

**Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar**



Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet

<http://gevi.emk.nyme.hu>

**Eszközfejlesztések
az erdészeti utak
állapotértékeléséhez**

**Erdészeti utak
hátralévő élettartamának
meghatározása**

Dr. Markó Gergely PhD
egyetemi docens
gmarko@emk.nyme.hu
<http://markogergely.hu>

Primusz Péter
intézeti munkatárs
primuszp@emk.nyme.hu
<http://primuszpeter.blogspot.com>

Eszközfejlesztések

**Keresztirányú
egyenetlenség
mérése**

**Pályaszerkezet
teherbírásának
mérése**

Keresztirányú
Egyenetlenség
Letapogató
Eszköz

Advanced
Benkelman
Beam
Apparatus



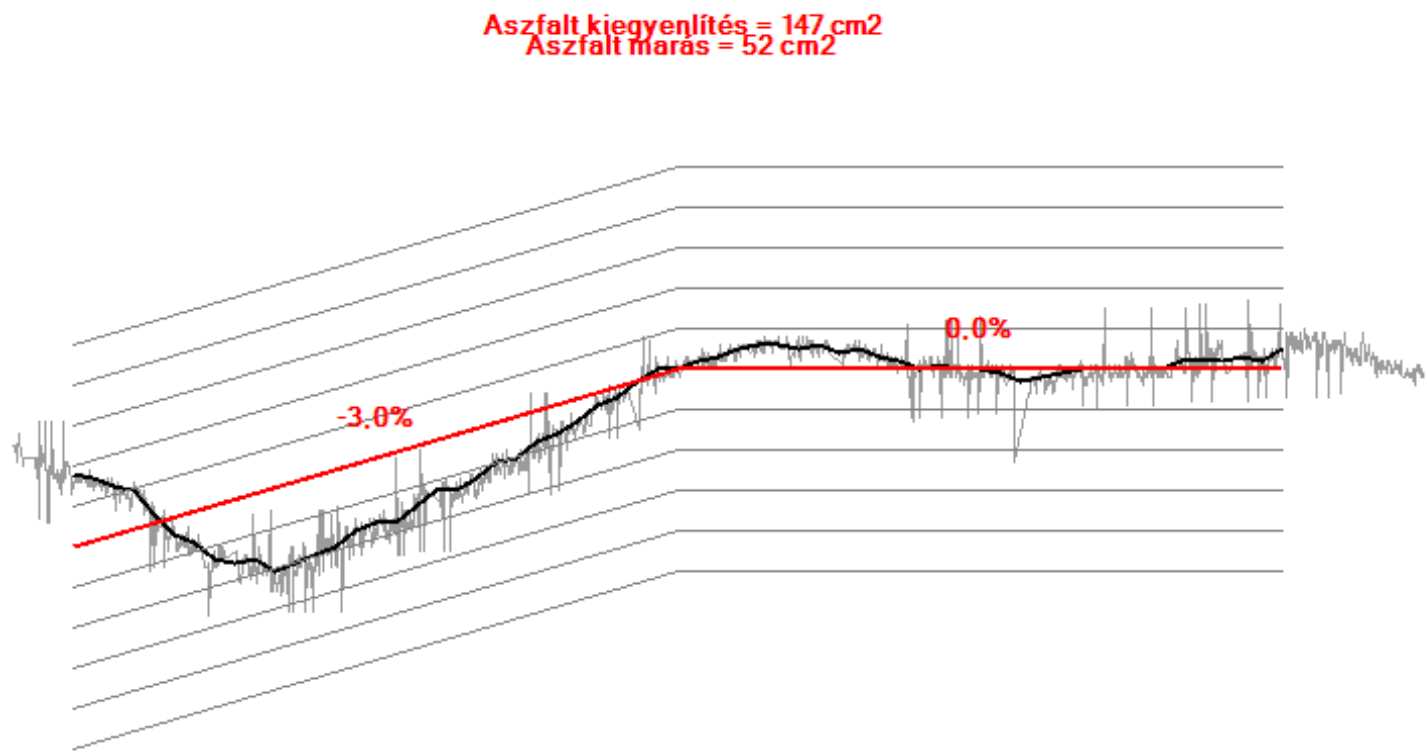


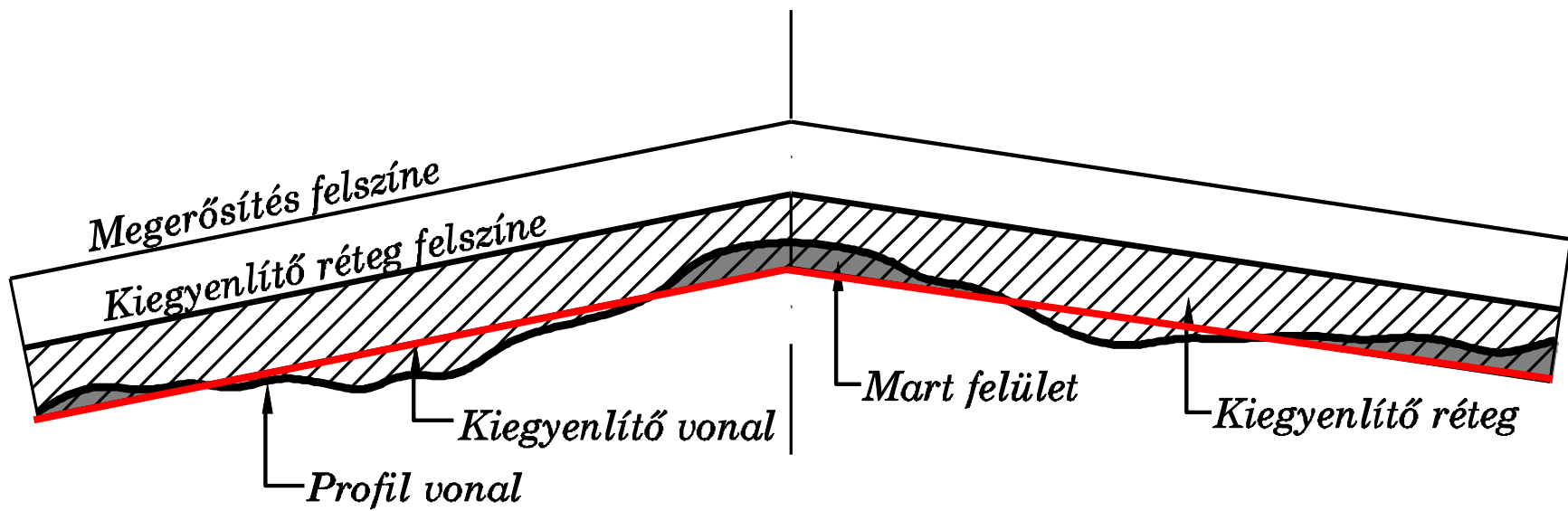
! VIDEÓ !





