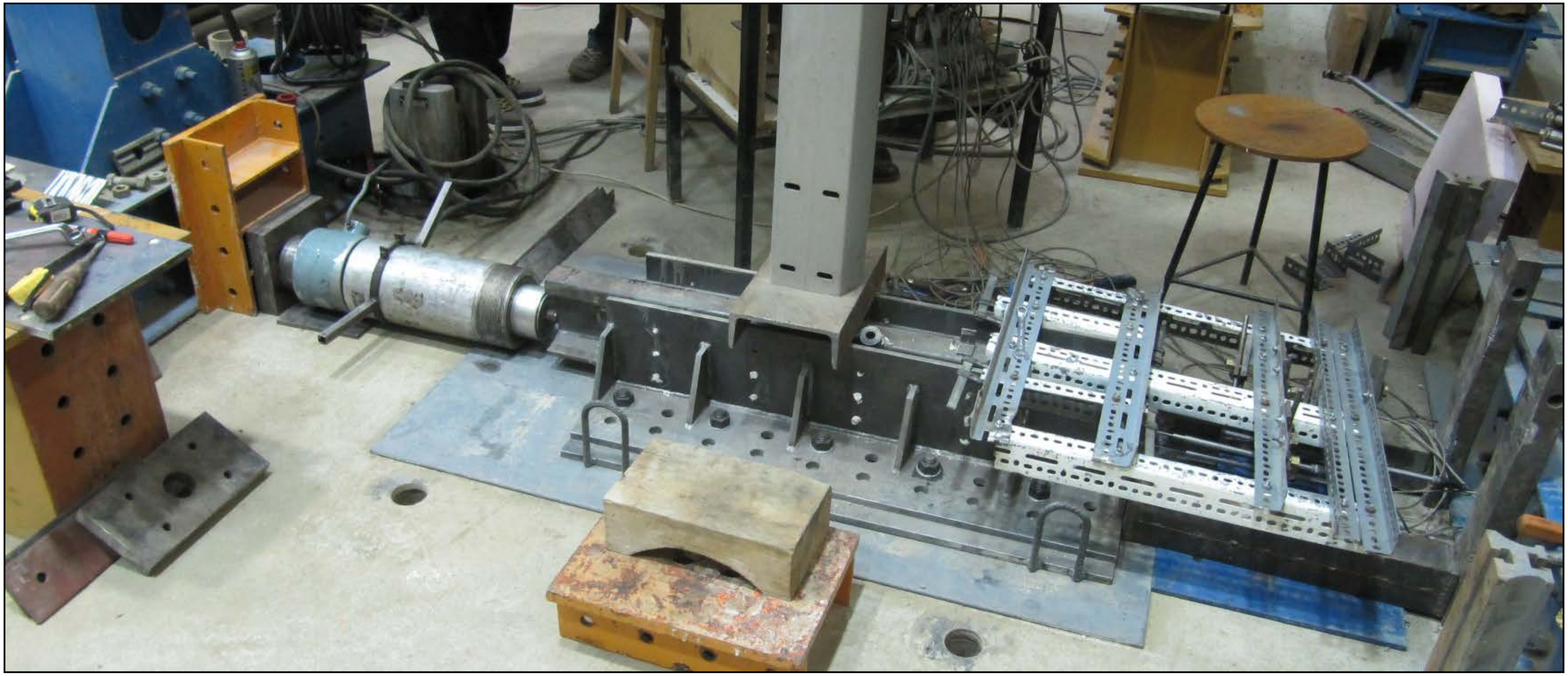
IX. VÁROSI VILLAMOS VASÚTI PÁLYA NAP
Debrecen, 2016. május 25.

