



V. Lakiteleki Tűzvédelmi Szakmai Napok

Kísérleti tapasztalatok,
különböző működési elvű,
csarnok épületben felszerelt
tűzjelző érzékelők füsttel
történő vizsgálata

Szikra Csaba tudományos munkatárs

BME Építésmérnöki Kar

Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék

© szikra@egt.bme.hu

2016.



A FÜST LÁTHATÓSÁGOT BEFOLYÁSOLÓ JELLEMZŐI

A füsttel terhelt térben az érzékelésünket 3 dolog határozza meg:

- A szemünk, mint érzékelő
- Tárgyak fény-emissziója (látszólagos és valóságos emisszió)
- Az érzékelő (szemünk) és a tárgyról emittálódott fény útjában lévő füst fényelnyelő képessége



Kép: a budapesti Metró füstelárasztásos vizsgálata

A füst legfontosabb fizikai jellemzői (az előzőek alapján):

- **a fényelnyelőképesség** (light extinction coefficient),
- **láthatóság, látótávolság** (visibility)



FAJLAGOS FÉNYELNYELŐ-KÉPESSÉG

Mivel a fényelnyelő képesség arányos az
füstűrűséggel, fajlagos mennyiségeit és
értelmezhetjük

**Tömegsűrűségekre vonatkoztatott
fajlagos fényelnyelő képesség:**

$$K_{\rho} \text{ (m}^2\text{/g)} = \frac{K}{\rho}$$

Ahol K_{ρ} az egységnyi tömegsűrűsége
vonatkozó fényelnyelő-képesség, ρ a füst
tömegsűrűsége (kg/m³)

Lánggal égő fa és műanyag esetén

$$K_m = 7,6 \text{ m}^2\text{/g}$$

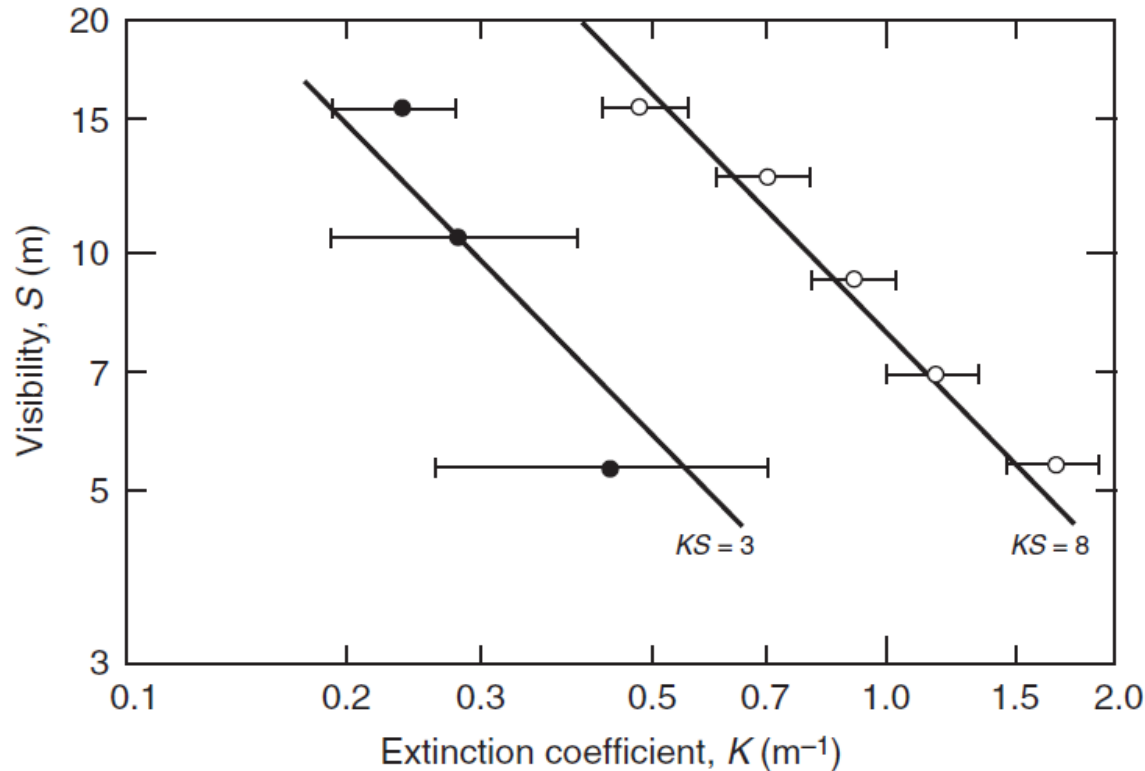
Parázsló égés esetén $K_m = 4.4 \text{ m}^2\text{/g}$

Így a tér adott pontjában a fényelnyelő-
képesség arányos a füst
tömegsűrűségével:

$$K = \rho(x, y, z) \cdot K_{\rho}$$



LÁTHATÓSÁG, LÁTÓTÁVOLSÁG – S(M)

