

ONLINE ROBBANÁSVÉDELMI SZEMINÁRIUM PROGRAM 2025

9. előadás

**Robbanás- és tűzvédelmi
szoftveres szimulációk szerepe a
mérnöki tevékenységek
támogatásában**

**A robbanásveszélyes gázközeg, valamint tűz-
és füstterjedési folyamatok tervezése,
ellenőrzése**

Tugyi Levente és Kurucz Krisztián
2025. év szeptember hónap 25. napja



A NAH által NAH-3-0047/2024 számon
akkreditált ellenőrző szervezet.

TARTALOMJEGYZÉK

Robbanásvédelem

JOGSZABÁLYI KÖRNYEZET (MÉRNÖKI GYAKORLAT) 3

ALKALMAZHATÓ SZABVÁNY, IRÁNYELV 4

ALKALMAZÁS, FELÉPÍTÉS, KORLÁTOK 5

FELHASZNÁLÁSI TERÜLET 8

ESETTANULMÁNYOK 9

Tűzvédelem

JOGSZABÁLYOK A FELHASZNÁLHATÓSÁGGAL KAPCSOLATBAN 12

HATÁLYOS TŰZVÉDELMI MŰSZAKI IRÁNYELV 13

TŰZSZIMULÁCIÓ FELÉPÍTÉSE ÉS ELKÉSZÍTÉSE 14

ALKALMAZÁSI TERÜLETEK, GYAKORLATI PÉLDÁK 15

ÖSSZEGZÉS 21



Gáz- vagy gőzök robbanásveszélyes térségeinek meghatározása szimulációs szoftverekkel

1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról

3/A. §

(3) Az Országos Tűzvédelmi Szabályzatban meghatározott biztonsági szint elérhető

- a) tűzvédelmet érintő **nemzeti szabvány betartásával.**
- b) a **tűzvédelmi műszaki irányelvekben kidolgozott műszaki megoldások**, számítási módszerek alkalmazásával, vagy
- c) a tűzvédelmi műszaki irányelvektől vagy a **nemzeti szabvánnytól részben vagy teljesen eltérő megoldással, ha az azonos biztonsági szintet a tervező igazolja.**



Alkalmazhatóságukra vonatkozó szabályozás

MSZ EN IEC 60079-10-1:2021 szabvány

*Más értékelési módszerek, pl. **a számításos áramlástan (CFD)** vagy a tesztelés is alkalmazhatók, és bizonyos helyzetekben jó alapot nyújthatnak az értékeléshez. A **számítógépes modellezés** megfelelő eszköz több tényező kölcsönhatásának értékeléséhez.*

A számításos áramlástan (CFD) olyan komplex üzemek esetében is ajánlott, ahol számos berendezés befolyásolhatja a helyi légmozgást. (zárt tér/helyiség)

TvMI 13.5:2025.02.01. Robbanás elleni védelem

*2.2.20. Zónabesorolási dokumentáció: a zónabesorolás igazolását (számításokat, **CFD modelleket**, jogszabályi hivatkozásokat stb.) tartalmazó dokumentáció.*

MSZ EN 60079-29-2:2015 szabvány - 29-2. rész: Gázérzékelők. Éghető gázok és oxigén érzékelőinek kiválasztása, létesítése, használata és karbantartás)

Gázdiszperzió numerikus szimulációja

¹⁾ A jelentősebb szabályozási környezet – kizárólag a gázok, gőzökre vonatkozóan.



Alkalmazásukra vonatkozó lehetőségek

A szimulációt használni a robbanásveszélyes térségek (zónák) meghatározására, akkor ajánlott, amikor a kézi/empirikus módszerek túl konzervatívak vagy a geometria/üzem bonyolult, feltéve hogy a modellt megfelelően hozzá lehet igazítani.

Szabadtéri terjedés: szélprofil, tereptárgyak, technológiai berendezések, technológiák egymásra való hatása.

Különleges anyagok: hidrogén, ammónia, LH₂/LNG párolgás; oldószergőzök hőmérsékletfüggése.

Optimalizáció: légbefúvás/elszívás, érzékelők elhelyezése, várható kilégzések vagy lefúvatások hatása.



Modell felépítése

V&V: modellválasztás indoklása, **validáció** irodalmi/üzemi adatokkal.

Peremfeltételek: szivárgás mértéke, résméret, hőmérséklet/nyomás adatok, fizikai, kémiai és robbanási jellemzőknek a tulajdonságai (sűrűség, diffúzió, reakcióképesség, ARH), légmozgás.

Esetkörök: normál, valószínű és ritka kibocsátás; worst-case + realiztikus; transzienst is, ha időben változó.

Biztonsági tartalék: konzervatív feltételek, bizonytalansági elemzés/szenzitivitás; eredményekre biztonsági faktor.



Döntés támogatás

Robbanásveszélyes térségek kiterjedésének vizsgálata: a szabvány által meghatározott módszertan szerint, kiszámolt robbanásveszélyes tér kiterjedésének esetleges csökkentése.

