

A fogaskerekű „érdekes” siklásai



Vasúti
Üzemeltetési
Igazgatóság

Villamos
Üzemigazgatóság

Villamos
Járműműszaki
Főmérnökség

II. Vontatási
Szakszolgálat

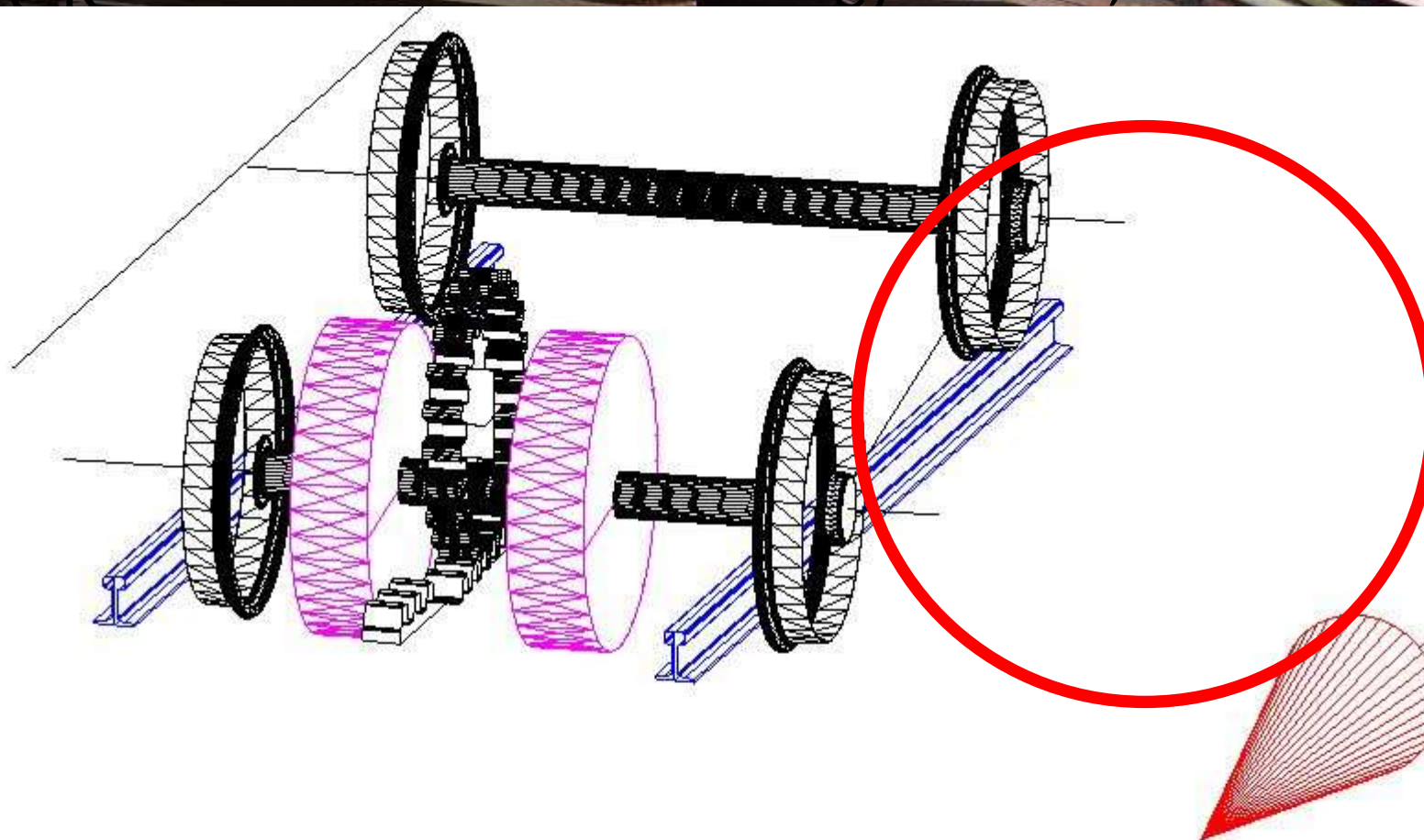
Rózsahegyi Károly
Szakszolgálat-
vezető



Előzmények

• 2018 – 2019 során négy kisiklás, oka: ?

