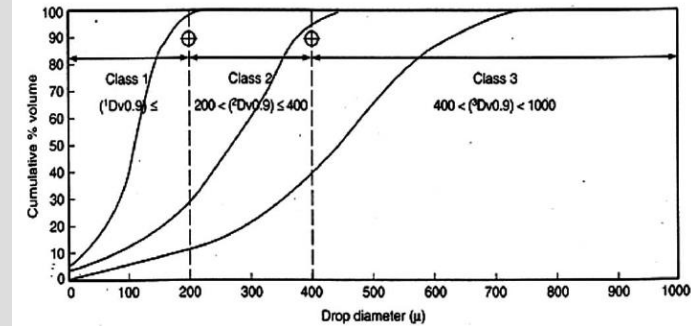


Mintapélda oltórendszerek figyelembe vételére

Vízköd és modellezése

Permet és rendszer jellemzői

- vízcsepp (10mm-től \rightarrow 0,1mm) \rightarrow fajlagos felület (0,6m² \rightarrow 60m²)
- vízköd cseppeloszlása $\rightarrow Dv_{0,9} \rightarrow$ 3 osztály
- tervezési nyomás csoportosítása



Oltóhatása

- Első fázis \rightarrow hűtőhatás, párolgáshő 2 MJ/kg
- Második fázis \rightarrow inertizálás, vízgőzzé alakulás $\rightarrow 1760 \times V$,
- oltás hatékonysága: forró gázok hűtése, sugárzásos hőátvitel gátlása

Hatékony: akár 70-95 százalékkal kevesebb a vízfelhasználás!

Tapasztalatok a tűzfolyamatokra

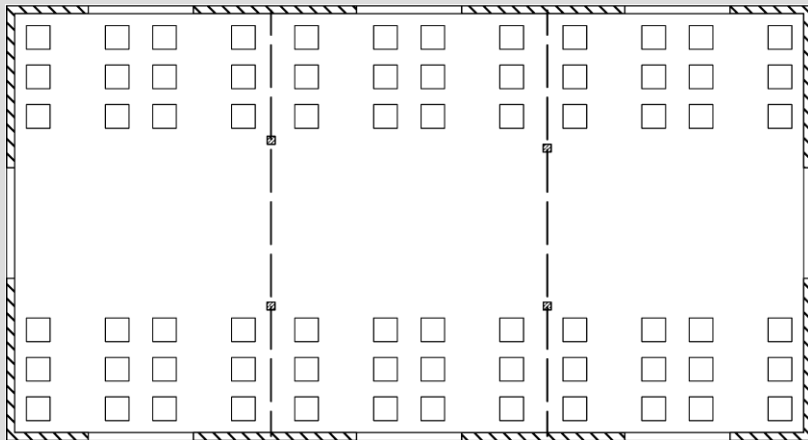
- A tűztér mellett tapasztalat szerint a létesítmények tartószerkezeteit is hatékonyan hűti. Bár egy cél, több lehetőség is adódik.
- Általában ISO-zárttéri tűzgörbe ezt nem veszi figyelembe.
- Ezt az EC paraméteres tűzgörbéje és FDS-modell is leírhatja, de még nem ismertették részletesen épületszinten.

A probléma megfogalmazása

A beépített vízköddel oltó berendezés kedvező hatása, hogyan vehető figyelembe a tartószerkezetek tűzhatásra történő tervezése során?

- Bemutatás egy mintaépület példáján
- A tűzfolyamat vizsgálata három különböző tűzmodellel
- Fő szerkezeti elemének, a mestergerendának (vb, acél, fa) termikus és mechanikai analízise → tervezési következtetések

Minta épület – raktár (495 m², h= 4m), 70 bar teljesítményű vízköd



- cél: a szerkezetre jutó max. hőáram (PUR-hab itt nem mértékadó)
- faanyag-raktár ~2000 MJ/m²
- áruvédelem: vízköddel oltó
- hő- és füstelvezetés opcionális
- OTSZ [2011] : „C”, III. tf., 1 tűzszakasz gerendák – D R 30
- OTSZ [2014]: AK, 1 tűzszakasz, gerendák – D REI 15

Tűzfolyamatok

Vizsgált tűzfolyamatok :

- ISO 834-1 szerinti zárttéri tűzgörbe (referencia) - cellulóztüzek
- paraméteres hőmérséklet–idő görbékkel [MSZ EN 1991-1-2, 2005].
- valós folyamatokat jól közelítő cellamodellek (FDS) felhasználásával