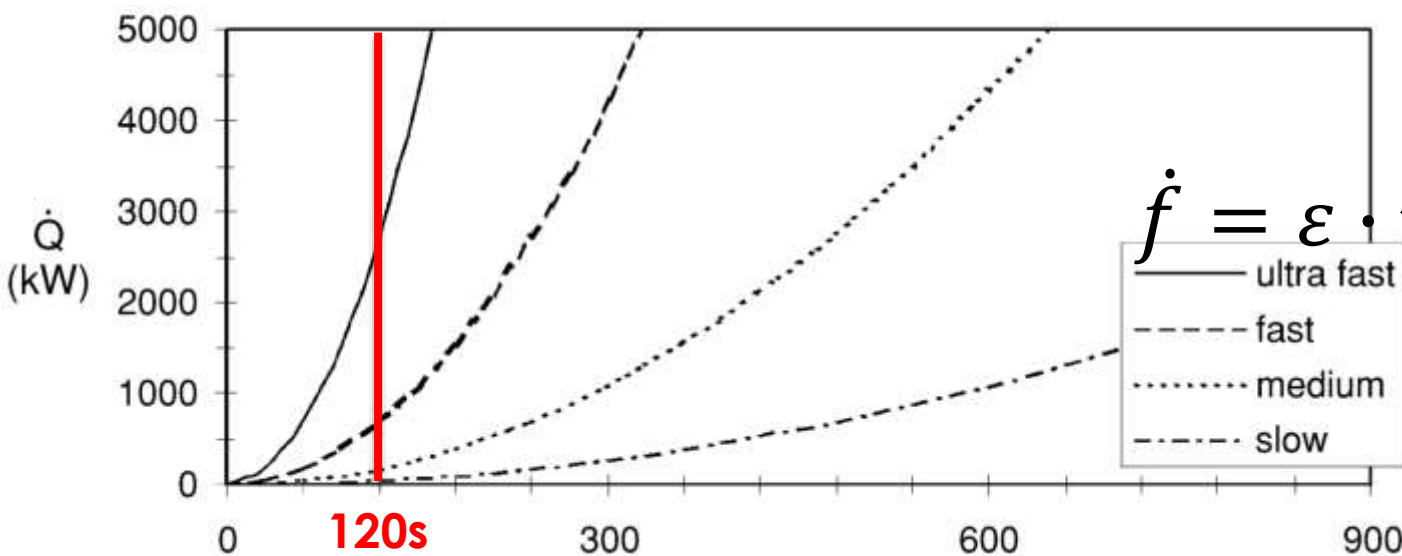


A látótávolság és a fényelnyelő-képesség kapcsolata
Szubjektív mérési eredmények - a füst irritáló és toxikus hatásának figyelembevétele nélkül - a menekülési útvonalak jelzéseire.
Az eredmény:

$$S(m) = \frac{KS}{K}$$

fénykibocsátó jelzések esetén $KS=8$, „csak” fényvisszaverő felületek esetén $KS=3$

NÉGYZETES FELFUTÁS MODELLJE



$$\dot{Q} = \alpha \cdot t^2$$

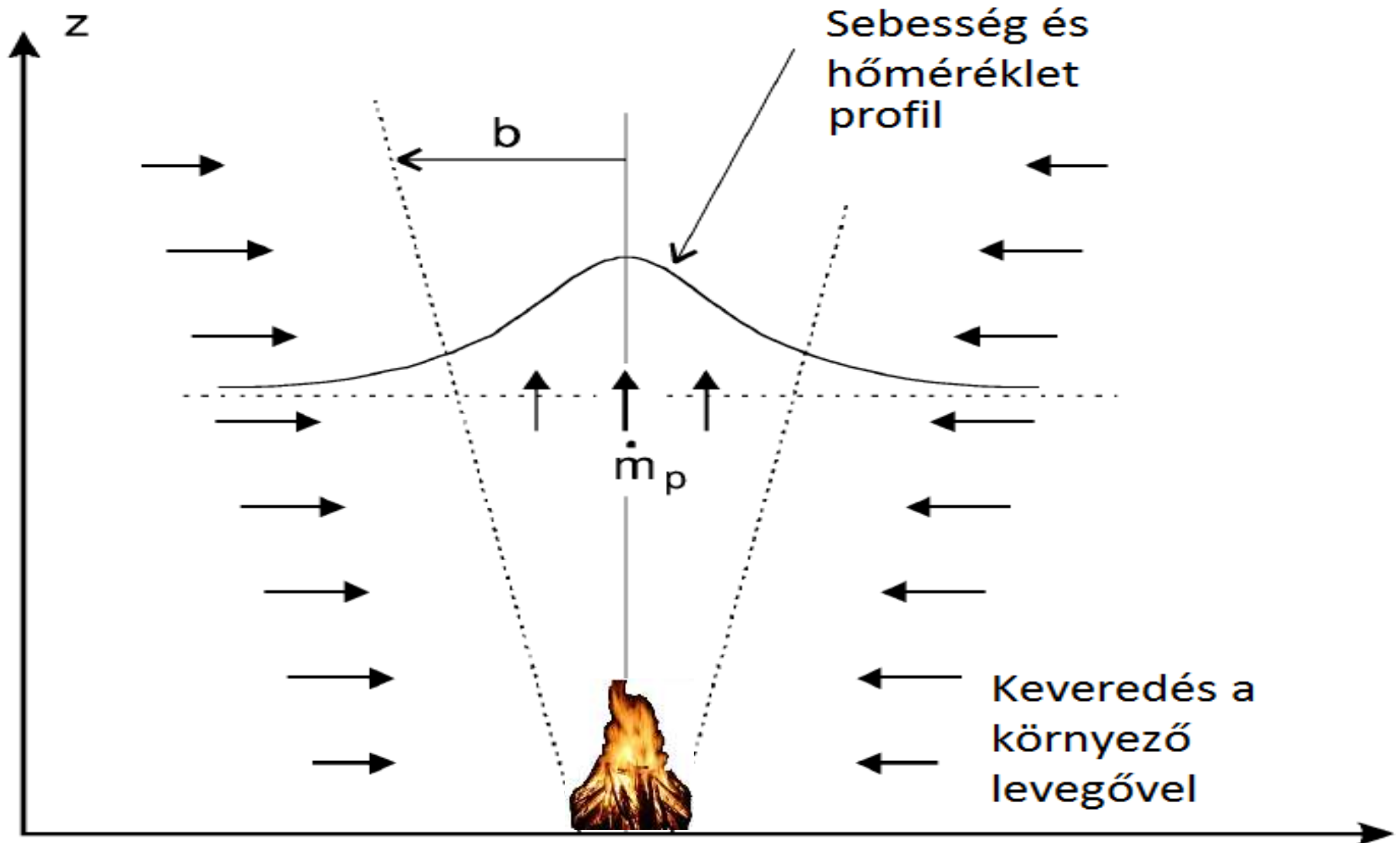
$$\dot{f} = \varepsilon \cdot \dot{m} = \frac{\varepsilon \cdot \alpha \cdot t^2}{\chi \cdot \Delta H_c}$$

Fejlődés mértéke	α (kW/s ²)	1MW-hoz tartozó idő (s)	120s-hoz tartozó teljesítmény (kW)	Példák
nagyon gyors	0.190	75	2736	-
gyors	0.047	150	677	szálloda, kollégium iskola, iroda
közepes	0.012	300	173	lakóépület
lassú	0.003	600	43	