• 2018.03.22 - 23



63

MENETIRANY

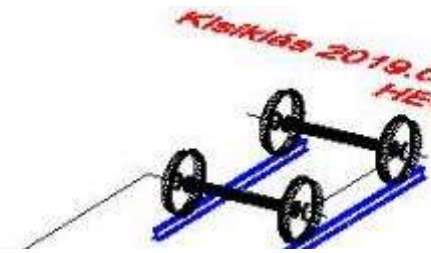
Előzmények

- 2018 – 2019 során négy kisiklás, oka: ?

• 2018.03.22 - 23

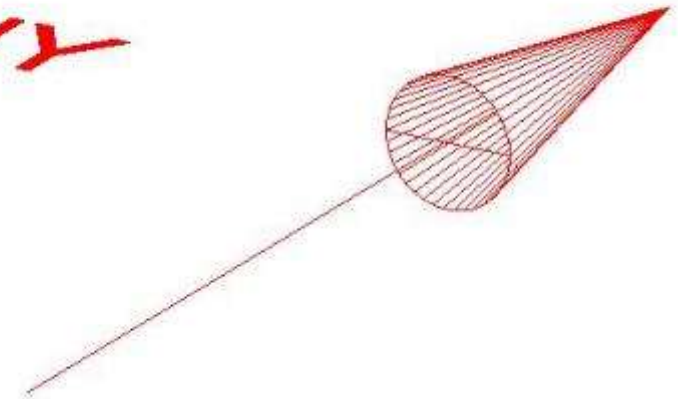
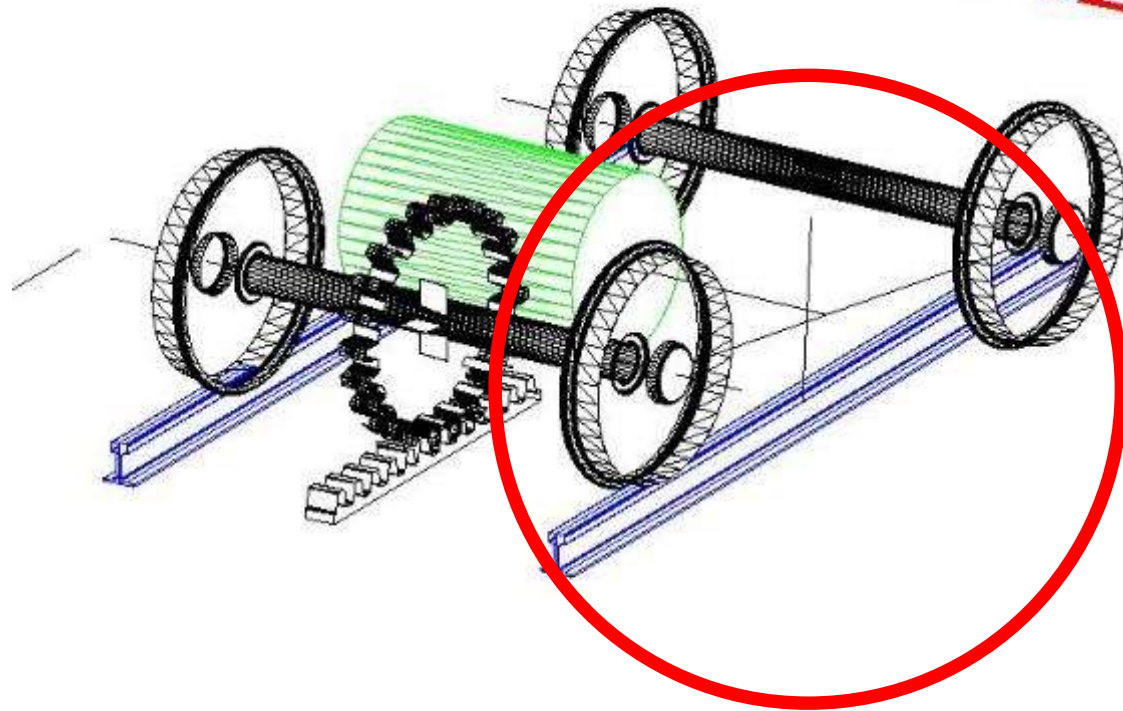
• 2018.06.03