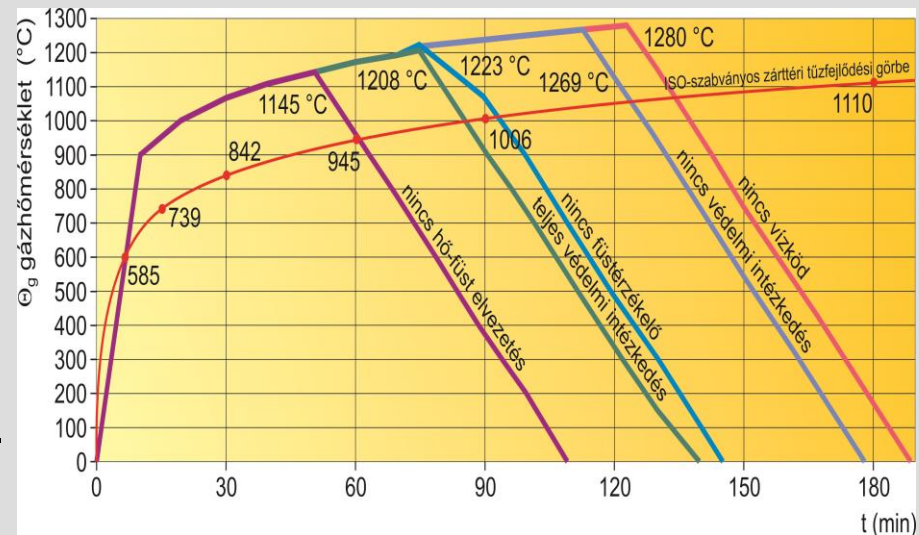
Paraméteres hőmérséklet–idő görbék

- kifejlett tűz időtartama korlátozott
 - oltó tűzjelző, hő- füst kedvezményei
- $\delta_{n1} = 0,61$, $\delta_{n3} = 0,73$, $\delta_{n10} = 1,5$

Eredmények:

- tűztéri hőmérsékletek ~ 1200 °C
- Magasabbak az ISO-hoz képest
- aktív tűzvédelmi berendezések hatása csak a kifejlett tűz időtartamában
- Jelentkezik (a tűz szellőzés-vezérelt)

Cellamodell (FDS) – vízköd modell-beállításának validációja célszerű



Egy vízköddel oltási kísérlet validálása

Kísérlet: VINNOVA-tálca tűzteszt [ARVIDSON, 2003] – lokális tűzfolyamat

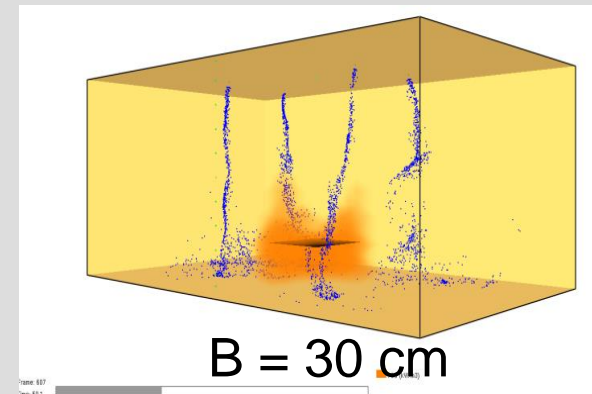
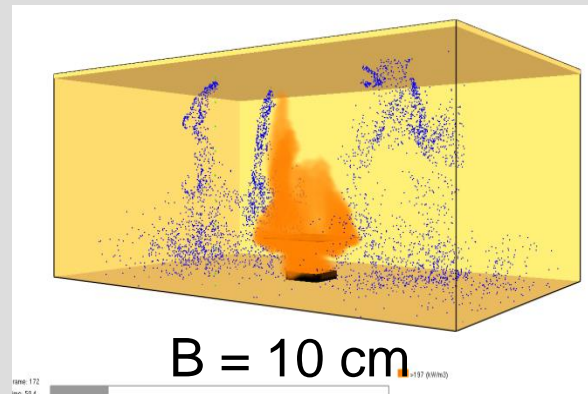
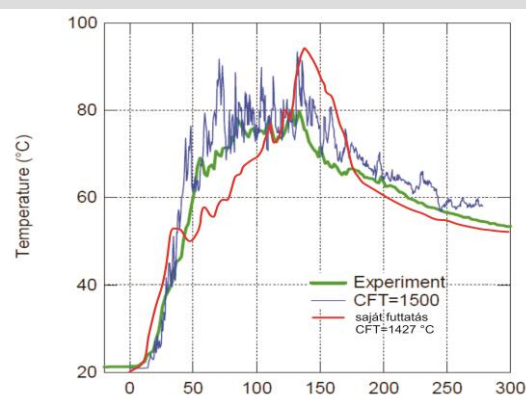
Jellemzők: n-heptán tűz, szórófejek: ~15 l/min, 70 bar, $D_{50} = 80 \mu\text{m}$