Technológiai hossz-szelvény Keresztszelvények





Eszközfejlesztések

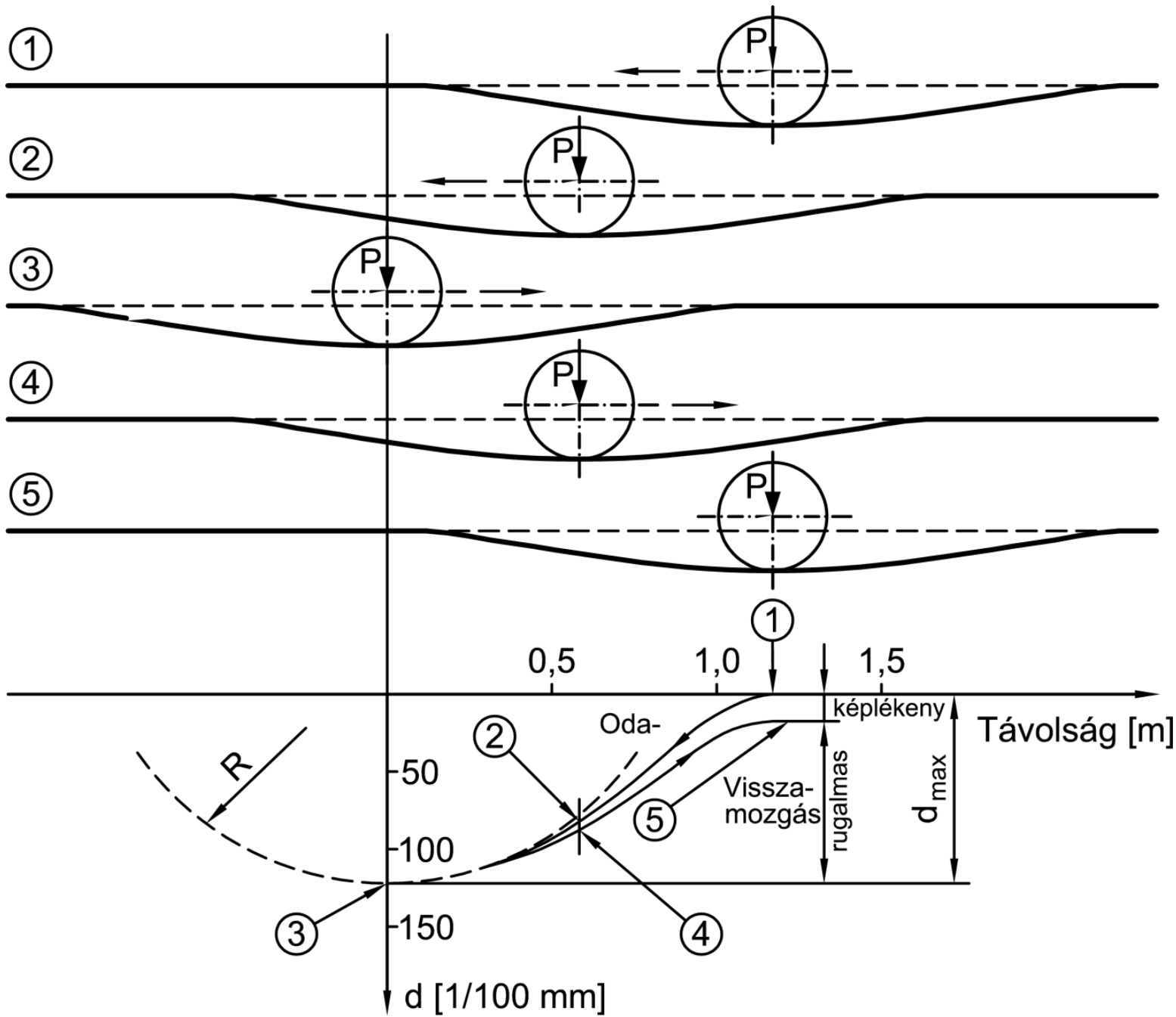
**Keresztirányú
egyenetlenség
mérése**

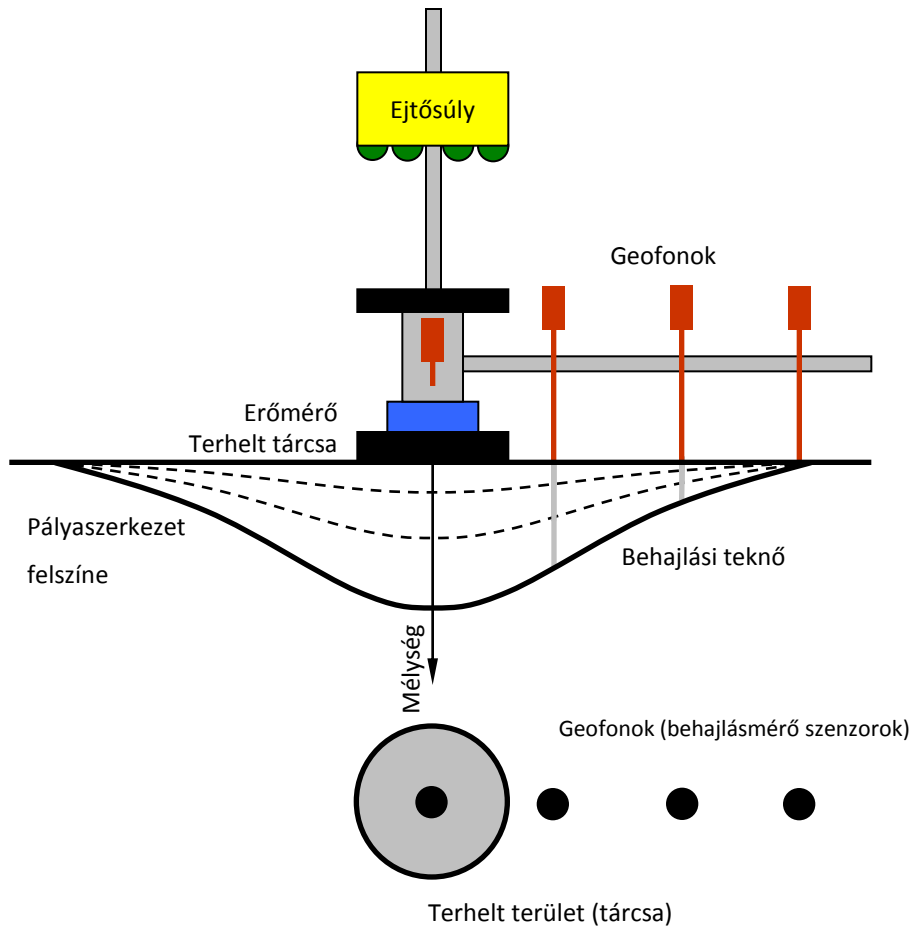
**Pályaszerkezet
teherbírásának
mérése**