• 2019.08.01



Kisiklás 2019.06.03. és 2019.08.01.
HEGY IPR IN

MENETIRÁNY

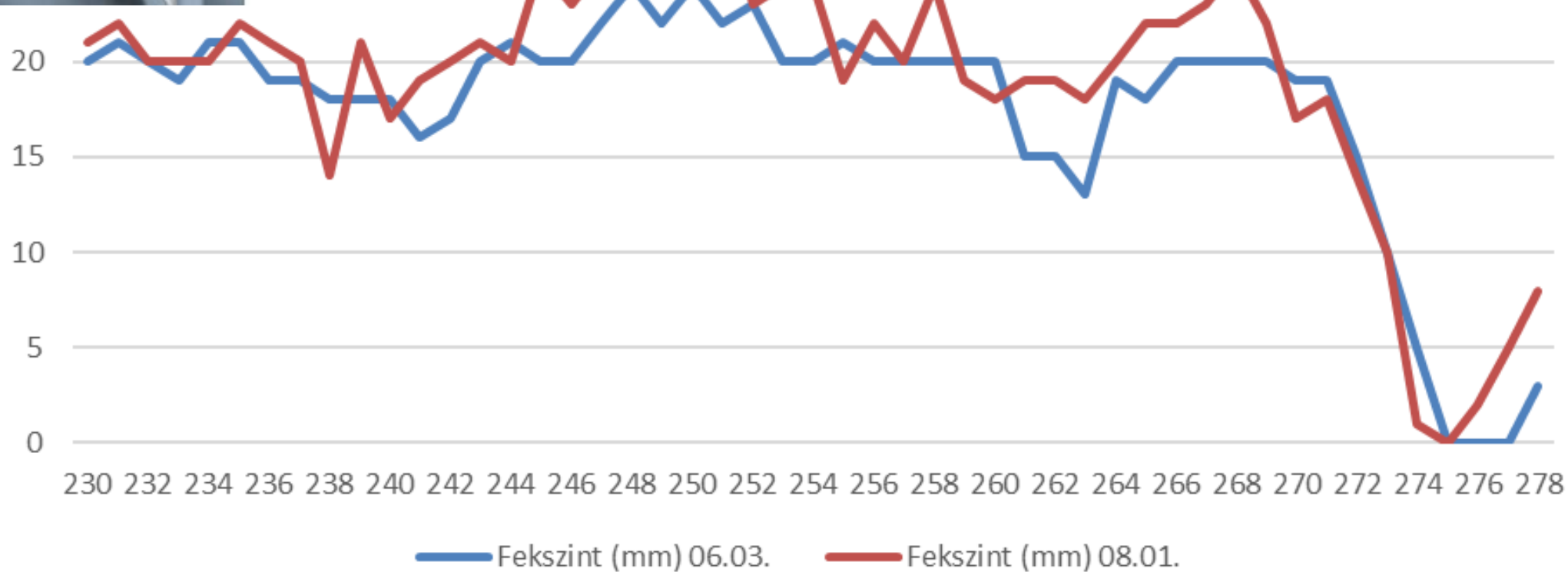




- oka: ?

Fekszint

méterek



Mintázat?