Kockázatcsökkentés: a robbanásveszélyes zóna típusának redukálása például Zóna-1 → Zóna-2 (szükséges légcserre, elszívás)

Érzékelők, szellőzés, lefúvatások optimalizálása: a berendezéseket és biztonsági elemeket úgy helyezik el és méretezik, hogy a veszélyes anyag ne érhesse el veszélyes mértékű koncentrációt. (Például oldószertárolóban a gázérezékelőket alacsonyan kell elhelyezni, szellőzőventilátorok pedig folyamatos légcserét biztosítanak, biztonsági lefúvatók vagy légzők kockázatának vizsgálata akár villámvédelmi szempontból.)

Nem ajánlott az alkalmazásuk

Hiányos bemenő adatok, szabályozási környezet ez nem engedi meg, nagyon gyors, azonnali eredmények elvárása esetén



FELHASZNÁLÁSI TERÜLETI

Jelenleg a hatóság által elfogadott szoftverek:
ALOHA
Breeze Incident Analyst (BIA)
CFAST
DEGADIS
DNV programcsalád (Phast, Phast MICRO, Phast Lite, Phast Risk, Safeti, Safeti Lite)
TNO Effects
TNO RiskCurves
FDS
HGSYSTEM
ISC2
Relax 7.7
RiskSpectrum Professional
SAVE II
SLAB View
SuperChems™
SURFER



A NAH által NAH-3-0047/2024 számon akkreditált ellenőrző szervezet.

Téma / cél	Tipikus szoftver(ek)	Téma / cél	Tipikus szoftver(ek)	Megjegyzés
Gáz/gőz (lokális) terjedés	FLACS-CFD, ANSYS Fluent/CFX, STAR-CCM+, OpenFOAM, FDS	Érzékelők pozicionálása koncentrációmező alapján	in:Flux, Detect3D	in:Flux: szivárgá; Detect3D: Fire&Gas lefedettség, láng-/gázérzékelők látótere.
Gáz/gőz (globális) terjedés (szél, tereptárgyak)	DNV PHAST/SAFETI, EFFECTS, FLACS-CFD, CALPUFF, AERMOD	Lefedettségi elemzés	Detect3D, Kenexis Effigy	Teljesítményalapú detektor-elrendezés (SIL-célokhoz is)
Deflagráció/robbanási túlnyomás, lefúvatás hatása	FLACS-CFD, ANSYS Fluent (égésmodellekkel)	Riasztási szinten/beavatkozás(filozófia) (10–20% ARH, 40–50% ARH)	ExSILentia (SIS tervezés)	Riasztási logika, ESD/SIS integráció.
Porfelhő kockázatának vizsgálata	FLACS-Dust, ANSYS Fluent, OpenFOAM	Ventiláció és detektálás összehangolása	in:Flux, Detect3D (Insight Numerics)	Szenzitivitás: légcsere, nyílások, VAV/vésszellőzés hatása.
„Screening”/gyors előszűrés	DNV PHAST, EFFECTS, ALOHA			

¹⁾ A hatóság által elfogadott szoftverek – főként ipabiztonság, környezetvédelem, de tűzvédelem és robbanásvédelem területeire vonatkozóan alkalmazhatóak. (<https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2023-02/81070.pdf>)