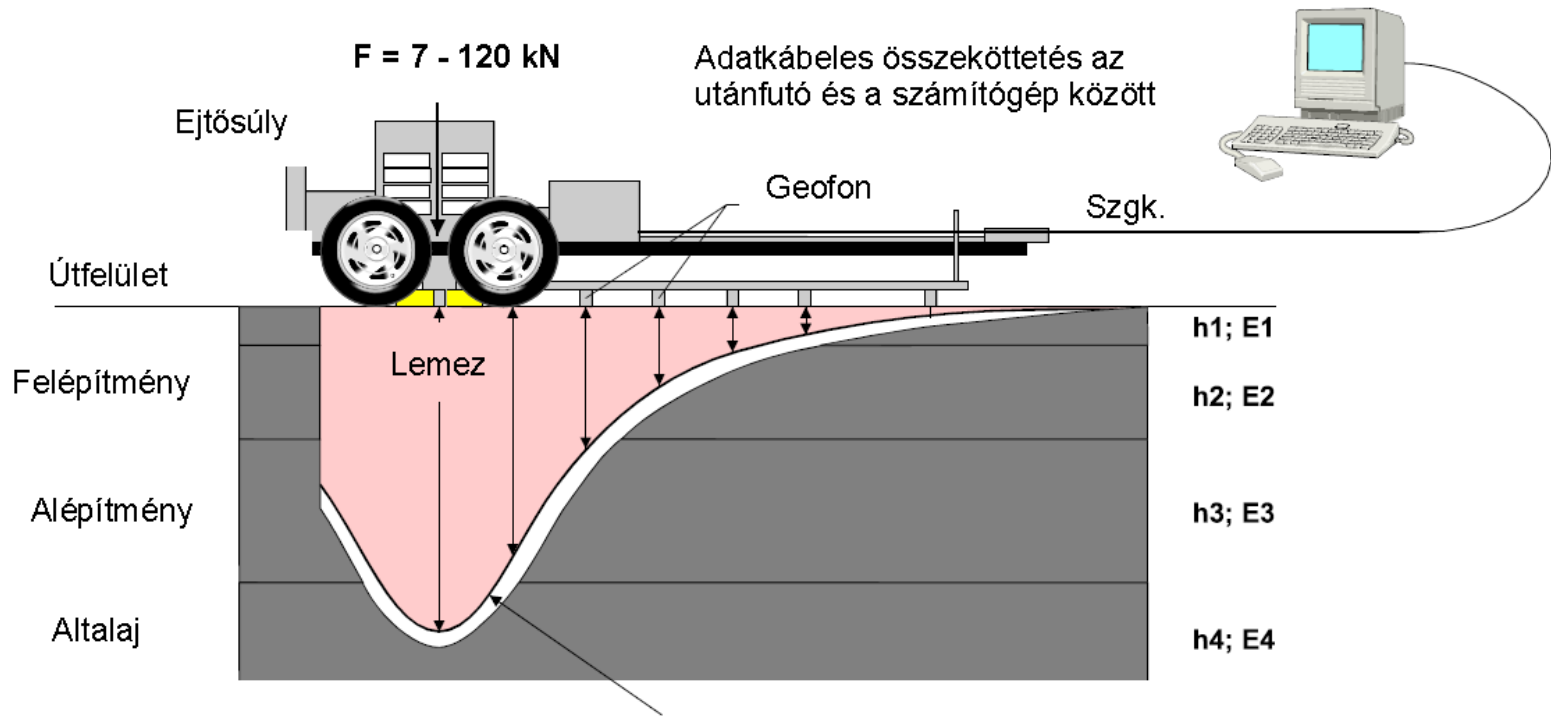
Keresztirányú
Egyenetlenség
Letapogató
Eszköz

Advanced
Benkelman
Beam
Apparatus

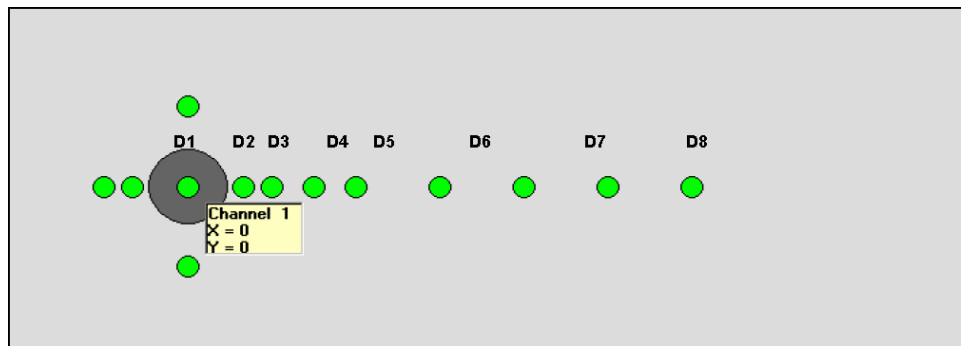








Behajlási görbe



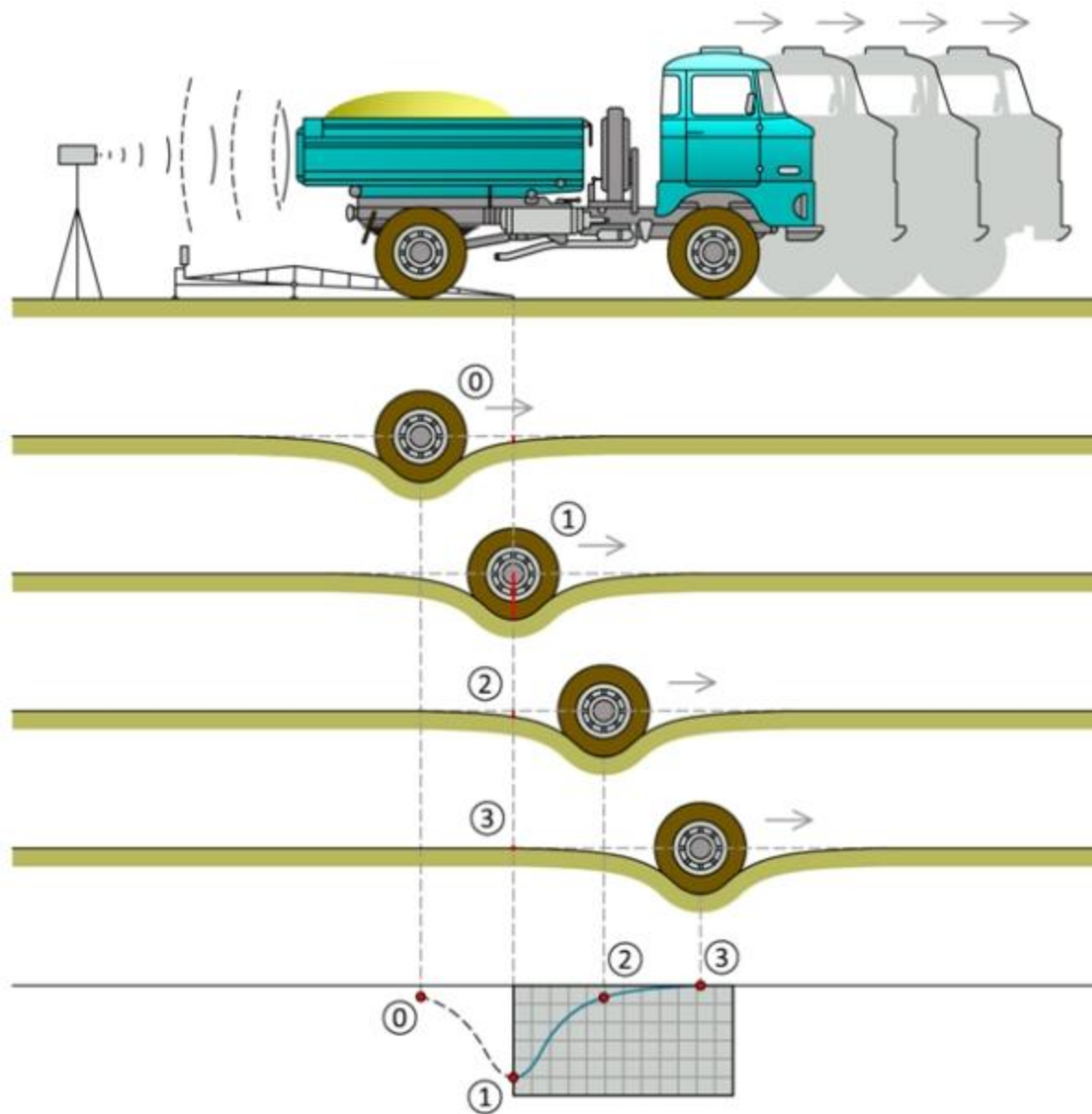
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
X=0 Y=0 tárcsa- közép	X=300 Y=0	X=600 Y=0	X=900 Y=0	X=1200 Y=0	X=1500 Y=0	X=1800 Y=0	X=2100 Y=0	X=2400 Y=0

! VIDEÓ !