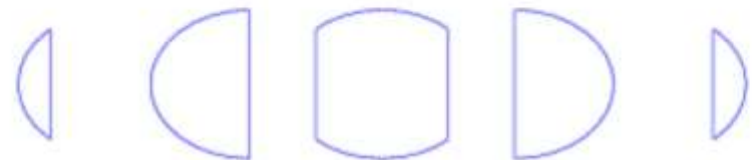
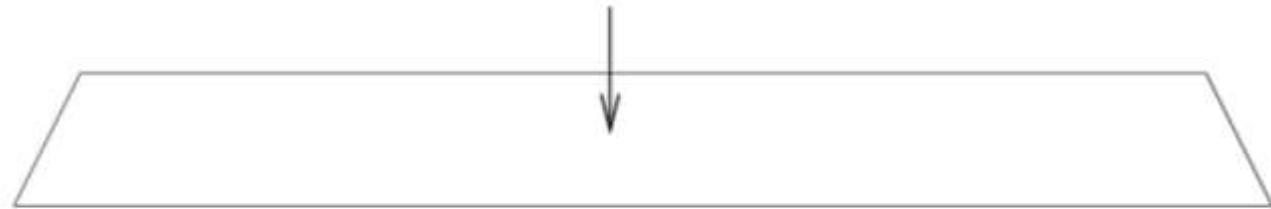
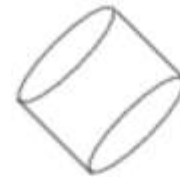
2 x Ugyanaz a szerelvény, kocsi, tengely

2 x Ugyanazon a helyen

- Mindig ívben
- Mindig „kifelé”
- Mindig kerék „felkapás”
- Mindig pont betontömbön
- Helyszínenként mindig azonos tengelye a járműnek
- Mindig „jó a pálya” a vizsgált paraméterek vonatkozásában
- Mindig „jó a jármű” a vizsgált paraméterek vonatkozásában
- Mit nem vizsgáltunk?!

TÉZIS

- nem (nem írt) paraméterrel jellemezhető probléma oka a
 - A vizsgált paraméter előírások szigorúak, néha
 - A probléma vizsgáltuk:
 -
 -
 -
- kusan, pl. mint a mérővillamos)



TÉZIS

- A pályán a fekszinthibák, síktorzulások térbeli és objektív vizsgálata terhelt körülmények között nem megoldott. A statikus állapot ellenőrzése és a hibák visszacsatolása (javítása) is korlátozott.
- A fogaskerekű jármű forgóváza „jól láthatóan” nem terepjáró szerkezetű, síktorzulásokat kérdésesen toleráló konstrukció. Ezt régóta „mondogatjuk”.
- A pályageometria engedélyezett szélsőértékei, a keletkező tényleges síktorzulások hatása a jármű kisiklás elleni biztonságára ismeretlen, eddig nem vizsgált kérdés.



és?