Korábbi cellamodell: tűzteszt szimulációja, FDS [VAARI, 2012]

Saját validáció (FDS): 10 és 30 cm cellamérettel

- 10 cm jól közelítés \leftrightarrow de túlzott gépkapacitás
- épületlépték: 30 cm \rightarrow kb. 100-150°-kal magasabb hőmérsékletek,

Megállapítás: 30 cm cellamérettel a tűzfolyamat a biztonság javára közelíthető, az oltást a modell a valóságnál kevésbé hatékonynak mutatja



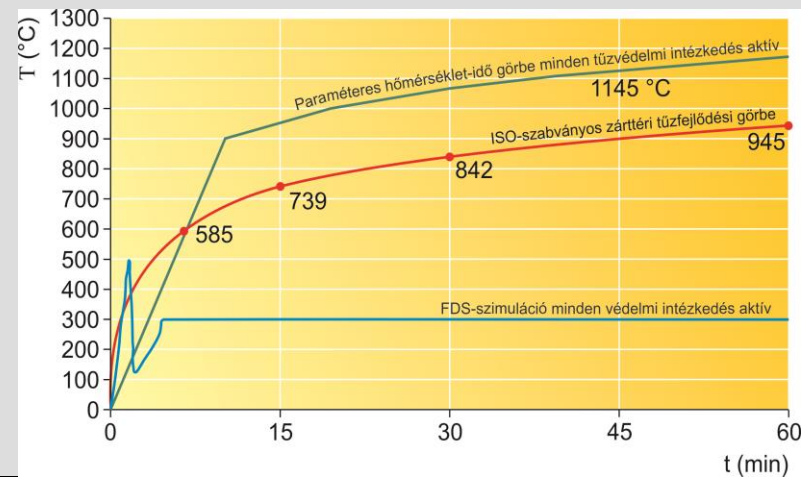
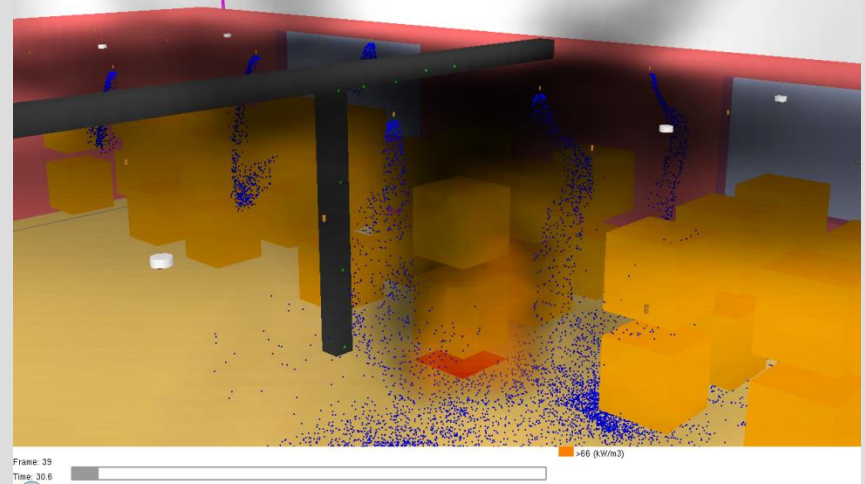
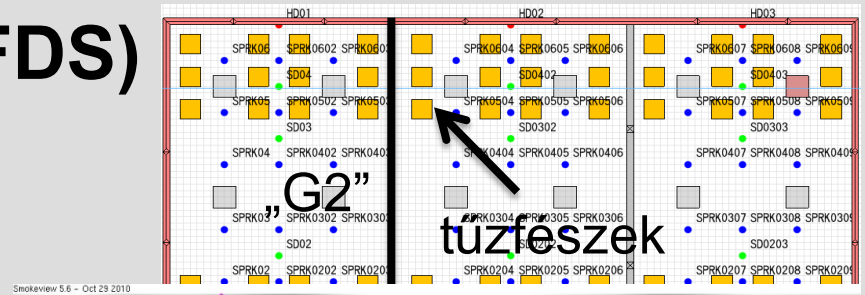
Mintaépület cellamoddal (FDS)