Személyzet	4 fő
Igénybevétel	statikus
Teljesítmény	~15 km/nap
Mért paraméter	központi behajlás
Adatrögzítés	manuális
Ismételhetőség	kielégítő
Mérési pontok	mindkét keréknyomban
Költségigény	alacsony

2 fő
dinamikus
~15 km/nap
<u>teljes behajlási teknő</u>
automatikus
kitűnő
egy keréknyomban
magas



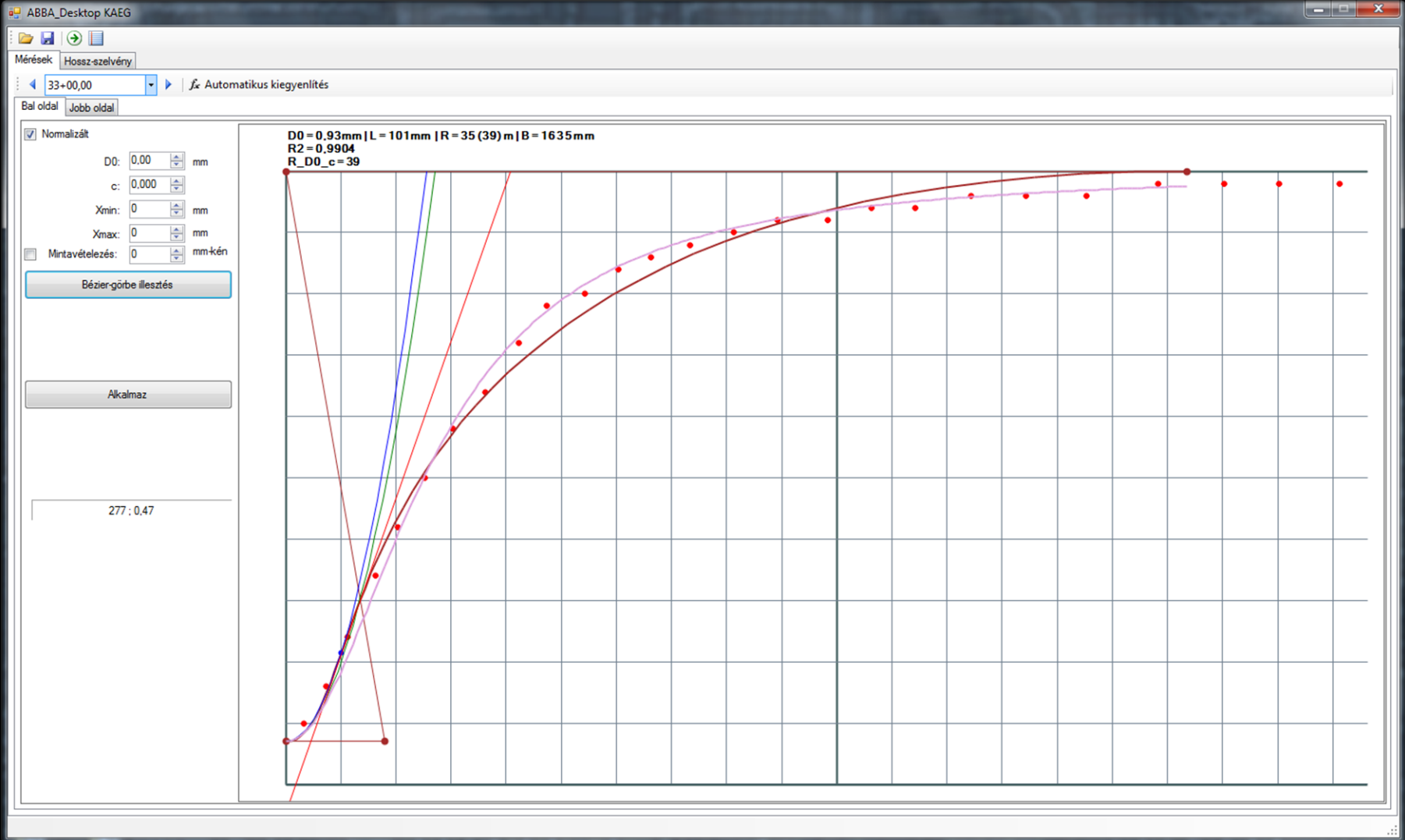


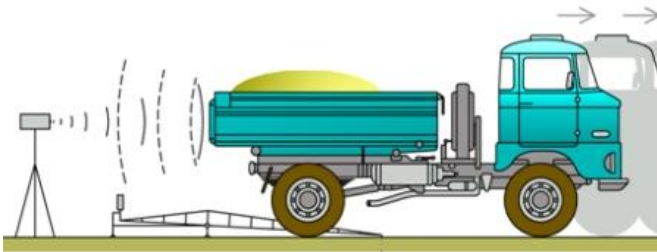






! VIDEÓ !