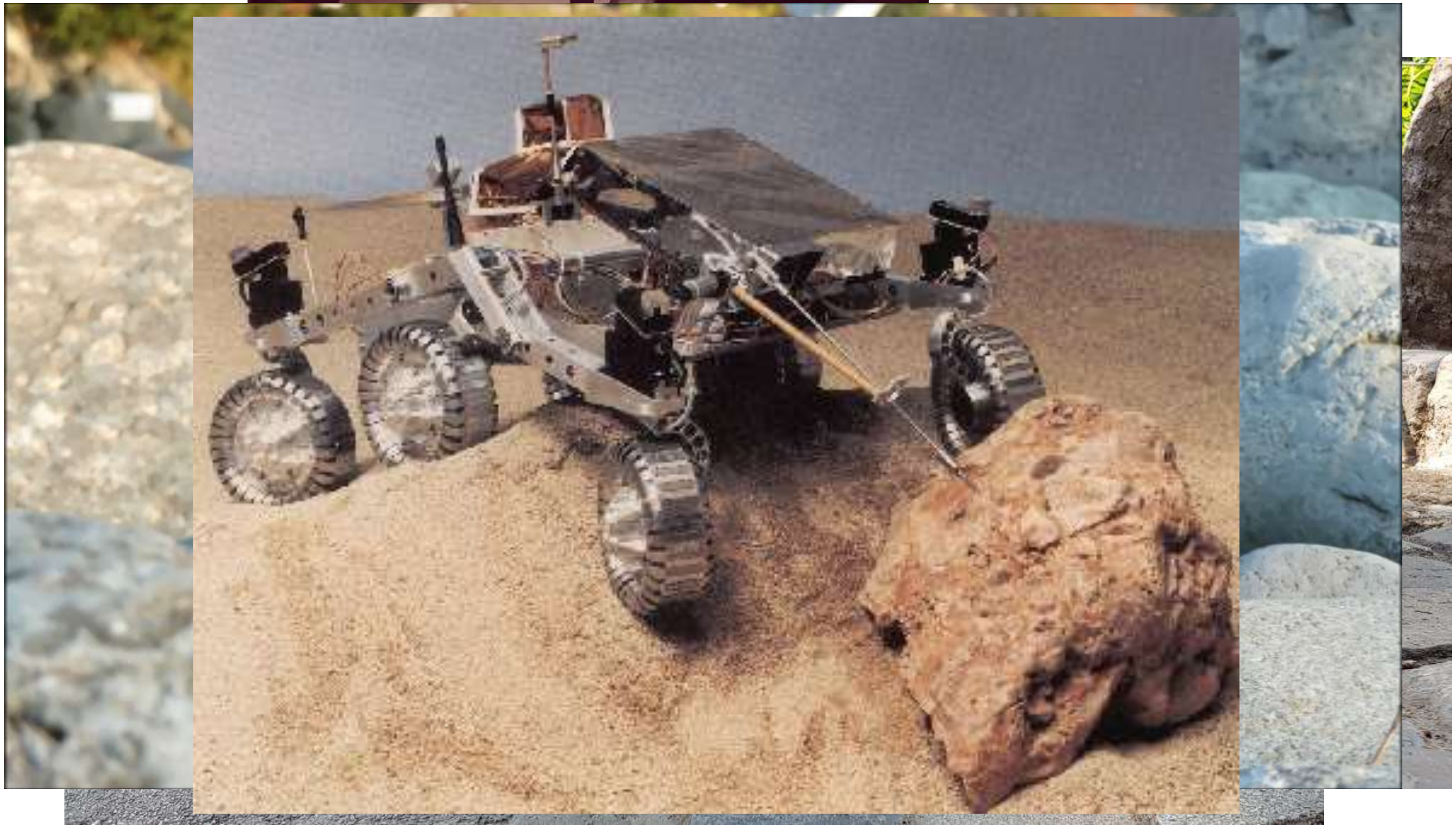
osan meghatározza!
nem három kerekes

STIEFEL
OVI

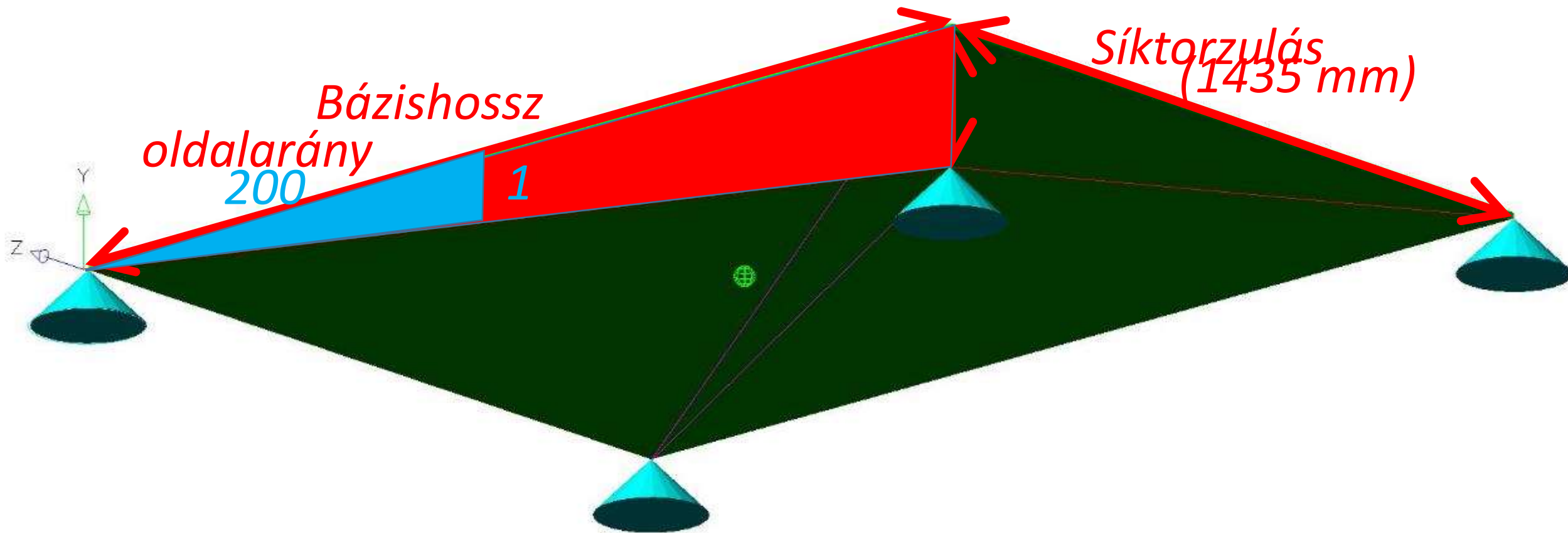


bizonytalan

- Amennyiben
esik egy sík
kerekek kö
elosztva a t
alátámaszt

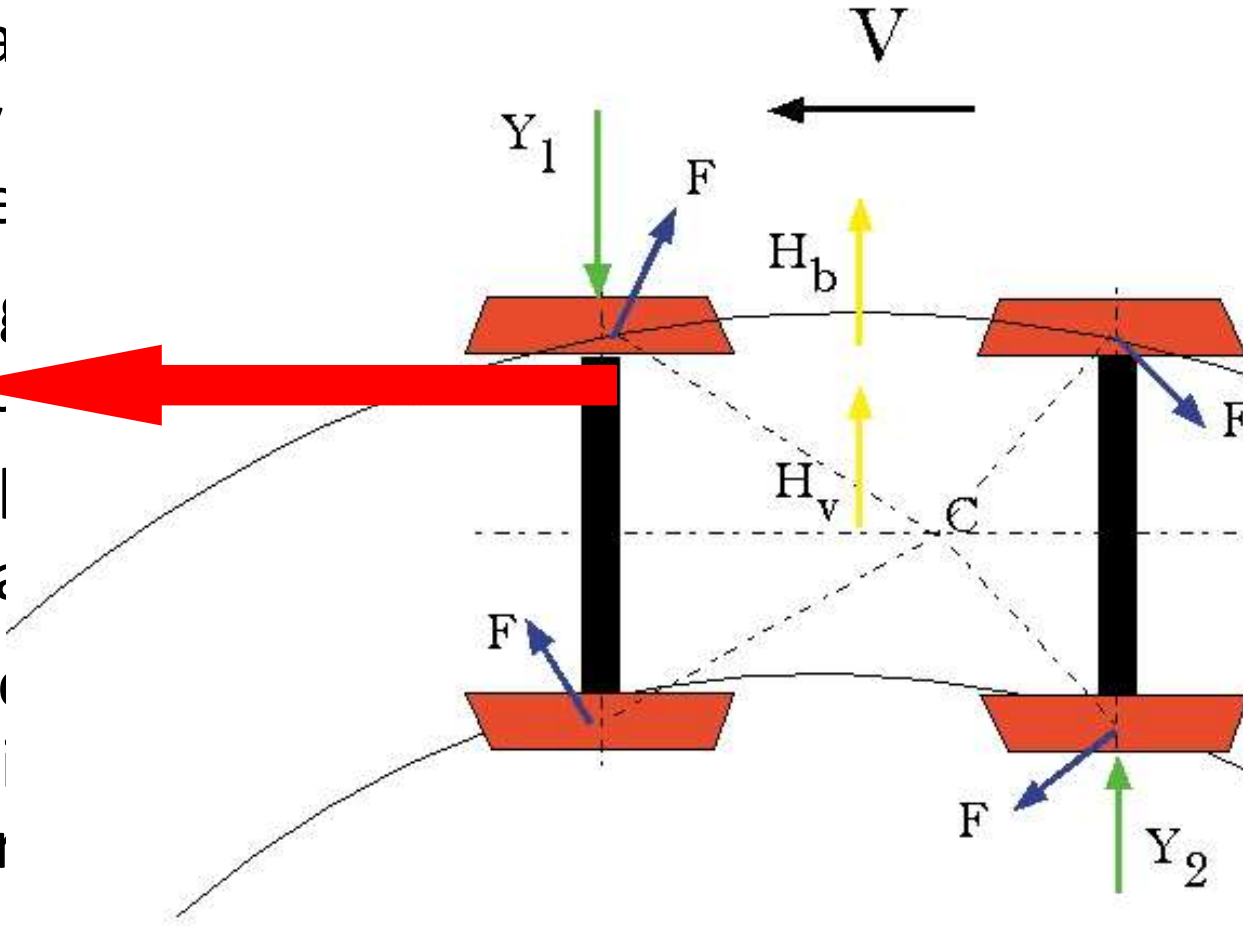


Mi az a síktorzulás?



A nem terepjáró forgóváz problematikája

- Oka
egy
a ke
- Még
leki
- Ha l
olda
- Ha c
érni
mar



relése
ökken,

ányról.
kifuthat

el kell
a

A fogaskerekű forgóváza



- Acéllemezekből épített hegesztett szekrényes tartós rendszerű.
- Meggi rugó
- Csavarodás?
- Rugóút?
- A fogaskerekű forgóváza a legkevésbé sem terepjáró kivitel.

Síktorzulás előírásszerű határai a pályán