Forrás: NFPA 204M, Guide
for Smoke and Heat
Venting



A CSÓVA TULAJDONSÁGAI



ASPIRÁCIÓS HÁLÓZATBAN A MINTA UTAZÁSI IDEJE ÉS A CSŐHÁLÓZAT ÁRMÉRŐJE

Térfogatszallítás:	5,04	m3/h	84	l/perc	1,4	l/s				
Környezeti hőmérséklet:	20	°C								
Egyenletes csőátmérő:	25	mm								
Furatok száma:	30	db	$q = 353/(t + 273,15)$							
Sűrűség:	1,20									
Viszkózitás Mű:	1,53E-05		$\mu = (0,05639 \cdot t + 17,279) \cdot 10^{-6}$				$v = \mu/q$			
	Szakasz	hossz (m)	átmérő (mm)	Párh. Ág. n (-)	m (kg/s)	V (l/perc)	v (m/s)	dt (s)	la	dp'
Összegzés:								49,00		227,3
	1	6	12,5	1	5,619E-05	2,8	0,38	15,78	0,08	3,1
	2	6	12,5	2	1,124E-04	5,6	0,76	7,89	0,06	10,6
	3	6	12,5	3	1,686E-04	8,4	1,14	5,26	0,06	21,5
	4	6	12,5	4	2,248E-04	11,2	1,52	3,94	0,05	35,6
	5	6	12,5	5	2,810E-04	14,0	1,90	3,16	0,05	52,6
	6	6	25	10	5,619E-04	28,0	0,95	6,31	0,05	6,6
	7	6	25	20	1,124E-03	56,0	1,90	3,16	0,04	22,1
	8	5	25	30	1,686E-03	84,0	2,85	1,75	0,04	37,5
	9	5	25	30	1,686E-03	84,0	2,85	1,75	0,04	37,5

Térfogatszallítás:	5,04	m3/h	84	l/perc	1,4	l/s				
Környezeti hőmérséklet:	20	°C								
Egyenletes csőátmérő:	25	mm								
Furatok száma:	30	db	$q = 353/(t + 273,15)$							
Sűrűség:	1,20									
Viszkózitás Mű:	1,53E-05		$\mu = (0,05639 \cdot t + 17,279) \cdot 10^{-6}$				$v = \mu/q$			
	Szakasz	hossz (m)	átmérő (mm)	Párh. Ág. n (-)	m (kg/s)	V (l/perc)	v (m/s)	dt (s)	la	dp'
Összegzés:								157,08		108,3
	1	6	25	1	5,619E-05	2,8	0,10	63,11	0,09	0,1
	2	6	25	2	1,124E-04	5,6	0,19	31,56	0,08	0,4
	3	6	25	3	1,686E-04	8,4	0,29	21,04	0,07	0,8
	4	6	25	4	2,248E-04	11,2	0,38	15,78	0,06	1,3
	5	6	25	5	2,810E-04	14,0	0,48	12,62	0,06	2,0
	6	6	25	10	5,619E-04	28,0	0,95	6,31	0,05	6,6
	7	6	25	20	1,124E-03	56,0	1,90	3,16	0,04	22,1
	8	5	25	30	1,686E-03	84,0	2,85	1,75	0,04	37,5
	9	5	25	30	1,686E-03	84,0	2,85	1,75	0,04	37,5

Térfogatszallítás:	5,04	m3/h	84	l/perc	1,4	l/s				
Környezeti hőmérséklet:	20	°C								
Egyenletes csőátmérő:	25	mm								
Furatok száma:	30	db	$q = 353/(t + 273,15)$							
Sűrűség:	1,20									
Viszkózitás Mű:	1,53E-05		$\mu = (0,05639 \cdot t + 17,279) \cdot 10^{-6}$				$v = \mu/q$			
	Szakasz	hossz (m)	átmérő (mm)	Párh. Ág. n (-)	m (kg/s)	V (l/perc)	v (m/s)	dt (s)	la	dp'
Összegzés:								34,40		328,1
	1	6	6,25	1	5,619E-05	2,8	1,52	3,94	0,06	84,7
	2	6	12,5	2	1,124E-04	5,6	0,76	7,89	0,06	10,6
	3	6	12,5	3	1,686E-04	8,4	1,14	5,26	0,06	21,5
	4	6	12,5	4	2,248E-04	11,2	1,52	3,94	0,05	35,6
	5	6	12,5	5	2,810E-04	14,0	1,90	3,16	0,05	52,6
	6	6	18,75	10	5,619E-04	28,0	1,69	3,55	0,05	25,8
	7	6	25	20	1,124E-03	56,0	1,90	3,16	0,04	22,1
	8	5	25	30	1,686E-03	84,0	2,85	1,75	0,04	37,5
	9	5	25	30	1,686E-03	84,0	2,85	1,75	0,04	37,5

Alapadatok										
Térfogatszallítás:	5,04	m3/h	84	l/perc	1,4	l/s				
Környezeti hőmérséklet:	20	°C								
Egyenletes csőátmérő:	25	mm								
Furatok száma:	30	db	$q = 353/(t + 273,15)$							
Sűrűség:	1,20									
Viszkózitás Mű:	1,53E-05		$\mu = (0,05639 \cdot t + 17,279) \cdot 10^{-6}$				$v = \mu/q$			
	Szakasz	hossz (m)	átmérő (mm)	Párh. Ág. n (-)	m (kg/s)	V (l/perc)	v (m/s)	dt (s)	la	dp'
Összegzés:								88,36		424,7
	1	6	18,75	1	5,619E-05	2,8	0,17	35,50	0,08	0,5
	2	6	18,75	2	1,124E-04	5,6	0,34	17,75	0,07	1,5
	3	6	18,75	3	1,686E-04	8,4	0,51	11,83	0,06	3,1
	4	6	18,75	4	2,248E-04	11,2	0,68	8,88	0,06	5,2
	5	6	18,75	5	2,810E-04	14,0	0,85	7,10	0,06	7,7
	6	6	18,75	10	5,619E-04	28,0	1,69	3,55	0,05	25,8
	7	6	18,75	20	1,124E-03	56,0	3,38	1,78	0,04	86,8
	8	5	18,75	30	1,686E-03	84,0	5,07	0,99	0,04	147,1
	9	5	18,75	30	1,686E-03	84,0	5,07	0,99	0,04	147,1



HŐ-ÉRZÉKELŐK RTI MODELLJE ÉS TESZTEREDMÉNYEI

$$RTI = \frac{-t_a u^{1/2}}{\ln \left(1 - \frac{\Delta T_a}{\Delta T_g} \right)}$$

t_a = activation time (s)

ΔT_a = activation temperature minus ambient temperature (K)

ΔT_g = duct temperature minus ambient temperature (K)

u = gas velocity (m/s)

Forrás:

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF TEMPERATURE AND VELOCITY ON THE RESPONSE TIME INDEX OF HEAT DETECTORS.