Kiöntött síncsatornás pályaszerkezetek laboratóriumi vizsgálata és tervezése

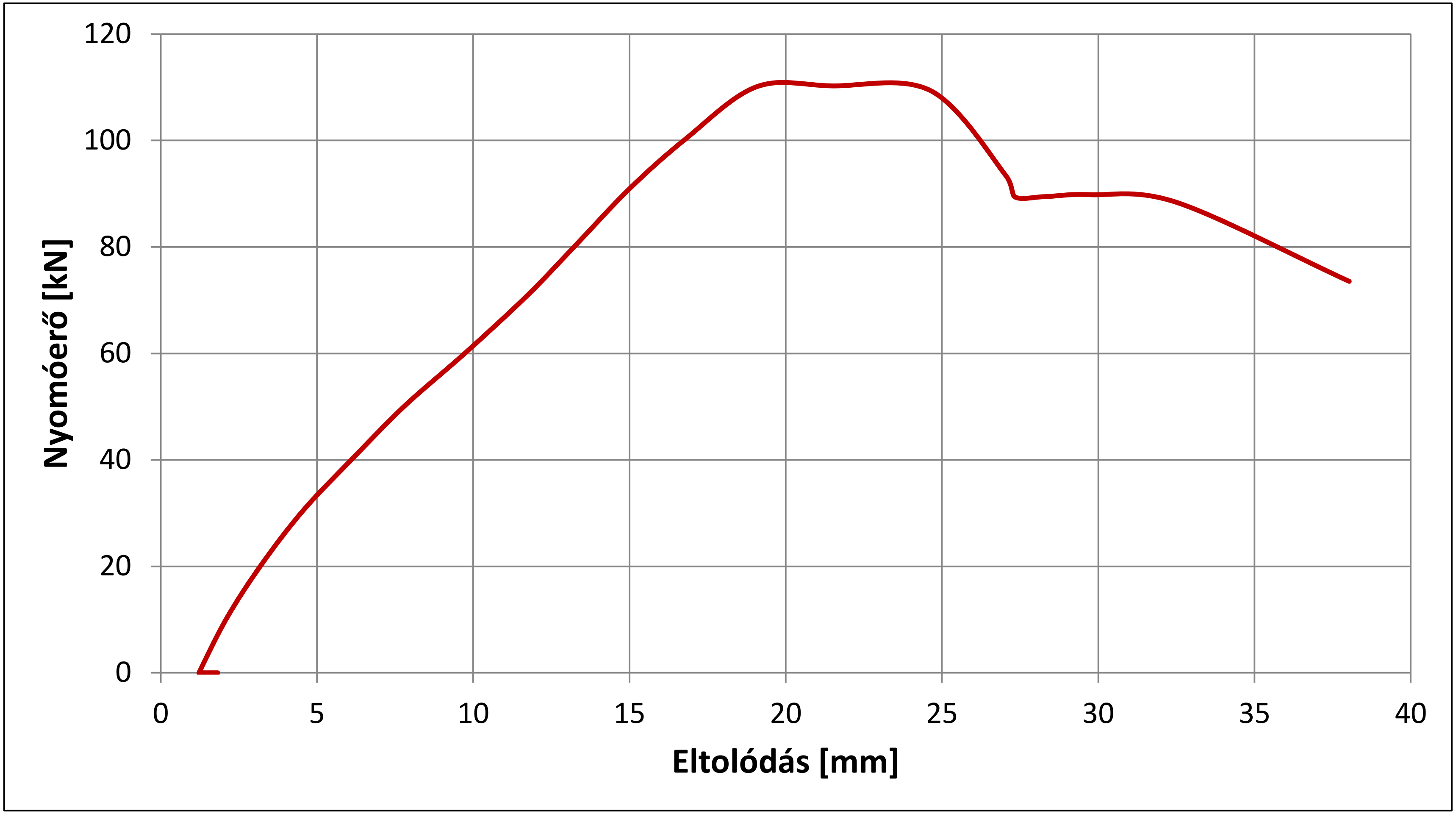
SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
SZE - GYŐR

Major Zoltán
Egyetemi tanársegéd

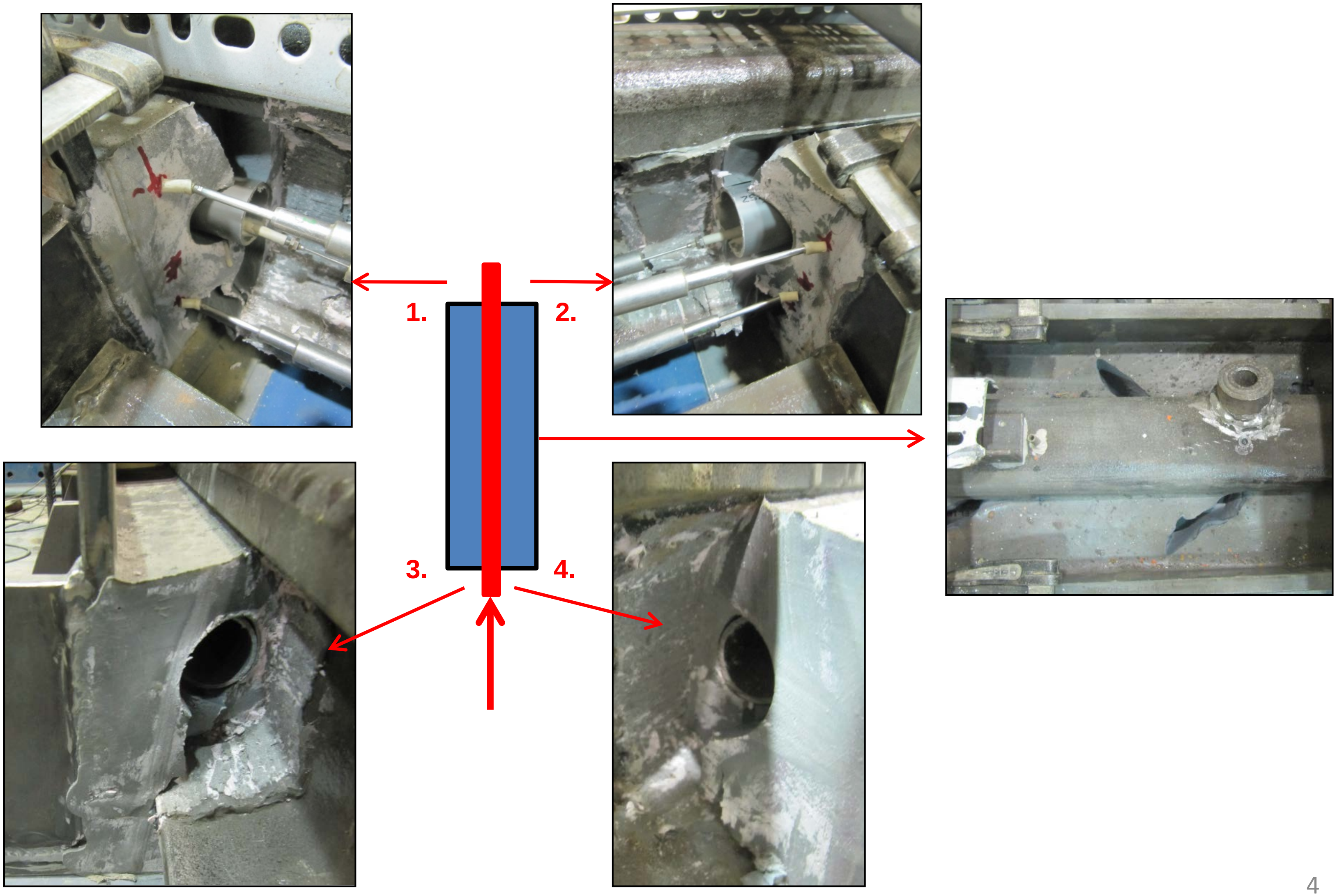
1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA