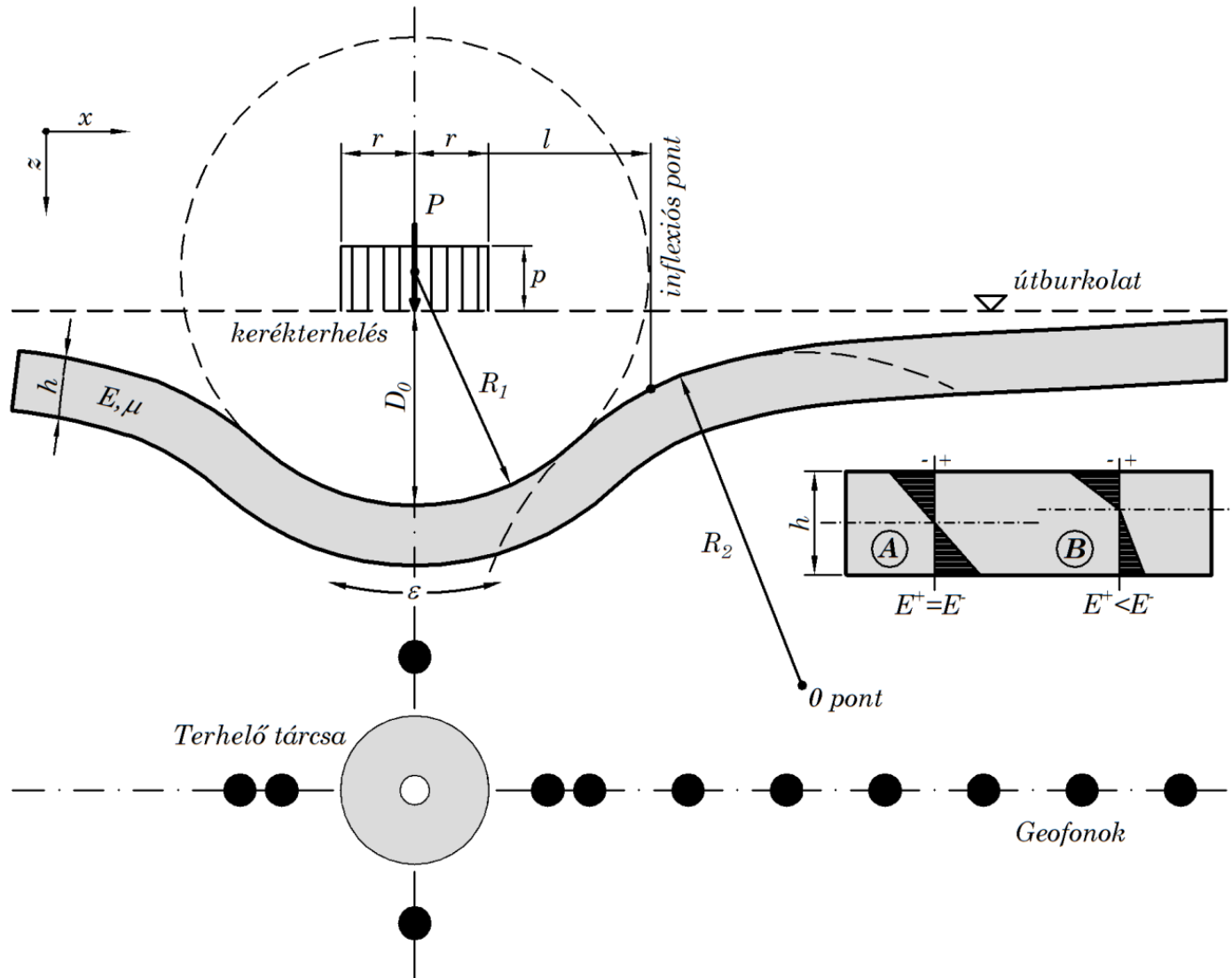




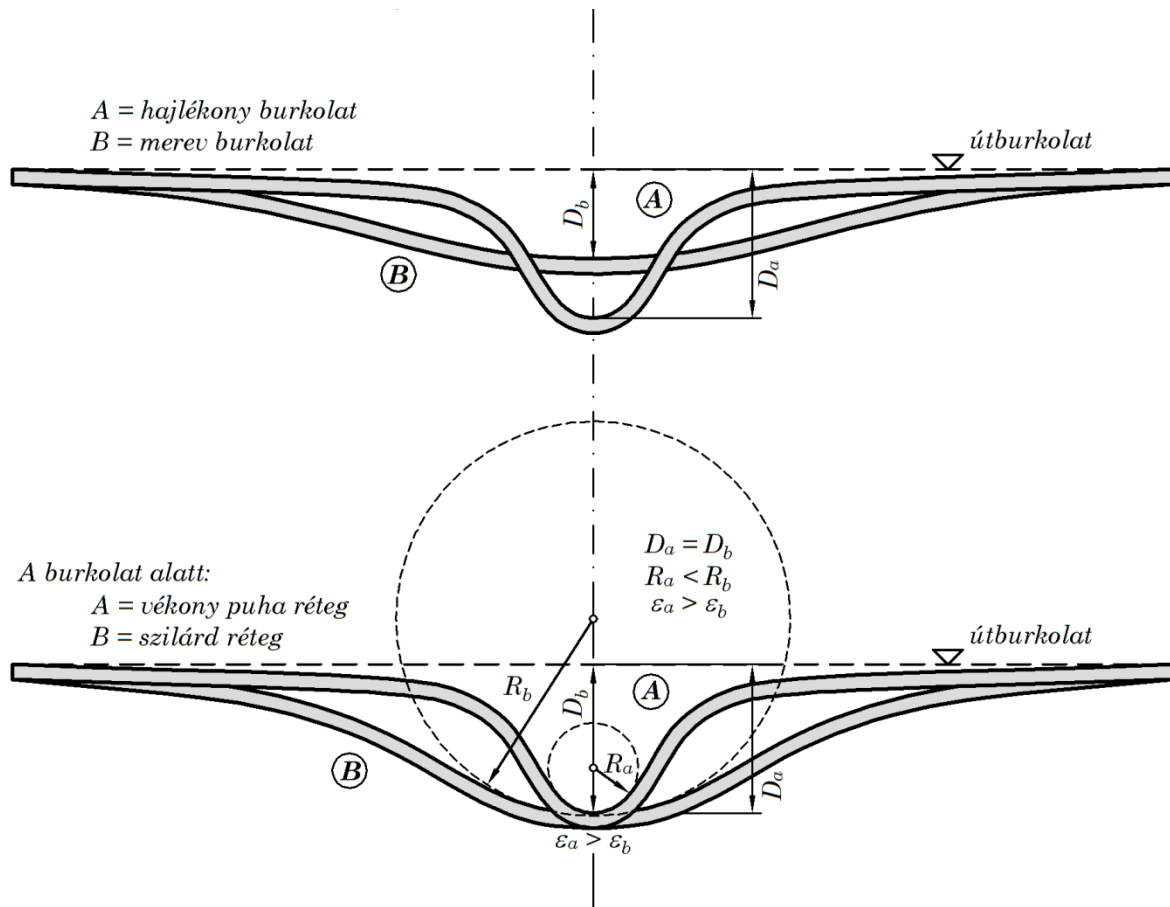
Személyzet	4 fő
Igénybevétel	statikus
Teljesítmény	~15 km/nap
Mért paraméter	központi behajlás teljes behajlási teknő
Adatrögzítés	manuális automatikus
Ismételhetőség	kielégítő
Mérési pontok	mindkét keréknyomban
Költségigény	alacsony

2 fő
dinamikus
~15 km/nap
teljes behajlási teknő
automatikus
kitűnő
egy keréknyomban
magas