Andrew Tom Pomeroy, Master of Science, 2010

Heat Detector

Properties

Advanced

Name: HD_1TH_05
Freeze Output: <Never>
Link: HD_Link_RTI15_T57C
☒ Trigger only once
☐ Initially activated
Location X: 4,5 m Y: 21,0 m Z: 9,5 m
Orientation X: 0,0 Y: 0,0 Z: -1,0
Rotation: 0,0 °

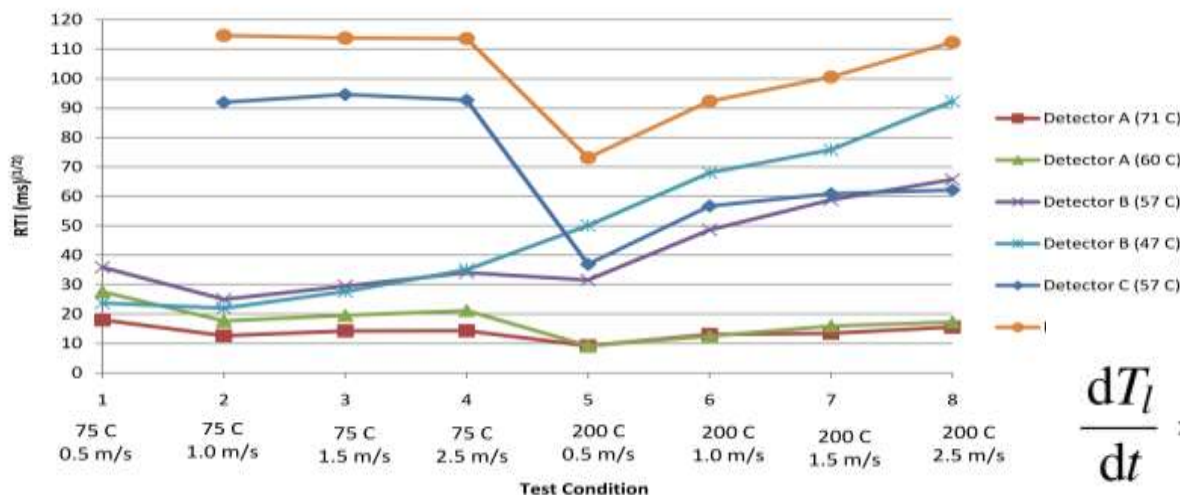
RTI15_T57C, XYZ=4.5,21.0,9.5/

OK

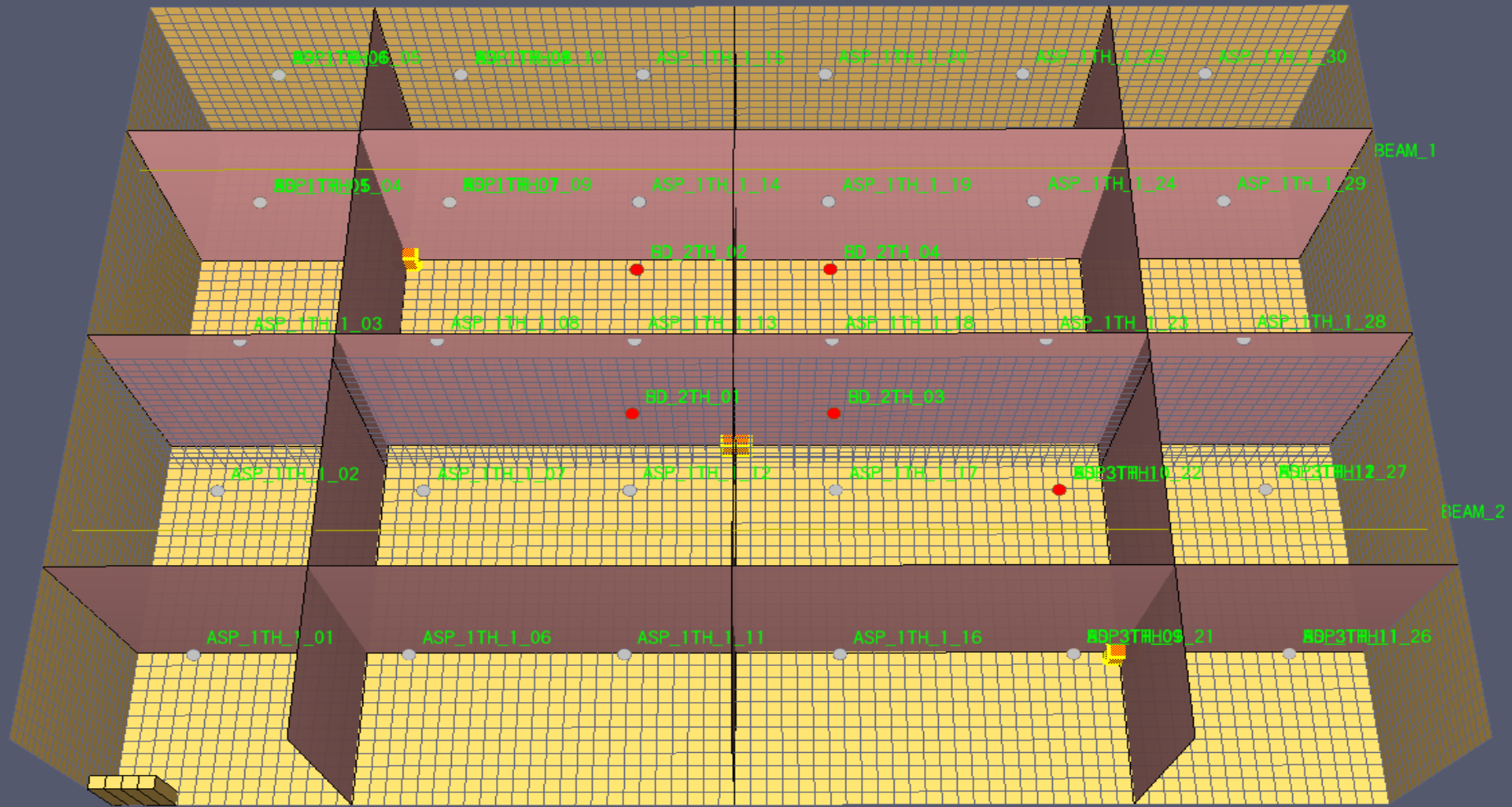
Cancel

$$\frac{dT_l}{dt} = \frac{\sqrt{|u|}}{RTI} (T_g - T_l)$$

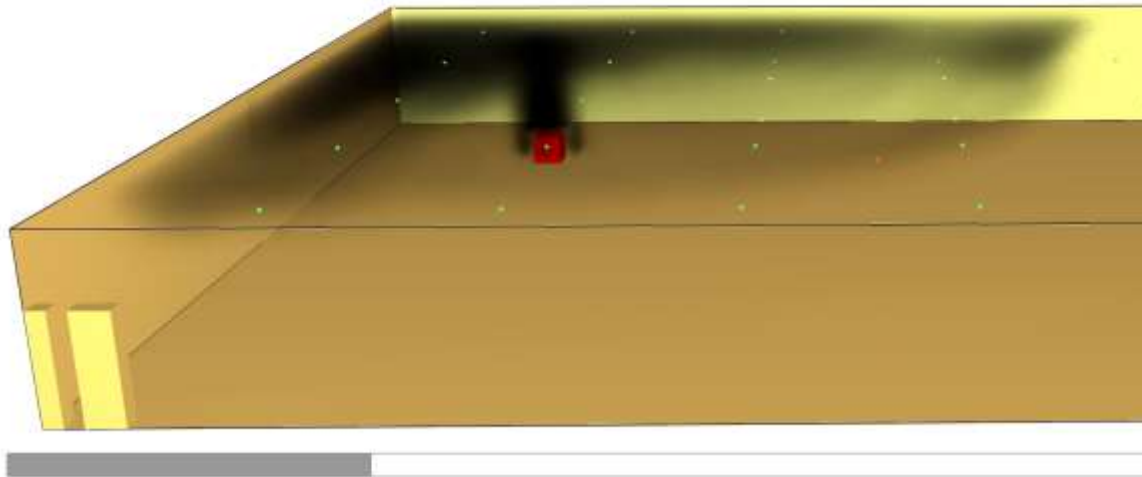
Temperature	75 C				200 C			
Velocity	0.5	1	1.5	2.5	0.5	1	1.5	2.5
Test Condition	1	2	3	4	5	6	7	8
A-1 (71 C)	-	18.5	20.7	19.6	10.7	14.6	15.4	17.8
A-2 (71 C)	18.4	10.4	11.5	12.2	8.7	13.3	13.0	15.2