1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA

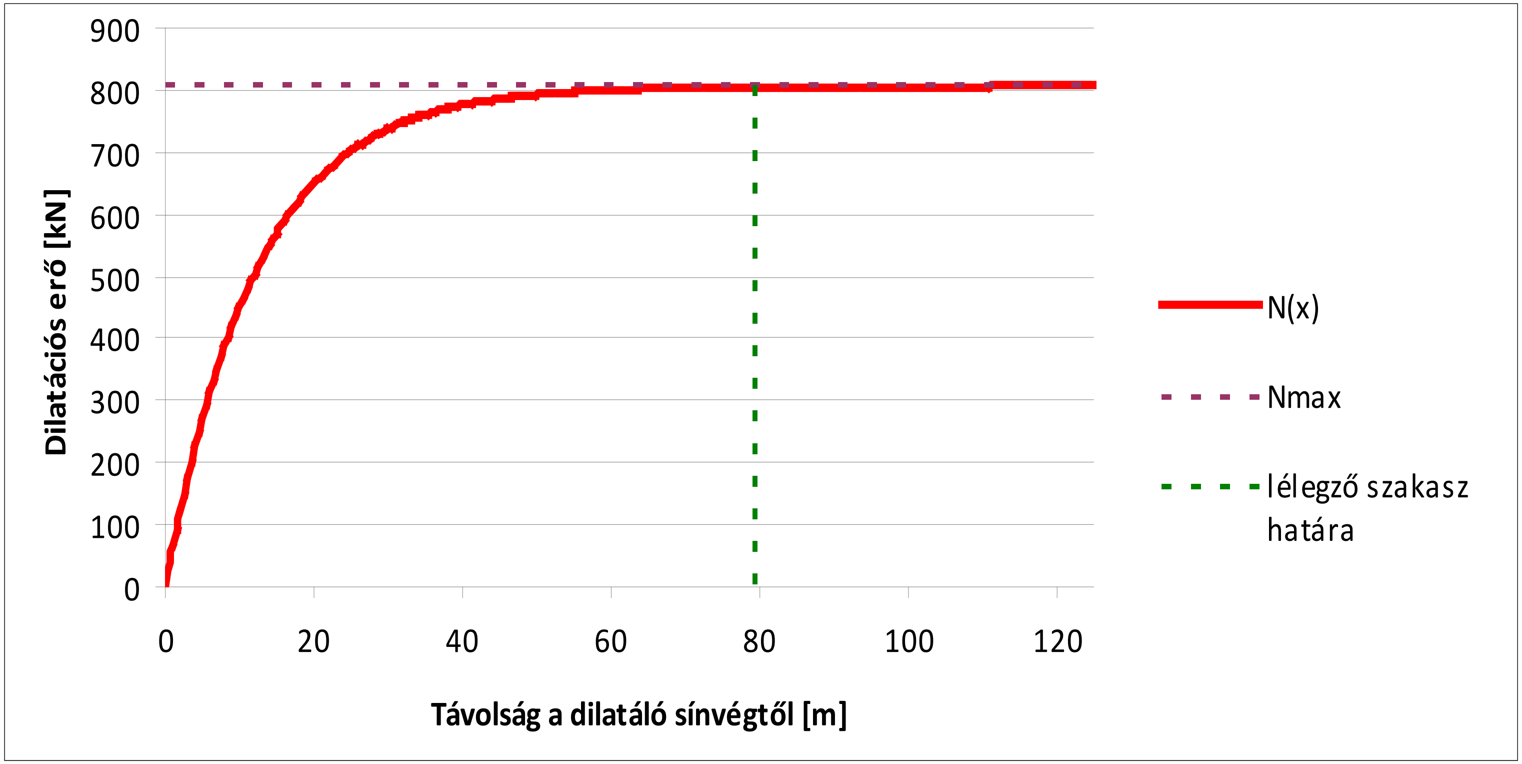


1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA

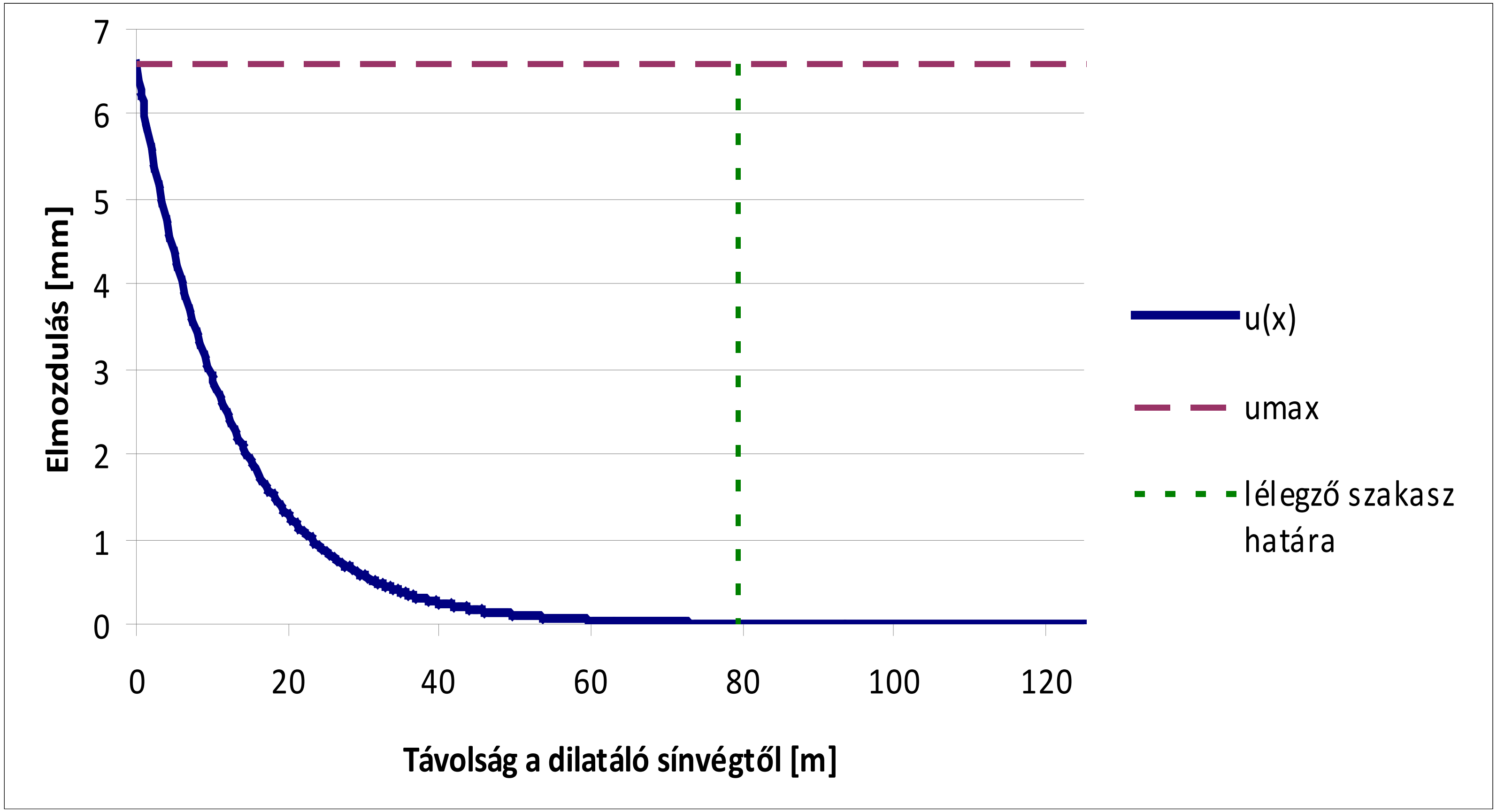


1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA

E	206000	[N/mm^2]
A	7247 (35GPB)	[mm^2]
α	1,2*10^{-5}	[1/°C]
ΔT	45	[°C]
k	10	[kN/mm/m]



1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA



1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA

A vizsgált problémát jellemző differenciálegyenlet az alábbi alakban írható fel:

$$\frac{d^2u}{dx^2} - \frac{k}{EA}u = 0$$

ahol:
k: hosszirányú rugóállandó [kN/m/m],
u: elmozdulás [m],
x: távolság a dilatáló sínvégtől [m],
E: a sínanyag rugalmassági modulusa [kN/m^2],
A: a sín keresztmetszeti területe [m^2].