ESETTANULMÁNYOK

Robbanásveszélyes térségek meghatározása

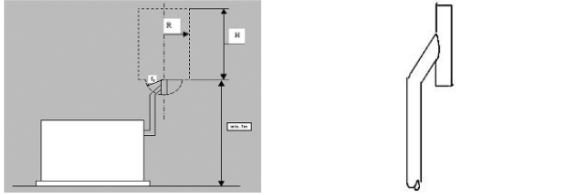
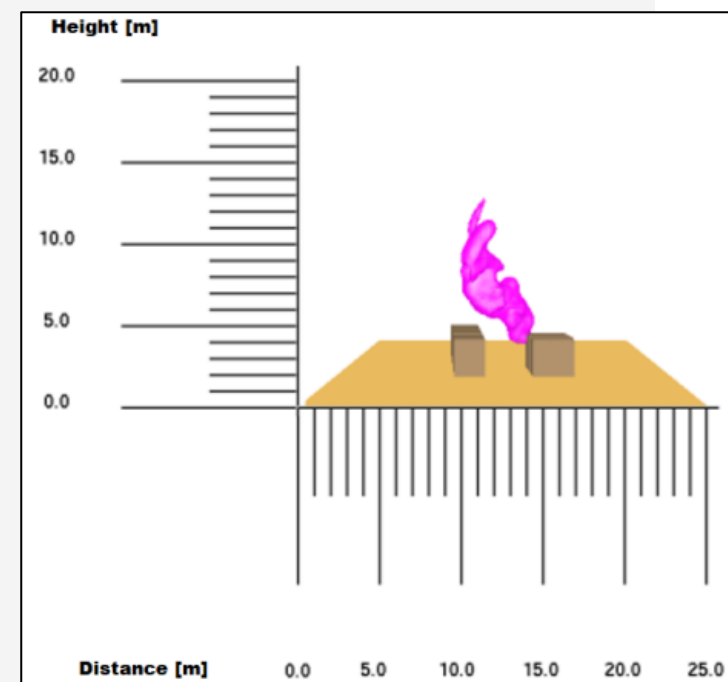
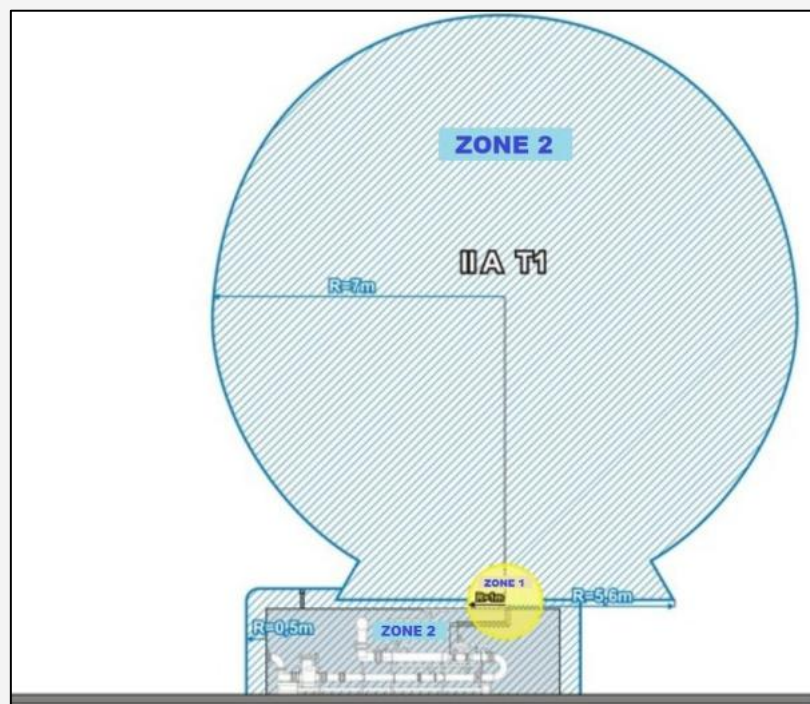
Földgáz lefúvatás

3/2020. (I. 13.) ITM rendelet 13.7. c) ipari gáznyomás-szabályozó állomás telepítési tervében fel kell tüntetni a robbanásveszélyes zónákat, azok kiterjedését.

11/2013. (III. 21.) NGM rendelet (visszavont 2020.03.12.)

Lefúvató vezeték körüli robbanásveszélyes zóna méretei					
Biztonsági lefúvató max. gázkibocsátása kg/s	Lefúvató cső átmérője a kilépési helynél				Henger alakú zónarész magassága: H m
	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	
0,005	1,8	2,2	2,5	3	7,2
0,01	1,8	2,2	2,5	3	9,1
0,02	1,8	2,1	2,5	3	11,4
0,04	2,3	2,3	2,4	3	14,4
0,08	2,8	2,8	2,8	2,9	18,1

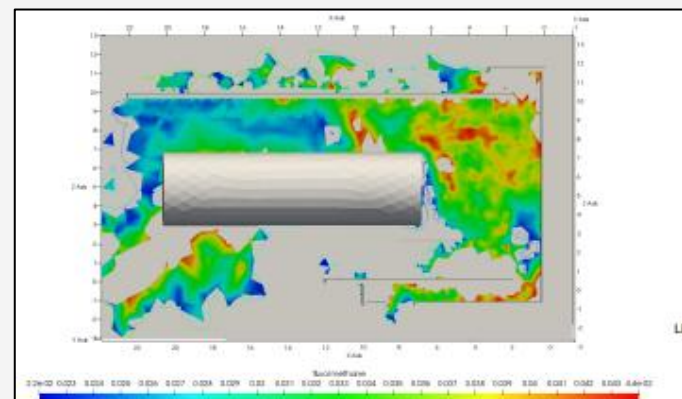
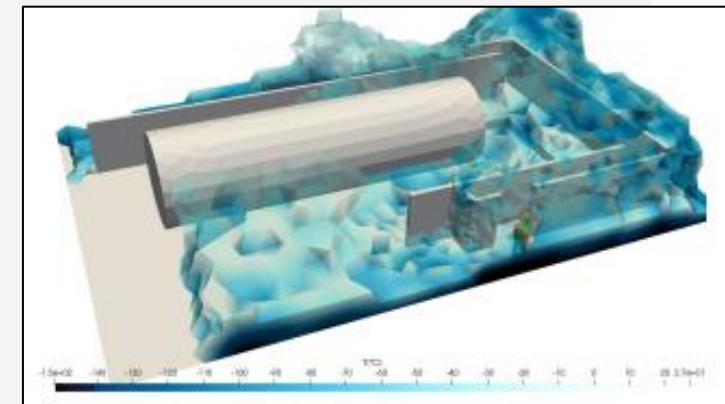
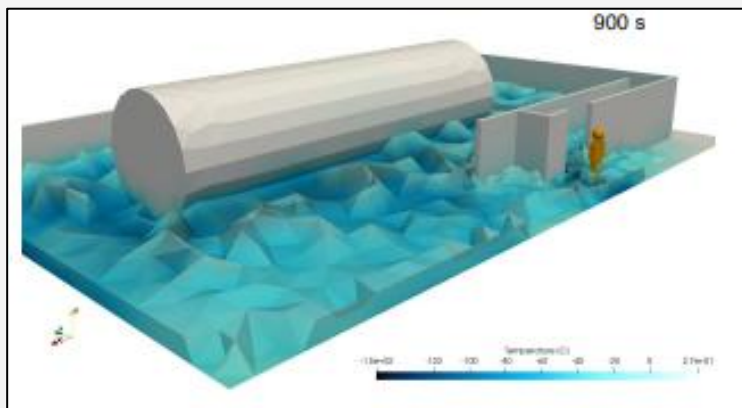
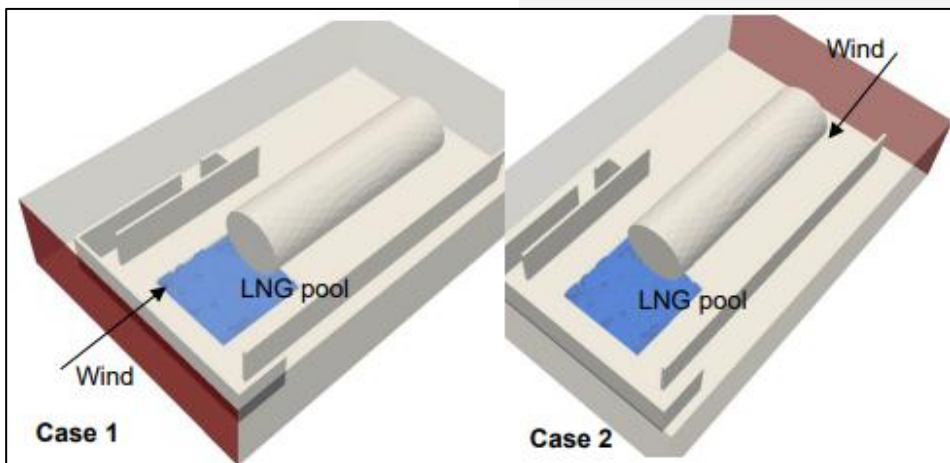
Kibocsátási pont alatti zónarész sugara: r ₁ m	1	1,2	1,4	1,6