A-3 (71 C)	17.6	9.0	10.3	11.1	8.2	11.1	11.9	13.6
A-4 (60 C)	33.0	17.7	18.3	20.1	9.5	13.2	15.7	17.3
A-5 (60 C)	22.1	12.5	14.9	15.7	8.7	10.2	11.9	14.2
A-6 (60 C)	-	22.7	25.3	27.6	9.3	13.9	20.2	20.2
B-1 (57 C)	33.4	25.6	30.3	32.7	32.0	53.2	58.2	79.8
B-2 (57 C)	39.4	25.9	28.9	38.5	31.5	44.9	56.0	58.5
B-3 (57 C)	34.8	23.4	29.2	30.9	31.1	47.7	62.1	58.8
B-1 (47 C)	19.4	23.5	28.2	34.7	50.5	69.5	85.0	83.8
B-2 (47 C)	29.3	22.4	25.7	37.8	52.2	69.9	70.4	97.6
B-3 (47 C)	22.4	20.1	28.9	32.6	47.4	64.6	71.9	95.4
C (57 C)	-	91.9	94.6	92.7	36.9	56.7	60.9	62.1
D-1 (57 C)	-	111.6	116.4	120.9	77.3	97.0	101.0	117.0
D-2 (57 C)	-	113.8	108.3	106.6	76.1	92.2	103.1	108.4
D-3 (57 C)	-	118.5	116.7	113.2	65.9	87.8	97.5	111.6