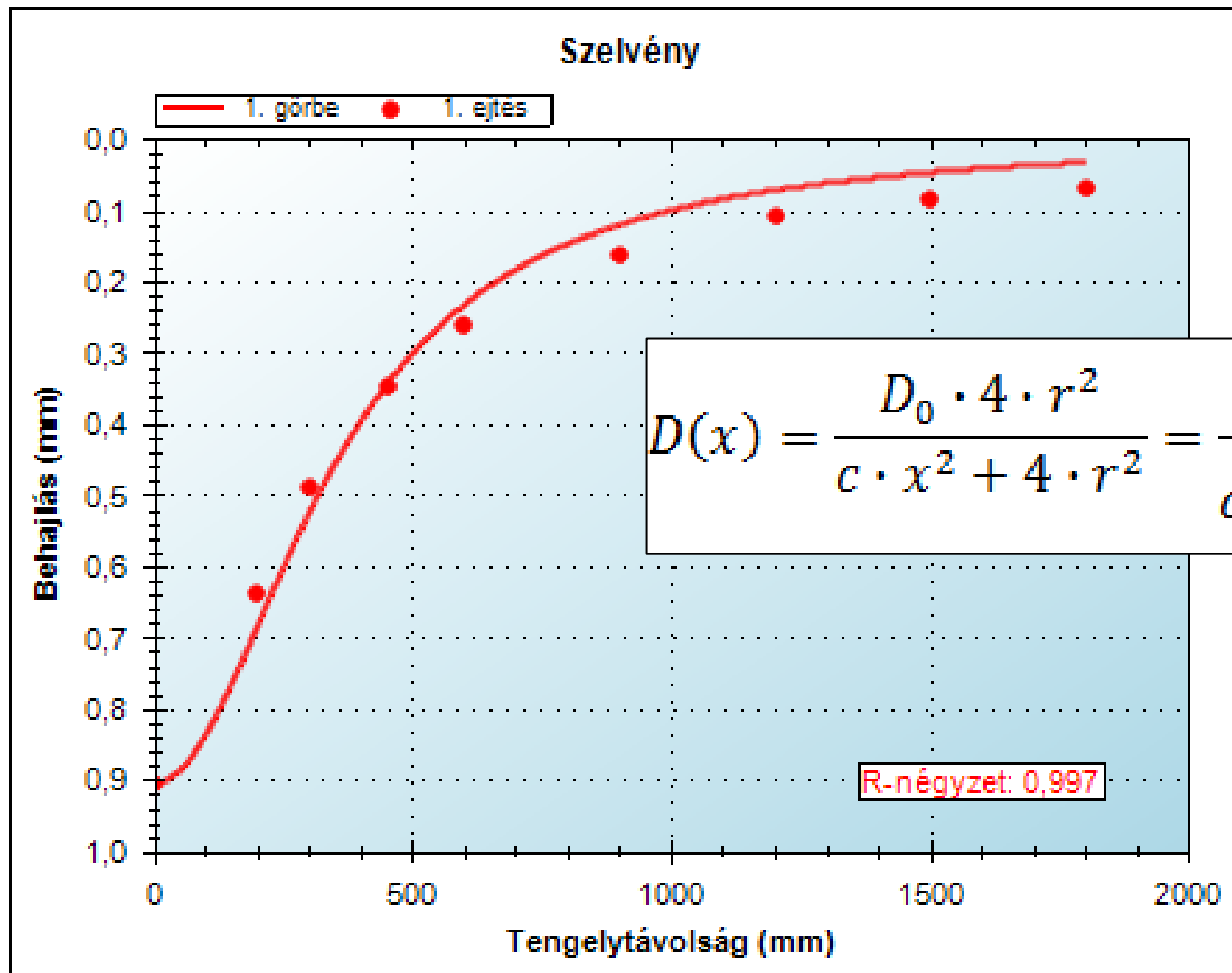
A behajlási teknő alakja



A behajlási teknő alakja

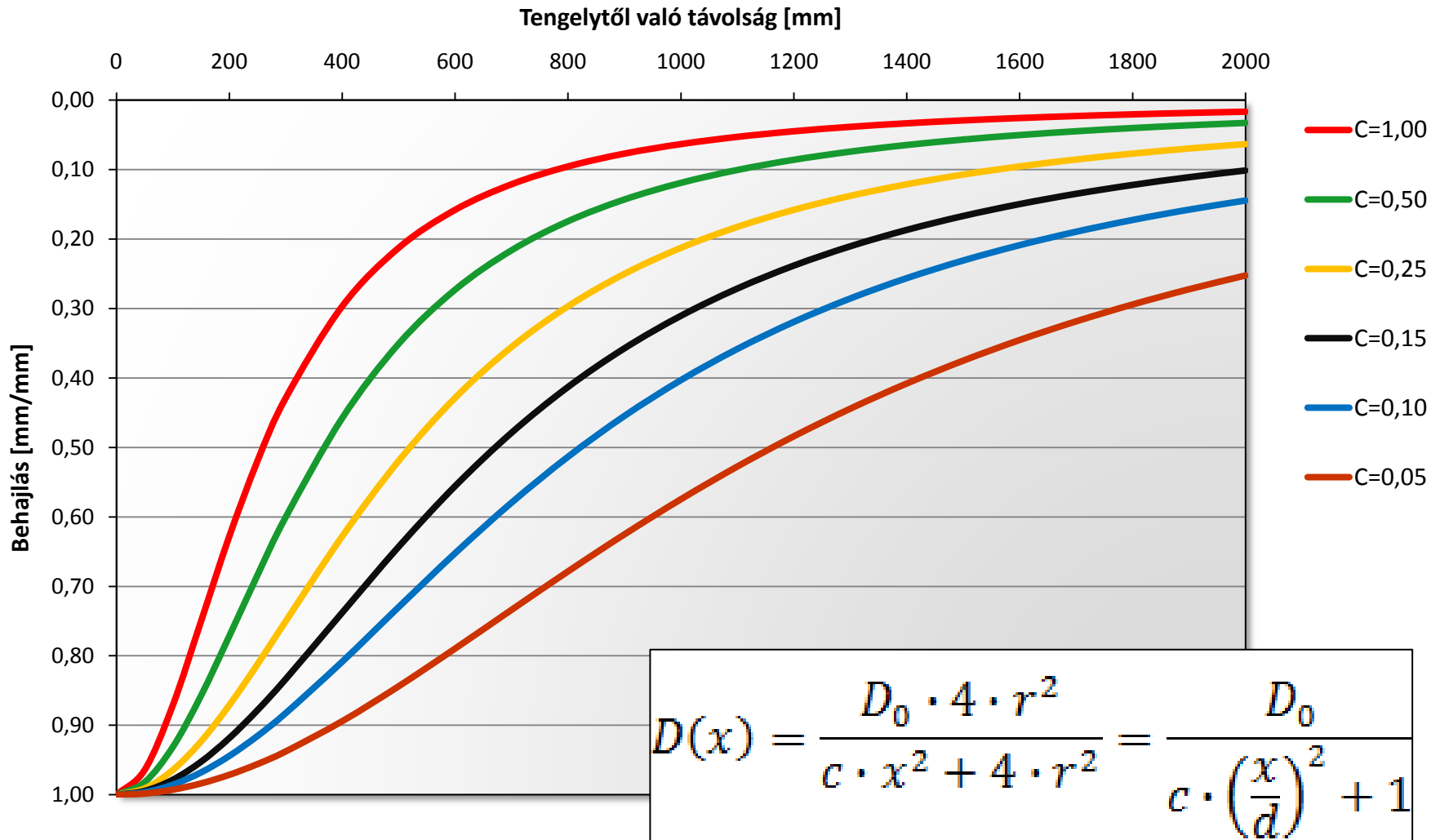


A behajlási teknő alakja

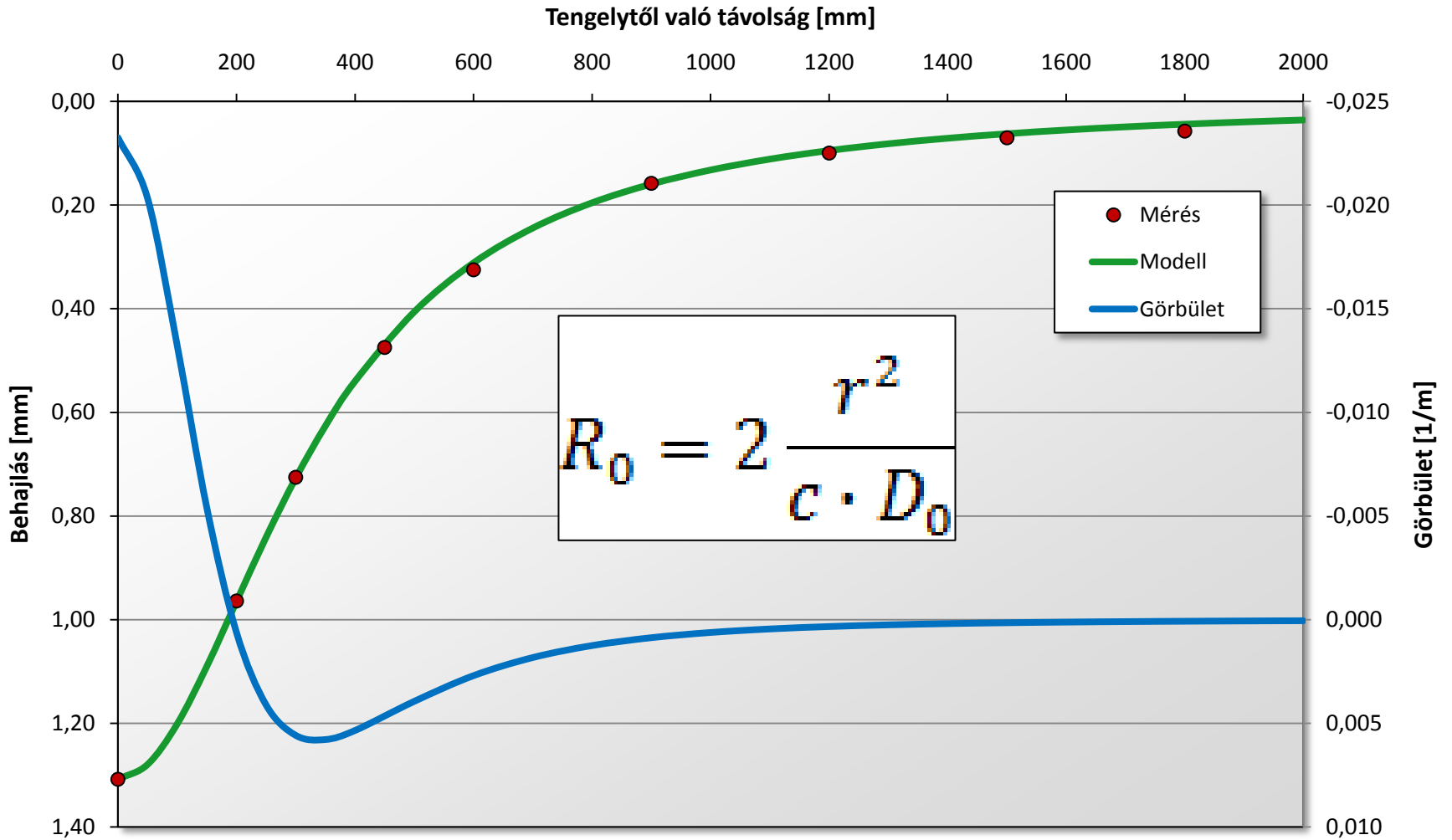


$$D(x) = \frac{D_0 \cdot 4 \cdot r^2}{c \cdot x^2 + 4 \cdot r^2} = \frac{D_0}{c \cdot \left(\frac{x}{d}\right)^2 + 1}$$

Az alaktényező értelmezése



A görbület és a görbületi sugár



Mikor mondjuk egy útra, hogy tönkrement?