$$N(x) = \pm EA\alpha\Delta T\left(1 - e^{-\mu x}\right) \qquad \mu = \sqrt{\frac{k}{EA}}$$

$$u(x) = \pm\frac{\alpha\Delta T}{\mu}e^{-\mu x} \qquad u_{max} = u(0) = \pm\frac{\alpha\Delta T}{\mu} = \pm\alpha\Delta T\sqrt{\frac{EA}{k}} \qquad u_{max} = u(0) = \pm c\Delta T\sqrt{\frac{1}{k}}$$

ahol:
α: a sínanyag lineáris hőtágulási együtthatója [1/°C],
ΔT: a sín hőmérsékletének változása [°C]
c: rendszertényező [kN^{0,5}/°C]

1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA

$$c = \sqrt{\alpha^2 \cdot EA}$$

Sínrendszer	c [$kN^{0,5}$/°C]
Vignoles sínek	
49E1	13,662
54E1	14,386
60E1	15,084
Vályús sínek	
51R1	13,933
53R1	14,148
59R1	14,928
60R1	15,132
Tömbsínek	
Ts52	14,182
35GPB	14,662
SA42-13	12,598

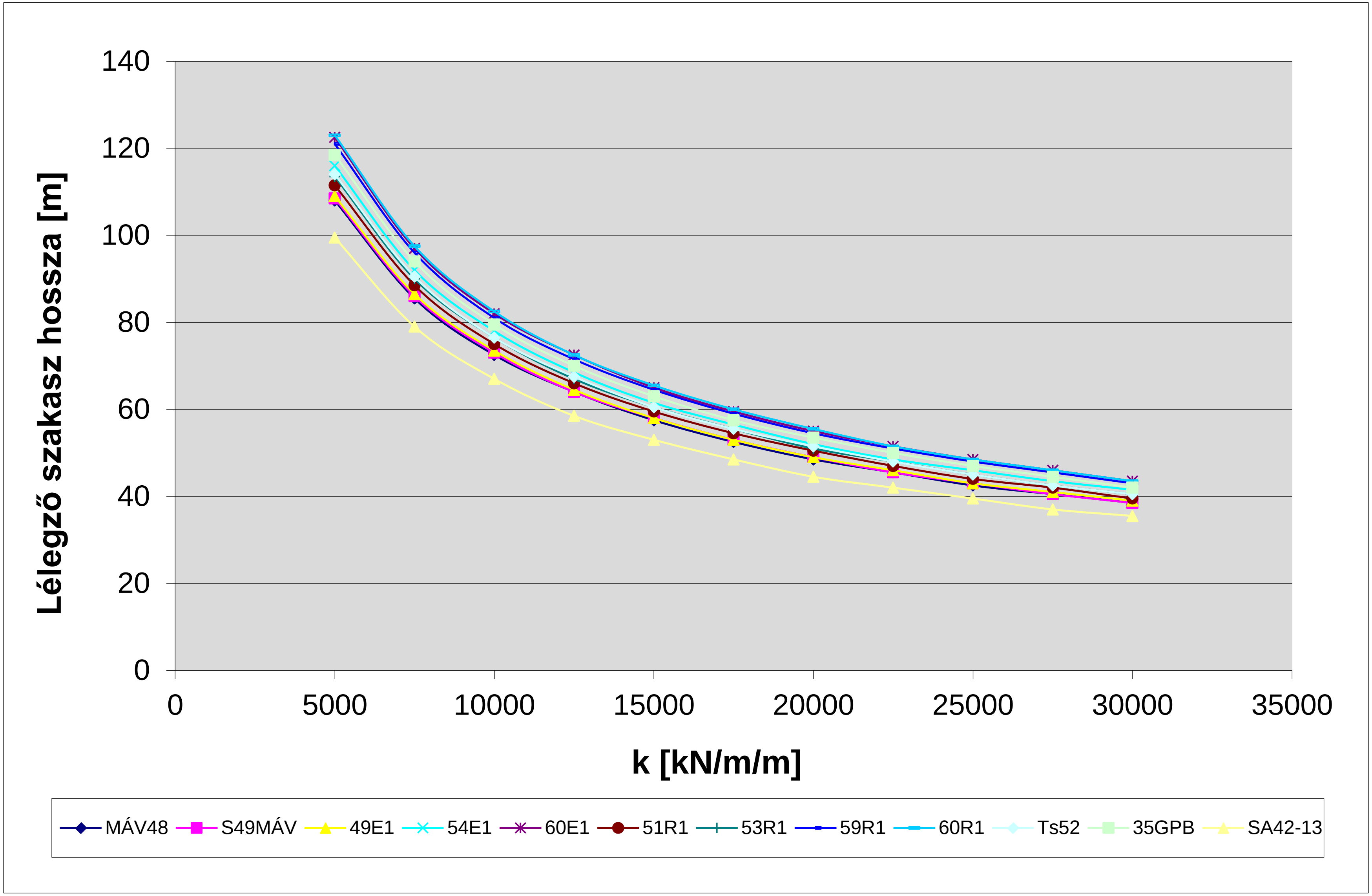
1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA

A lélegző szakasz hossza: $z(k) = ak^{b} \quad [m]$

ahol:
k: hosszirányú rugóállandó [kN/m/m]