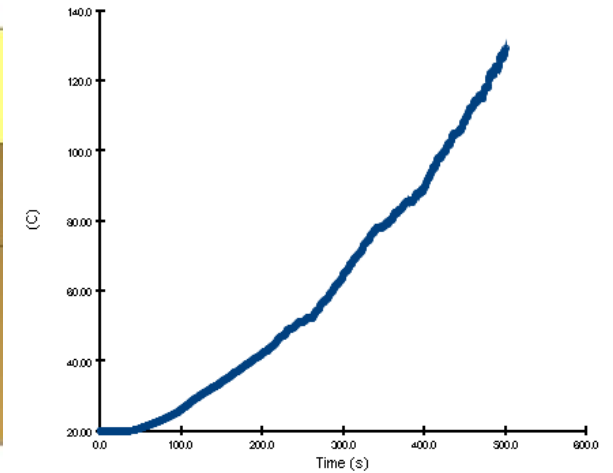
FDS MODELL: 3 TŰZHELYSZÍN; 5, 10, 15M BELMAGASSÁG; SD, HD, ASP, BEAM



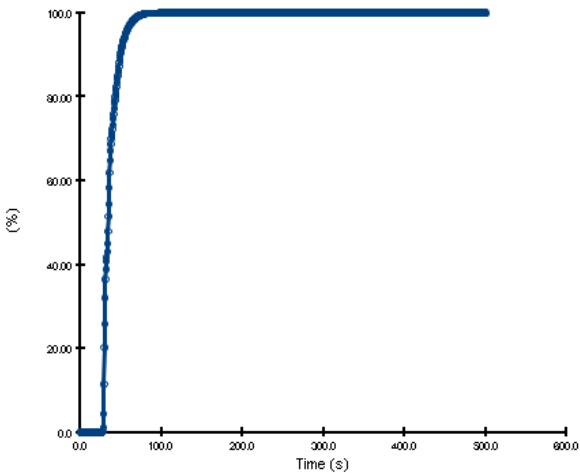
ÉRZÉKELŐK VISELKEDÉSE



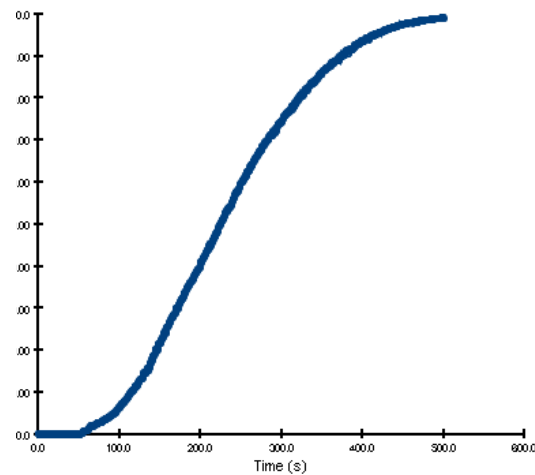
HD_1TH_05



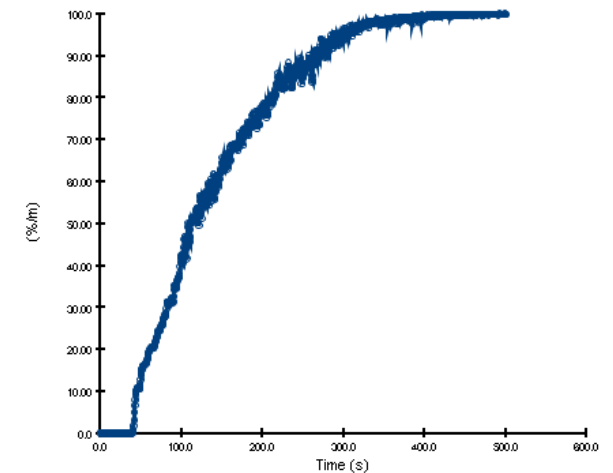
BEAM_1



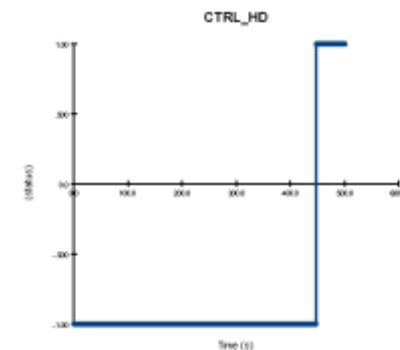
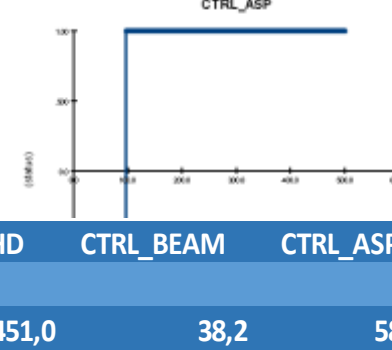
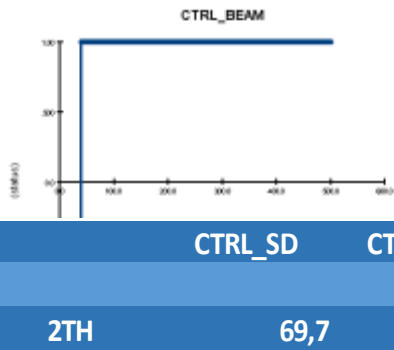
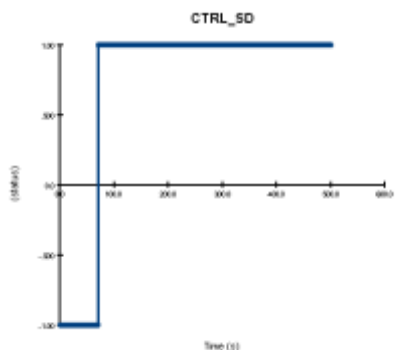
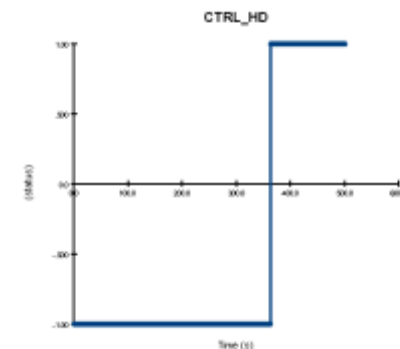
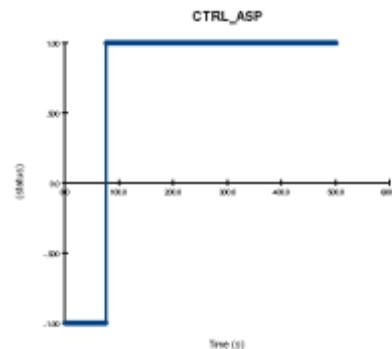
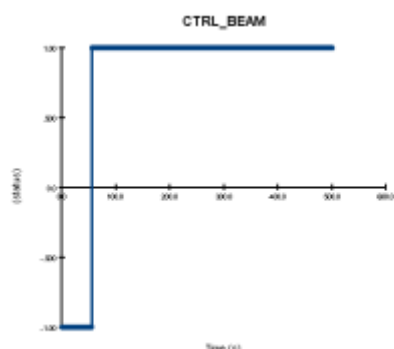
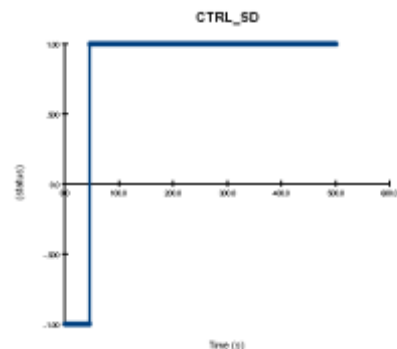
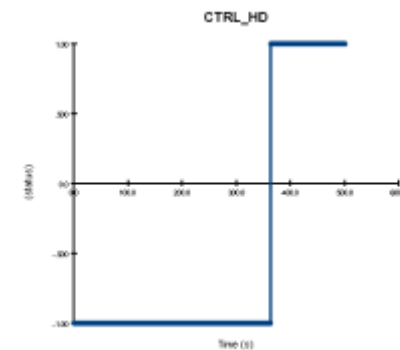
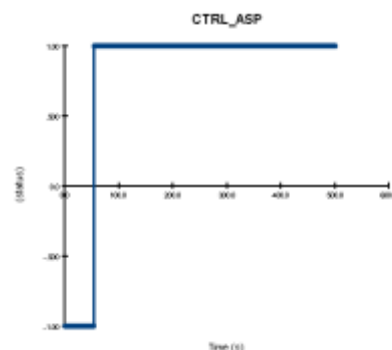
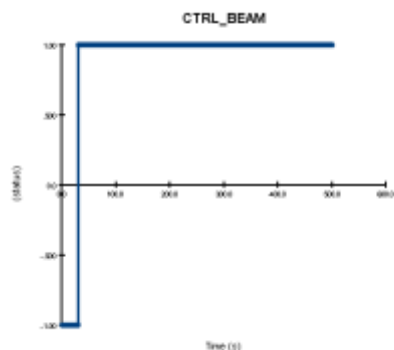
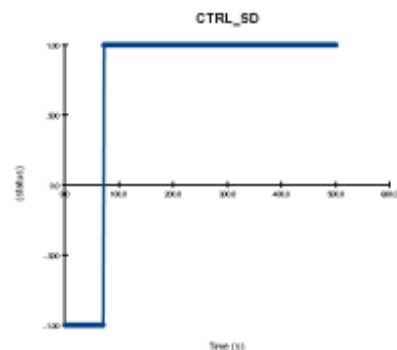
ASP