A hátralévő élettartam számítása az AASHO nagyminta kísérlet összefüggéseivel

*American Association of State
Highway Officials (AASHO)
Amerikai Állami Útépitő
Hivatalok Szövetsége*

Építés

1956 Aug. – 1958 Szept.

Műforgalom

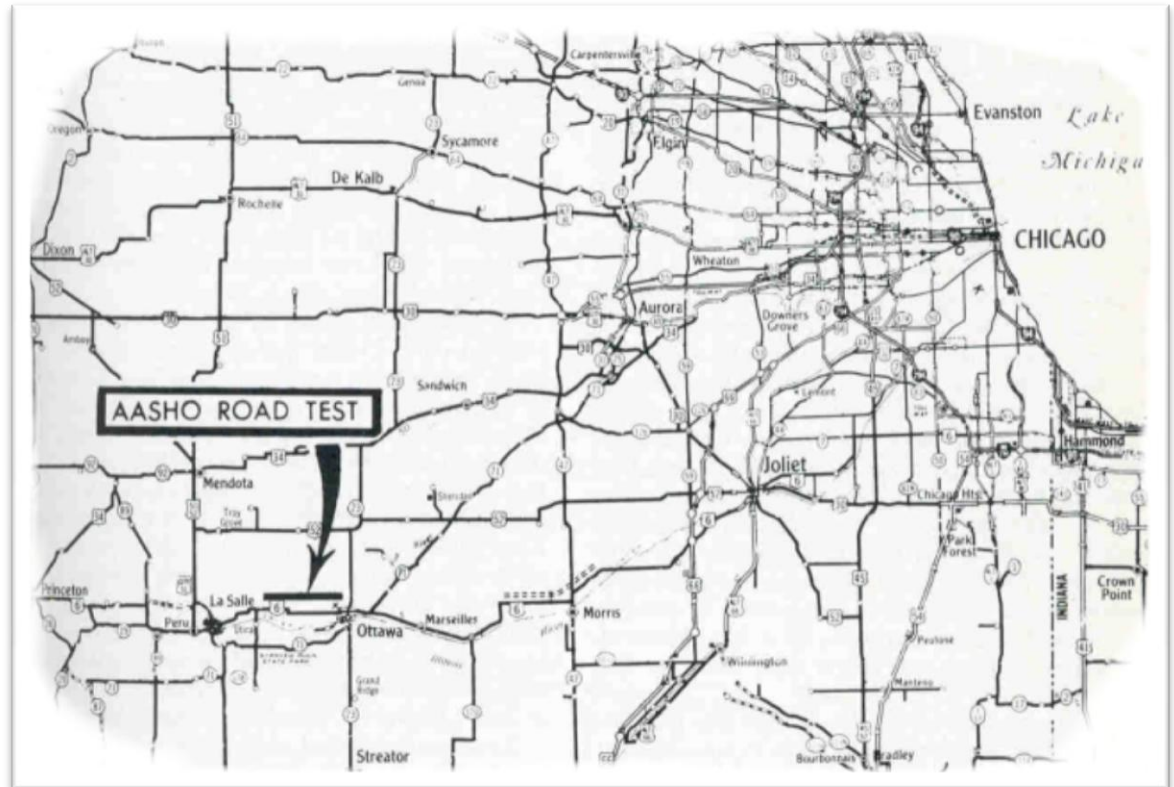
1958 Okt. – 1960 Nov.

Feldolgozás

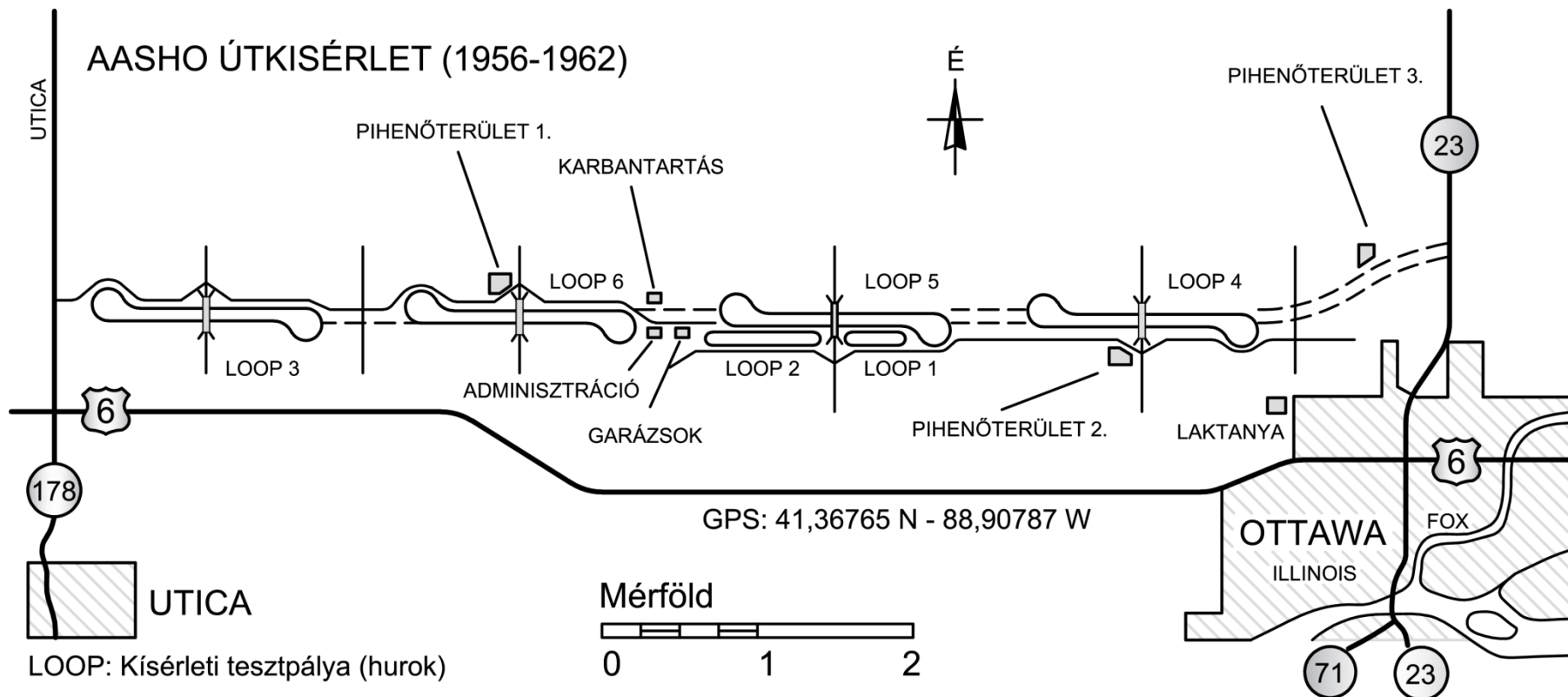
1961 tavasza, nyáreleje

Költség

800 millió \$ volt akkor!