ESETTANULMÁNYOK

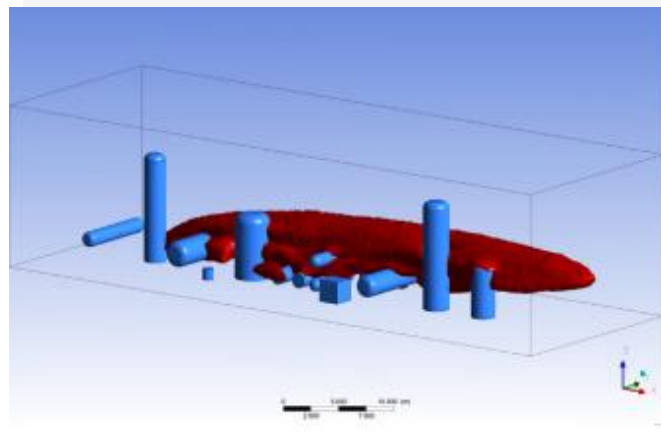
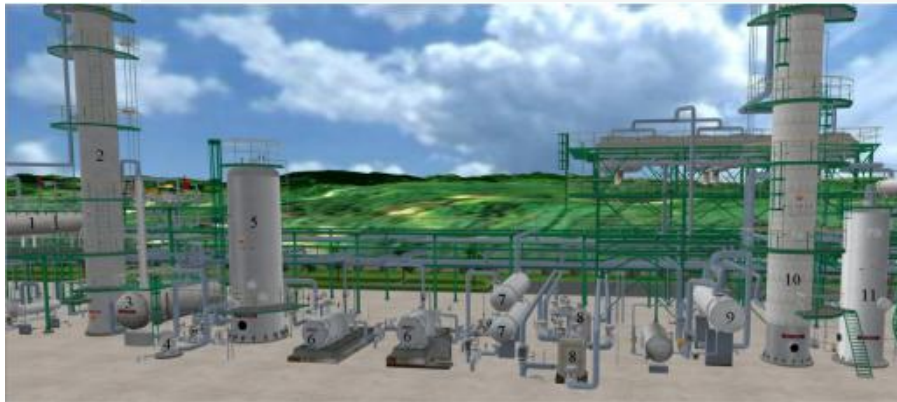
LNG terjedés

t_e [s]	$Q_g(\text{CEI 31-35})$ [kg/s]	$Q_g(\text{CFD})$ [kg/s]	$Q_g(\text{CEI 31-35}) - Q_g(\text{CFD})$ [kg/s]
60	3.82	3.03	0.786
100	2.96	2.50	0.455
180	2.20	2.20	0.003
300	1.71	2.50	0.794
420	1.44	2.50	1.06
540	1.27	2.30	1.03
660	1.15	1.90	0.750
780	1.06	1.50	0.442
900	0.99	0.90	0.085