Tűztér és tűzfészek a modellben

- beépített automatikus tűzvédelmi rendszerek → vezérlések
- faanyag égési modellje
 - szakirodalom szerint
- tűzfészek paraméterei: 2400 kW/m²
- 6 különböző futtatás, 30×30 cm cella
 - változó aktív rendszerek
 - változó szerkezeti anyag és km (G2):
acél HEA220, vb 30×30 cm, fa 20×45
- gerenda-környezet vizsgálata:
termoelemek + égő anyag tömegégése

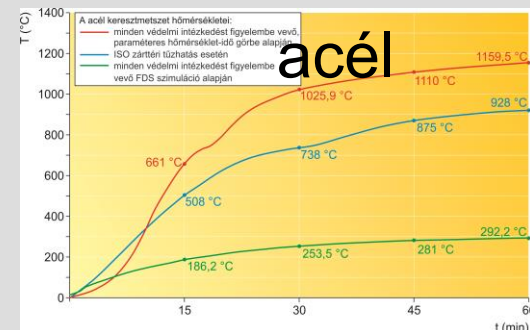
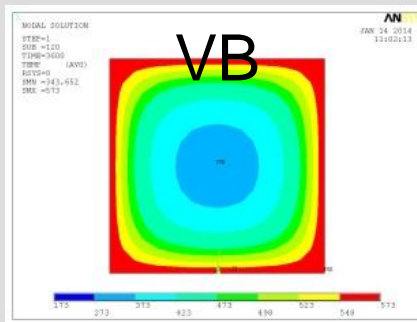
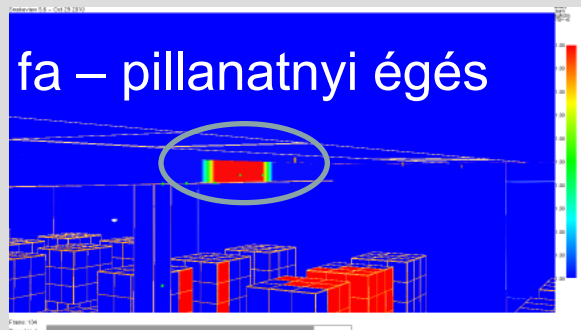
Futtatási eredmények:

Gerenda környezetében vízköddel oltásnál a gázhőmérsékletek beállnak egy időben közel állandósuló (steady-state) állapotba (kb. 5 perc) → lokális Θ -t görbe adható



Szerkezet értékelése és következtetések

Termikus analízis – gerenda-keresztmetszet hőmérséklet-eloszlása



Tűzállósági teljesítmény
(Mechanikai analízis)
T=60 min (R60)

Tűzfolyamat modellje (R60)	RR-fa, GL24h (20 x 45 cm)	Vasbeton, C25 – B500 (30x 30cm, $a_s \approx 40$ mm)	Acél, S235 (HEA 220)
ISO zártéti tűzhatás	megfelelt	megfelelt	nem felelt meg
paraméteres tűzgörbe	-	megfelelt	nem felet meg
FDS szimuláció	megfelelt	megfelelt	megfelelt

Következtetések:

- Paraméteres tűzgörbe → magasabb hőmérsékleti maximumok (mint ISO) → magas T_H -követelmény (60-120 min) esetén gazdaságos a tervezés
- FDS → alacsony teljesítményű vízköd → lokalizált tűz → költségghatékony → acélgerenda a kritikus hőmérséklet alatt, fa csak rövid ideig (15s) ég
- alacsony teljesítményű vízköddel is megvalósulhat védelem nélküli szerkezet

Összefoglalás

1. OTSZ ,TVMI:

tartószerkezetekre figyelembe vehető oltó rendszerek

- nincs szabályozás
- EUROCODE elvben figyelembe veheti

2. Az oltórendszerek jelenleg csak a telepítésük céljának feladatára vannak figyelembe véve

- több célra is alkalmazhatók egy térben és időben.
- további lobbi-tevékenység szükséges