A hátralévő élettartam számítása az AASHO nagyminta kísérlet összefüggéseivel



A hátralévő élettartam számítása az AASHO nagyminta kísérlet összefüggéseivel

Az útburkolat hátralévő élettartama (a megengedhető forgalom) az AASHO útkísérlet következő végképletének felhasználásával számítható:

$$F_{100}^{eng} = 10^{(5,271 - 4,55 \cdot \lg(S_m))} \quad (5)$$

F_{100}^{eng} : A burkolat tönkremenetelig megengedhető forgalom, (100 kN egység tengely áthaladás).

S_m : A vizsgált szakasz mértékadó behajlása, (mm).

A homogén szakaszok mértékadó behajlása az alábbi képlettel számítható:

$$S_m = \bar{S} + c \cdot \sigma \quad (6)$$

S_m : A vizsgált szakasz mértékadó behajlása, (mm).

\bar{S} : A vizsgált szakaszon mért behajlások átlaga, (mm).

c : Megbízhatósági szorzó, javasolt értéke 1,6–2,0 közötti.

σ : A vizsgált szakaszon mért behajlások szórása, (mm).

A minimális görbületi sugár számítása

A behajlási teknő alakját leíró függvényt az $x = 0$ helyen érintő körív sugara zárt alakban számítható, a képlet az alábbi:

$$R_0 = 2 \frac{r^2}{c \cdot D_0} \quad (2)$$

R_0 : Görbületi sugár, (mm).

D_0 : A terhelés helyén mért maximális behajlás, (mm).

r : Az idealizált, kör alakú terhelési felület sugara, (mm).
Értékét jellemzően 150 mm-re vesszük fel.

A minimális görbületi sugár a központi behajlás mellett egy, a burkolat alakváltozását könnyen értelmezhető módon leíró érték. Belátható, hogy ha a burkolatot az ismétlődő terhelések kis sugarú ív mentén hajlítják meg, akkor az hamarabb tönkremegy (fáradás).

Az aszfalt alsó szál megnyúlásának számítása a görbületi sugár segítségével

A minimális görbületi sugár és az aszfalt rétegek vastagságának ismeretében számíthatóvá válik az aszfalt réteg alsó szálának megnyúlása:

$$\varepsilon = \frac{H}{2 \cdot R} \quad (3)$$

ε : Aszfalt rétegek alsó szálának megnyúlása, (m/m).

H : Kött rétegek vastagsága, (m).

R : Görbületi sugár, (m).

A megnyúlást általában μstrain -ben ($\mu\text{m}/\text{m}$) adjuk meg, ehhez a (m/m) dimenzióban kapott értéket 10^6 -al meg kell szorozni.

A megnyúlás az aszfalt pályaszerkezeti rétegek fáradási tönkremenetelének egyik fontos paramétere, a burkolatok hátralévő élettartamának számításához nélkülözhetetlen.

A hátralévő élettartam számítása az aszfalt megnyúlás segítségével

A megengedett megnyúlás általános összefüggése:

$$\varepsilon = \frac{K_1}{N^{(1/K_2)}} \quad (7)$$

ε : Megengedett megnyúlás, (μ strain).

N : Teherisméltési szám, (db).

K_1 : Anyagállandó, aszfaltoknál 1600 értékkel vehető figyelembe.

K_2 : Anyagállandó, aszfaltoknál 5,62 értékkel vehető figyelembe.

A hátralévő élettartam számítása az aszfalt megnyúlás segítségével

(7) átrendezésével, ε helyére a számított megnyúlást helyettesítve a megengedett teherisméltés számítható:

$$N = \left(\frac{K_1}{\varepsilon} \right)^{K_2} \quad (8)$$

A fenti összefüggés csupán laboratóriumi terhelési körülmények között tekinthető érvényesnek. Ismert a terhelési szünetekben az aszfalt rétegek „öngyógyuló” jelensége, ezért a kutatók a valós forgalmi terhelésre történő átszámításnál különböző szorzótényezők (shift faktor) alkalmazását javasolják. (Tóth, 2008) nyomán erdészeti utak esetében is javasoljuk a $v = 10$ érték használatát. A laboratóriumi és „üzemi” körülmények közötti eltérést figyelembe vevő tényező alkalmazásával a megengedett forgalom az alábbi:

$$F_{100}^{eng} = v \cdot \left(\frac{K_1}{\varepsilon} \right)^{K_2} \quad (9)$$

- F_{100}^{eng} : Megengedett forgalom, (100 kN egységtengely áthaladás).
- v : Eltolási tényező, javasolt értéke 10.
- ε : Számított megnyúlás, (μ strain).
- K_1 : Anyagállandó, aszfaltoknál 1600 értékkel vehető figyelembe.
- K_2 : Anyagállandó, aszfaltoknál 5,62 értékkel vehető figyelembe.

A KAEG Zrt. Hármastarjáni feltáróútja



A homogén szakaszok állapotjelző paramétereit

Homogén szakaszok határszelvénye	Központi behajlás	Görbületi sugár	Aszfalt megnyúlás	Modulusok	
				Kötött burkolati rétegek	Nem kötött burkolat + földmű
(hm)	D_o (mm)	R (m)	ε (μ strain)	E_k (Mpa)	E_{nk} (Mpa)
0+00					
2+25	1,25	98	306	3620	84
11+25	1,85	61	492	2390	64
21+75	1,29	99	303	3660	99
28+25	1,26	64	469	1990	94
31+75	0,89	107	280	3490	106
39+00	1,1	72	417	2560	116

A homogén szakaszok hátralévő élettartama

Homogén szakaszok határ-szelvénye	D_0 alapján	ε alapján	Kamaz tehergépkocsi		MAN szerelvény	
			D_0 alapján	ε alapján	D_0 alapján	ε alapján
(hm)	(Egységtengely áthaladás)		(m ³)			
0+00						
2+25	67 618	105 210	1 352 351	2 104 209	338 088	526 052
11+25	11 360	7 397	227 195	147 935	56 799	36 984
21+75	58 589	111 365	1 171 782	2 227 306	292 945	556 827
28+25	65 210	9 678	1 304 199	193 567	326 050	48 392
31+75	317 158	172 085	6 343 157	3 441 692	1 585 789	860 423
	120 966	18 718	2 419 320	374 356	604 830	93 589
39+00						

Köszönöm a megtisztelő figyelmet !



Dr. Markó Gergely PhD
egyetemi docens
gmarko@emk.nyme.hu
<http://markogergely.hu>

Primusz Péter
intézeti munkatárs
primuszp@emk.nyme.hu
<http://primuszpeter.blogspot.com>