Sínrendszer	a	b
Vignoles sínek		
49E1	14738	-0,5759
54E1	15716	-0,5763
60E1	16598	-0,5763
Vályús sínek		
51R1	15201	-0,5767
53R1	15323	-0,5757
59R1	16260	-0,5753
60R1	17039	-0,5787
Tömbsínek		
Ts52	15725	-0,5781
35GPB	16053	-0,5762
SA42-13	13629	-0,5774

1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA



1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA

$$z(k,\Delta T) = z(k)\cdot t(\Delta T) = ak^{b}\cdot t(\Delta T) \quad [m]$$

$$t(\Delta T) = p\cdot\Delta T + q \quad [-]$$

Sínrendszer	p	q
Vignoles sínek		
49E1	0,0030	0,8652
54E1	0,0029	0,8706
60E1	0,0030	0,8672
Vályús sínek		
51R1	0,0030	0,8670
53R1	0,0029	0,8724
59R1	0,0029	0,8715
60R1	0,0031	0,8608
Tömbsínek		
Ts52	0,0029	0,8703
35GPB	0,0029	0,8704
SA42-13	0,0030	0,8680

$$t(\Delta T) \approx 0.0031\cdot\Delta T + 0.8724 \quad [-]$$

1. A DILATÁCIÓS VISELKEDÉS VIZSGÁLATA

$$u_{\max} = 7{,}5mm$$

$$u_{\max} = \pm c\Delta T\sqrt{\frac{1}{k_{\min}}}$$

$$k_{\min} = \left(\pm\frac{c\Delta T}{u_{\max}}\right)^2 = \Delta T^2\left(\pm\frac{c}{u_{\max}}\right)^2$$

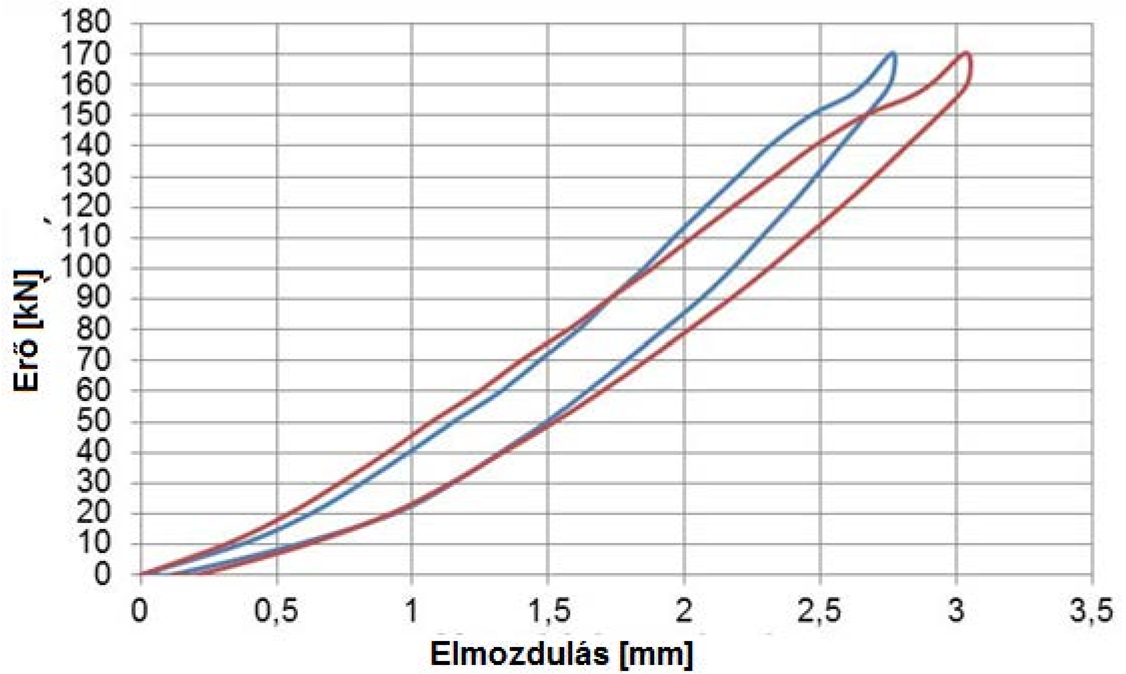
$$f = \left(\pm\frac{c}{u_{\max}}\right)^2$$

$$\mathrm{k}_{\min} = \Delta \mathrm{T}^2 \mathrm{f}$$

$$\Delta \mathrm{T}_{\max} = \sqrt{\frac{\mathrm{k}}{\mathrm{f}}}$$

Sínrendszer	**f [kN/°C²/m²]**
Vignoles sínek	
49E1	3,3182
54E1	3,6792
60E1	4,0449
Vályús sínek	
51R1	3,4512
53R1	3,5585
59R1	3,9617
60R1	4,0707
Tömbsínek	
Ts52	3,5756
35GPB	3,8218
SA42-13	2,8215