SD 1TH_05



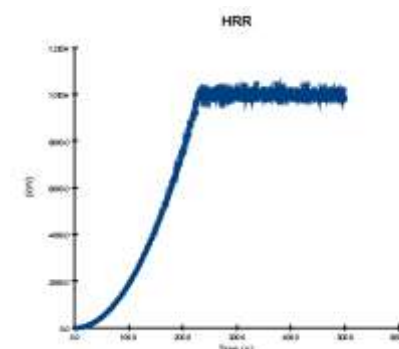
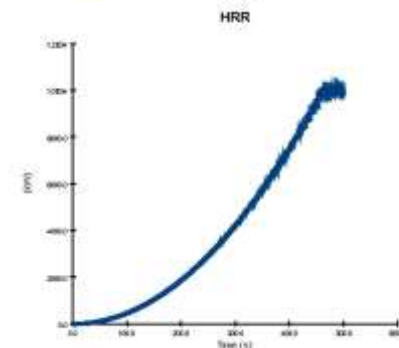
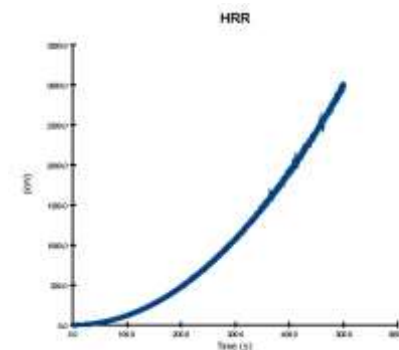
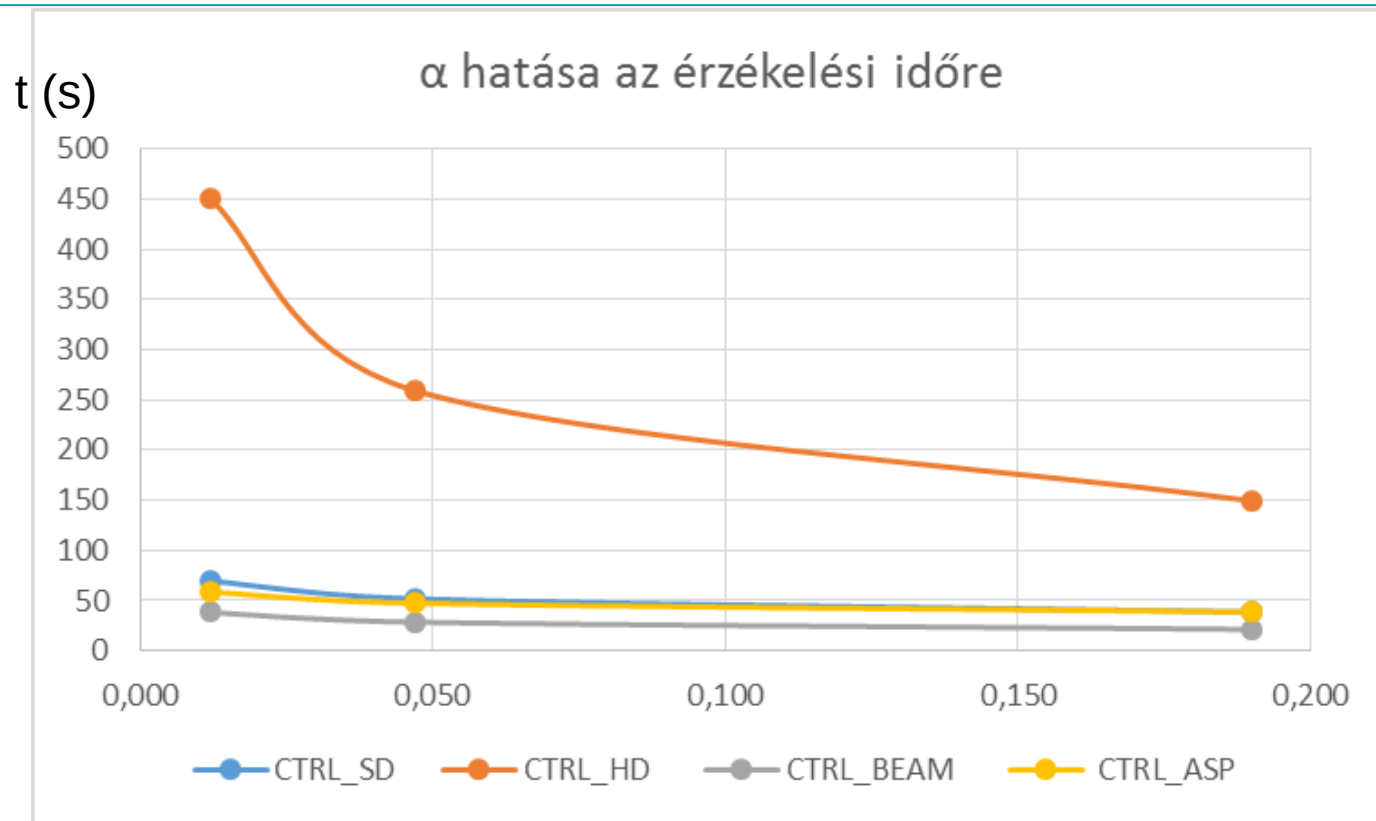
A TŰZHELYSZÍN HATÁSA AZ ÉRZÉKELÉSI IDŐKRE (H=10M, KÖZEPES FELFUTÁS)