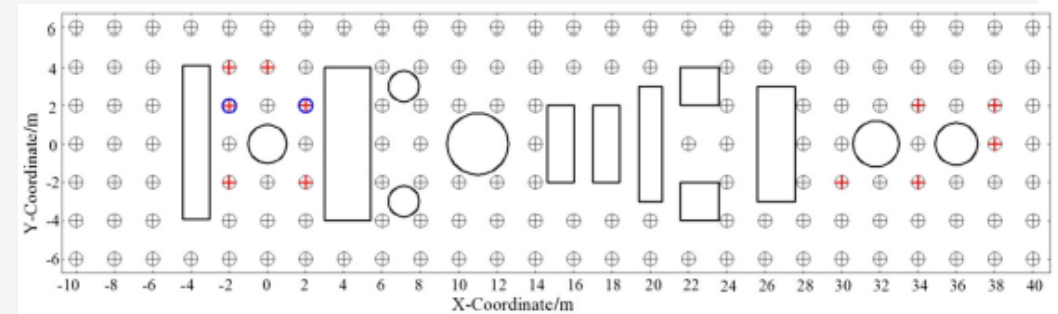


ESETTANULMÁNYOK

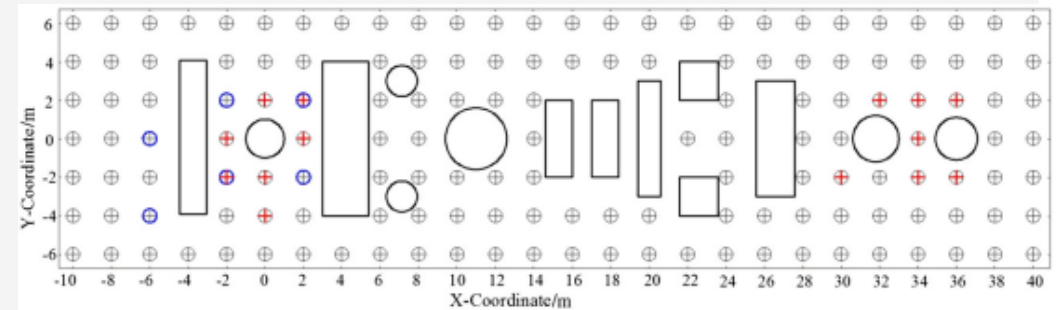
Gázkoncentráció érzékelők optimalizálása



Jelenlegi



Optimalizált



JOGSZABÁLYOK A FELHASZNÁLHATÓSÁGGAL KAPCSOLATBAN

- 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet
- 55/2013. (X. 2.) BM rendelet
- 1996. évi XXXI. Törvény

- Tűzvédelmi Műszaki Irányelvekben is egyre gyakrabban találkozhatunk szimulációra való hivatkozással
 - Számítógépes tűz- és füstterjedés, valamint menekülés szimuláció (TvMI 8.6)
 - Tűzterjedés elleni védelem (TvMI 1.7)
 - Kürités (TvMI 2.6)
 - Hő és füst elleni védelem (TvMI 3.6)



HATÁLYOS TŰZVÉDELMI MŰSZAKI IRÁNYELV

Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimulációs TvMI

Tűz- és füstterjedési szimulációs programok:

Program megnevezése	Fejlesztő országa	Rövid leírás
FDS 6.0 vagy újabb változatok	USA	Kombinált égési- és áramlási szoftver

Kiürítés szimulációs programok:

Program megnevezése	Fejlesztő országa	Rövid leírás
Building EXODUS	UK	Komplett viselkedési modell
FDS EVAC	USA	Áramlási alapon működő mozgási modell
PATHFINDER	USA	Mozgási modell
STEPS	UK	Mozgási modell torlódások vizsgálatához



TŰZSZIMULÁCIÓ FELÉPÍTÉSE ÉS ELKÉSZÍTÉSE

Szükséges bemeneti adatok a szimuláció felépítéséhez:

- Alaprajzok, 3D-s modellek (BIM modell)
- Anyagtulajdonságok
 - Kémiai összetétel
 - Gyulladási hőmérséklet
 - Égési melléktermékek
 - Sűrűség
 - Tűzfelfutási görbéje
 - Levegőutánpótlás
 - Stb.
- Tűzfészkek helyei