2. FÜGGŐLEGES SÍKÚ STABILITÁSVIZSGÁLAT



2. FÜGGŐLEGES SÍKÚ STABILITÁSVIZSGÁLAT

$$P_{krit,közelítő} = 2 \cdot \sqrt{EI_x \cdot K_{up}} \; [kN]$$

ahol:
E: a sín rugalmassági modulusa [kN.m^{-2}]
I_x: a sínszál vízszintes tengelyre vett inerciája [m^4]
K_{up}: kiszakítással szembeni rugóállandó [kN/m/m]

$$P_{krit,közelítő} = c_p \cdot \sqrt{K_{up}}$$

Sínrendszer	**c_p [m*kN^{0,5}]**
Vignoles sínek	
60E1	5003,558
54E1	4389,111
49E1	3868,312
Vályús sínek	
51Ri1	3258,664
53Ri1	3305,486
59Ri2	5143,476
60Ri1	5256,225
Tömbsínek	
SA42	1562,006
35GPB	1932,025
TS52	1468,191

2. FÜGGŐLEGES SÍKÚ STABILITÁSVIZSGÁLAT

$$\Delta\pi = \frac{EI_x}{2}\int_0^a \left(\frac{d^2x}{dz^2}\right)^2 dz + \int_0^a\int_0^x p(x)\,dx\,dz - P\Delta a$$

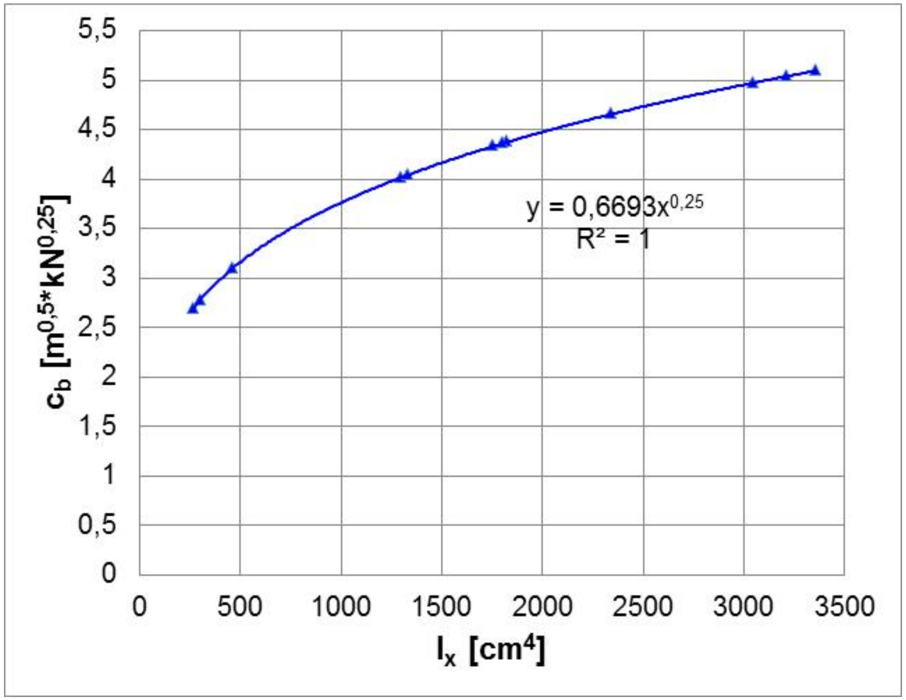
ahol:
E: a sín rugalmassági modulusa [$kN.m^{-2}$]
I_x: a sínszál vízszintes tengelyre vett inerciája [m^4]
x: függőleges elmozdulás [m]
z: a sín tengelye mentén értelmezett távolság [m]
p(x): rugóállandó [kN/m]
P: nyomóerő [kN]

$$x(z) = f \cdot \sin\left(\frac{\pi}{a} \cdot z\right) \quad [m]$$

ahol:
f: hiba amplitúdó [m]
a: kihajlási félhullámhossz [m]

2. FÜGGŐLEGES SÍKÚ STABILITÁSVIZSGÁLAT

$$a = \pi \cdot \sqrt[4]{\frac{EI_x}{K_{up}}} = c_b \cdot \sqrt[4]{\frac{1}{K_{up}}} \; [m]$$



$$c_b = 0{,}6693 \cdot \sqrt[4]{I_x} \quad \left[m^{0{,}5} \cdot kN^{0{,}25}\right]$$

Sínrendszer	c_b [$m^{0,5}$ *$kN^{0,25}$]
Vignoles sínek	
60E1	4,969061
54E1	4,653966
49E1	4,369137
Vályús sínek	
51Ri1	4,010095
53Ri1	4,038802
59Ri2	5,038059
60Ri1	5,092978
Tömbsínek	
SA42	2,776363
35GPB	3,087744
TS52	2,691697