	CTRL_SD	CTRL_HD	CTRL_BEAM	CTRL_ASP
2TH	69,7	451,0	38,2	58,6
1TH	48,8	362,8	55,2	75,4
3TH	70,4	447,4	39,0	96,5



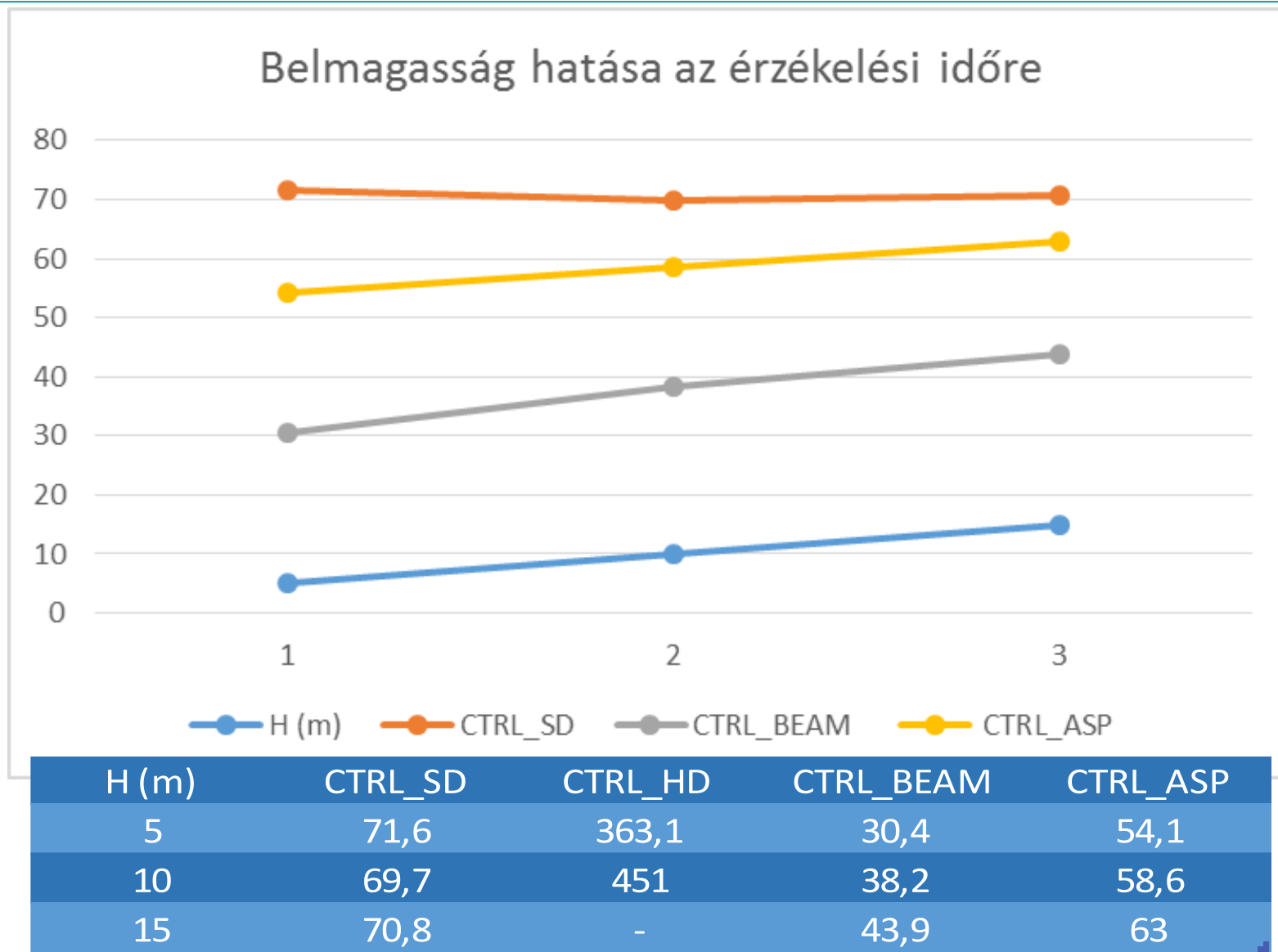
TŰZFELFUTÁS SEBESSÉGÉNEK HATÁSA AZ ÉRZÉKELÉSI IDŐRE



alfa	CTRL_SD	CTRL_HD	CTRL_BEAM	CTRL_ASP
0,190	38,6	149,5	21,3	38,7
0,047	51,8	259,3	28,5	47,4
0,012	69,7	451,0	38,2	58,6



BELMAGASSÁG HATÁSA AZ ÉRZÉKELÉSI IDŐRE





V. Lakiteleki Tűzvédelmi Szakmai Napok

Köszönöm
a
figyelmet!

Szikra Csaba tudományos munkatárs
BME Építésmérnöki Kar
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék
© szikra@egt.bme.hu
2016.