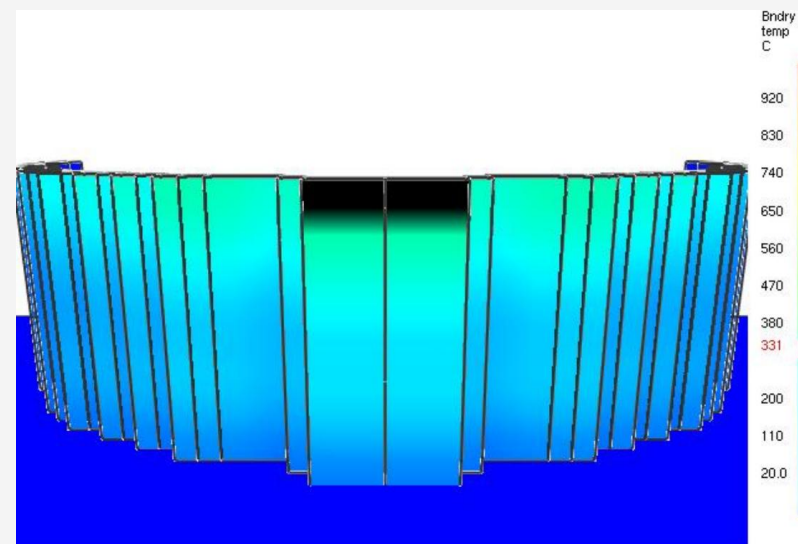
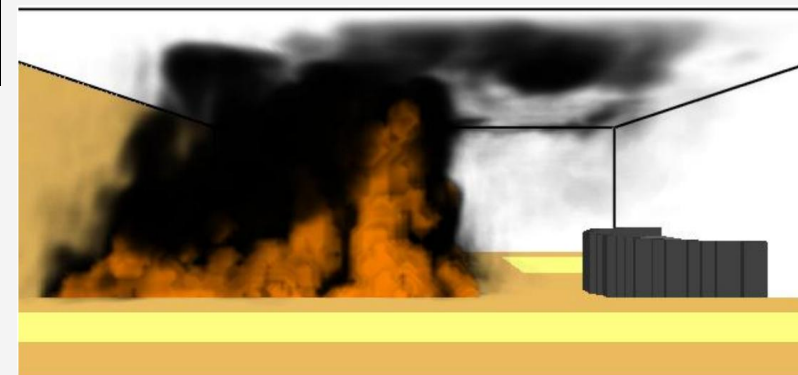
Szimuláció futtatásának feltételei:

- Komplex mérnöki gondolkozás
- Gépi erőforrás
- Időigényes
- Módosítás nem lehetséges



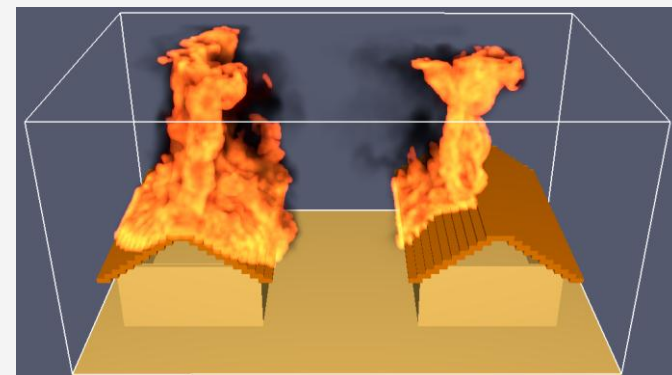
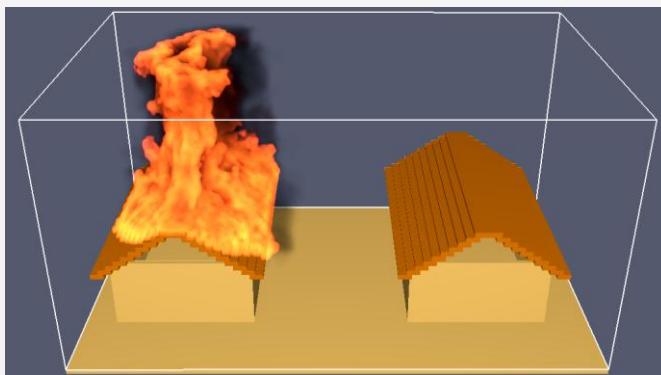
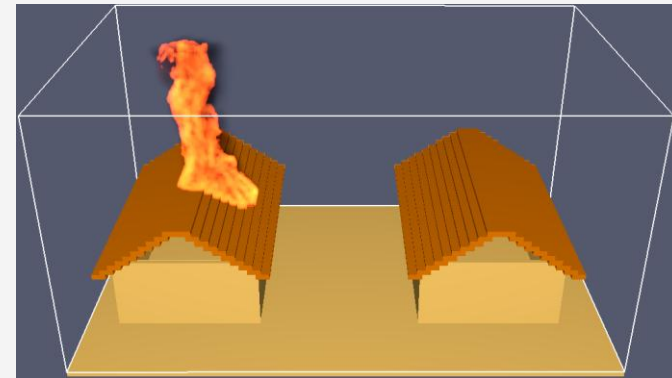
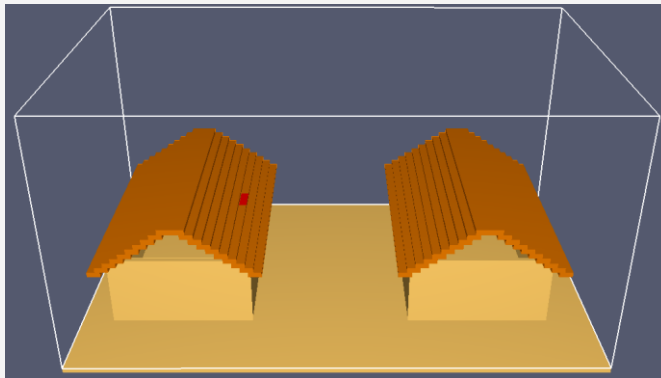
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK, GYAKORLATI PÉLDÁK