2. FÜGGŐLEGES SÍKÚ STABILITÁSVIZSGÁLAT

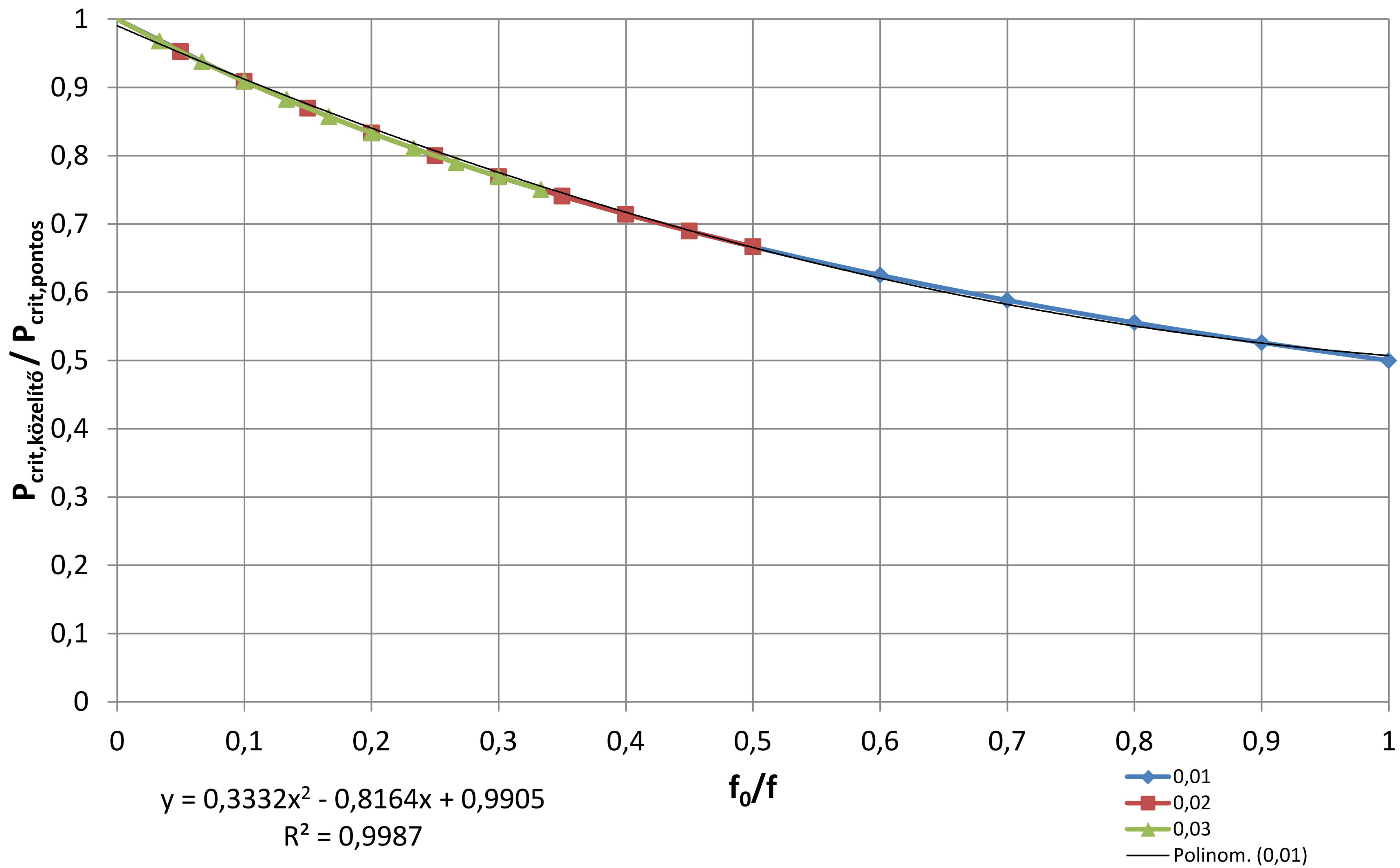
$$x_0(z) = f_0 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{a} \cdot z\right) \quad [\mathrm{m}]$$

$$\frac{1}{R_{vert}} = -x_0''(z) = \left(\frac{\pi}{a}\right)^2 \cdot f_0 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{a} \cdot z\right) \quad \left[\frac{1}{\mathrm{m}}\right]$$

ahol: R_{vert}: függőleges lekerekítőív sugara [m]

$$f_0 = \frac{a^2}{\pi^2 \cdot R_v} \quad [\mathrm{m}]$$

2. FÜGGŐLEGES SÍKÚ STABILITÁSVIZSGÁLAT



2. FÜGGŐLEGES SÍKÚ STABILITÁSVIZSGÁLAT

$$P_{krit} = k_{\varphi} \cdot c_p \cdot \sqrt{K_{up}} \quad [kN]$$

$$\frac{\mathrm{P_{krit,pontos}}}{\mathrm{P_{krit,közelítő}}} = \mathrm{k_{\varphi}}$$

$$k_{\varphi} = 0{,}3332 \cdot \varphi^2 - 0{,}8164 \cdot \varphi + 0{,}9905$$

$$\frac{f_0}{f} = \varphi$$

Ahol:
f_o: kezdeti hiba amplitúdó [m]
f: megegengedhető hibanagyság [m]

KÖSZÖNÖM MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!

majorz@sze.hu