- Tűzterjedés
- Tűztávolság meghatározása
- Hősugárzás

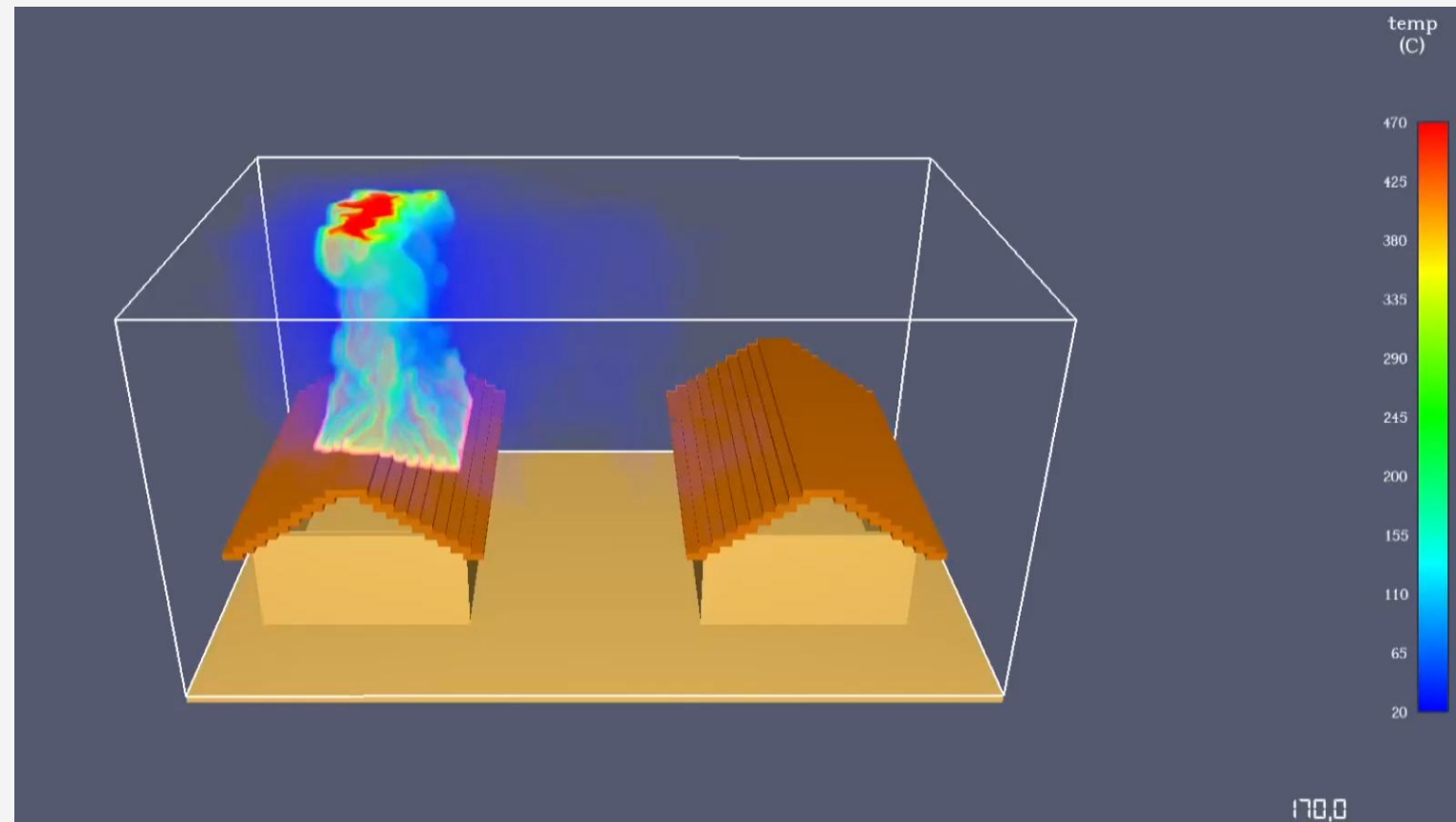


ALKALMAZÁSI TERÜLETEK, GYAKORLATI PÉLDÁK

- 54/2014 OTSZ 3. melléklet
- Tűzterjedés elleni TvMI – 4.1.1. pontja: A tűztávolság értéke számítással is meghatározható, ha nem az OTSZ által előírt konkrét távolságokat alkalmazzák. A számítás történhet numerikus tűz- és füstterjedési szimulációs modell alkalmazásával vagy egyéb számítási módszerekkel.

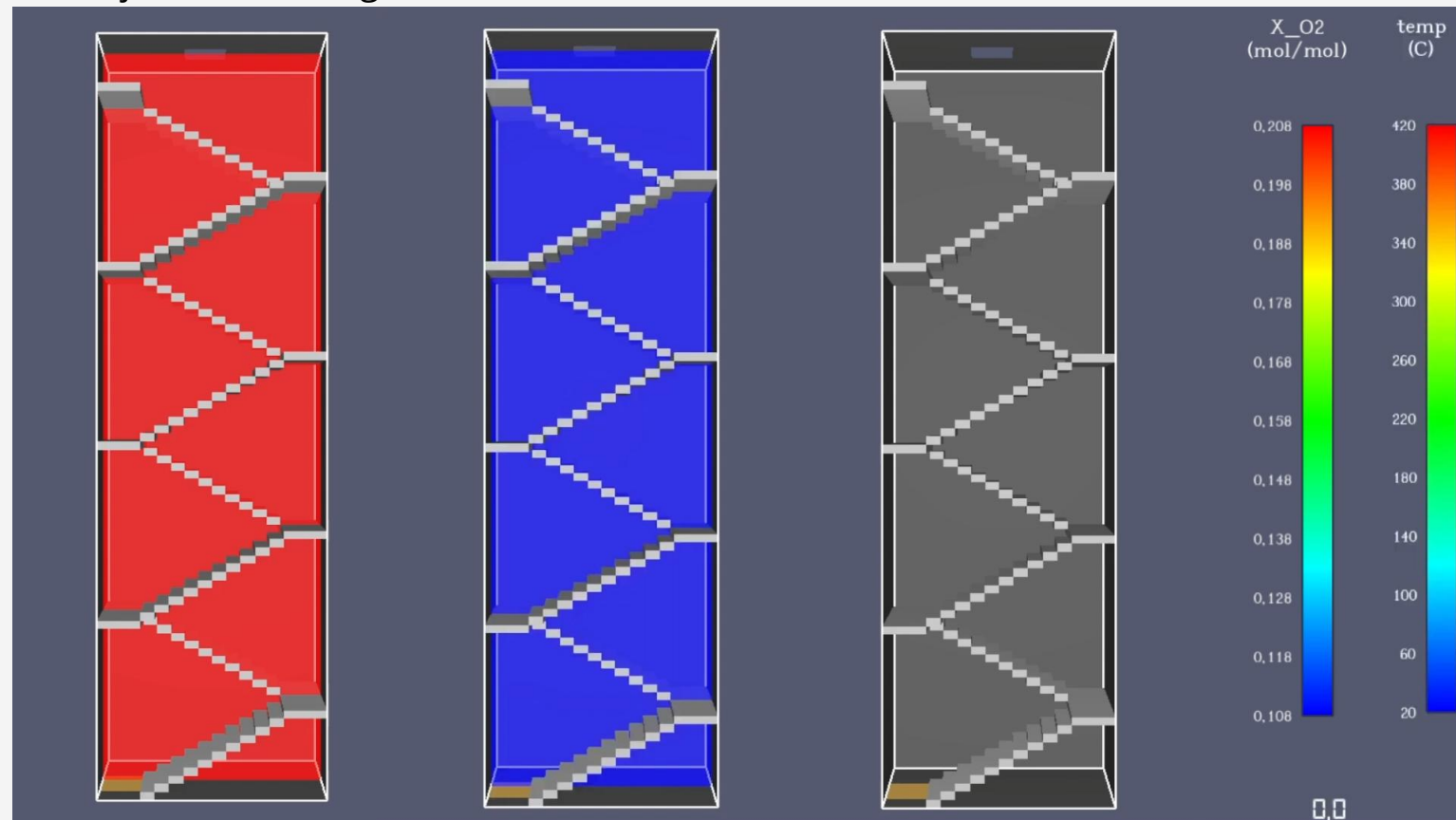


ALKALMAZÁSI TERÜLETEK, GYAKORLATI PÉLDÁK



ALKALMAZÁSI TERÜLETEK, GYAKORLATI PÉLDÁK

- Oxigén koncentráció mérés
- Hő terjedésének vizsgálata
- Füst terjedésének vizsgálata



ALKALMAZÁSI TERÜLETEK, GYAKORLATI PÉLDÁK

- Kiürítés számítás
 - Kiürítéses TvMI – 6.4.1. pontja: A kiürítés vizsgálható, időtartama számítható számítógépes szimulációs programmal is. Ennek alkalmazását a Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimuláció c. TvMI ismerteti.
- Torlódások vizsgálata



ÖSSZEGZÉS

Alkalmazás	Értelem	Eredmény
Tűzterjedés	Tűztávolság méretének csökkentése	Szabályozás lehetőségeit betartva lehet költséghatékonyan tervezni, építeni
Hő- és füst elvezetés	Kisebb vagy kevesebb füstelvezető kupola	Gazdaságilag kedvezőbb bekerülési költség mellett is biztosított a füst szegény levegő réteg
Kiürítés számítás	Realisztikusabb képet ad a kiürítés folyamatáról	Problémás torlódási pontok feltárása

Szimuláció nehézségei:

- Komplexebb adatszolgáltatás
- Csak szakember képes előállítani
- Nagyobb idő- és energiaigény





**Az MSZ EN ISO/IEC 17020:2012 szabvány szerint akkreditált, A-típusú ellenőrző szervezet.
Részletező okirat száma: NAH-3-0047/2024**

Köszönjük szépen a figyelmet.

2025. év szeptember hónap 25. napja.

Tugyi Levente • +36 (70) 621 9894 • tugyi.levente@rbesz.hu • www.rbesz.hu
Kurucz Krisztián • +36 (70) 621 9867 • kurucz.krisztian@rbesz.hu • www.rbesz.hu