- A pályára vonatkozó síktorzulás mérethatárainak előírásrendszere szabályozza az **építési és a fenntartási tűréseket** is, de csak terheletlen (**statikus**) rendszerre.
- Az eltűrhető síktorzulás 1:300 építésnél, és 1:200 fenntartásnál. Ez azt jelenti, hogy egy 2 m x 1,435 m-es téglalap három pontja által meghatározott síkja, és a negyedik pont között legfeljebb 6,7 mm magasságkülönbség lehet építéskor, és **10 mm** magasságkülönbség a teljes élettartamban a fenntartás során, ezt meghaladó értéknél vizsgálata és intézkedés szükséges.
- A vaksüppedés folyamatos mérése – mérőjármű nélkül - a gyakorlatban életszerűtlen
- (A MÁV 10mm DINAMIKUS vaksüppedésen 140km/h sebességet is megenged)
- Ugyanakkor az alapvetően terepjáró forgóvázakkal közlekedő villamosvonalakra vonatkozó síktorzulási előírás ettől szigorúbb, 1:400 (A: 5 mm) építési, és 1:300 (B: 6,7 mm) fenntartási mérettűrést ír elő! (Sorok kívüli intézkedést kell tenni 1:150 (C: 13,3 mm) értéknél.)

A kérdés: mennyi síktorzulást visel el a fogaskerekű jármű?



- A fogaskerekű jármű pályavonal lekövetése tehát elsősorban a primer rugózás korlátain, másodsorban a forgóvázkeret csavarodásán múlik.
- De ez mennyi?
- Mérési módszertan: A mérést üzemi területen, álló helyzetben (statikus állapotban) végeztük 2 szerelvényen.
- Korlátai:
 - Csak „felfelé”
 - Statikus állapot

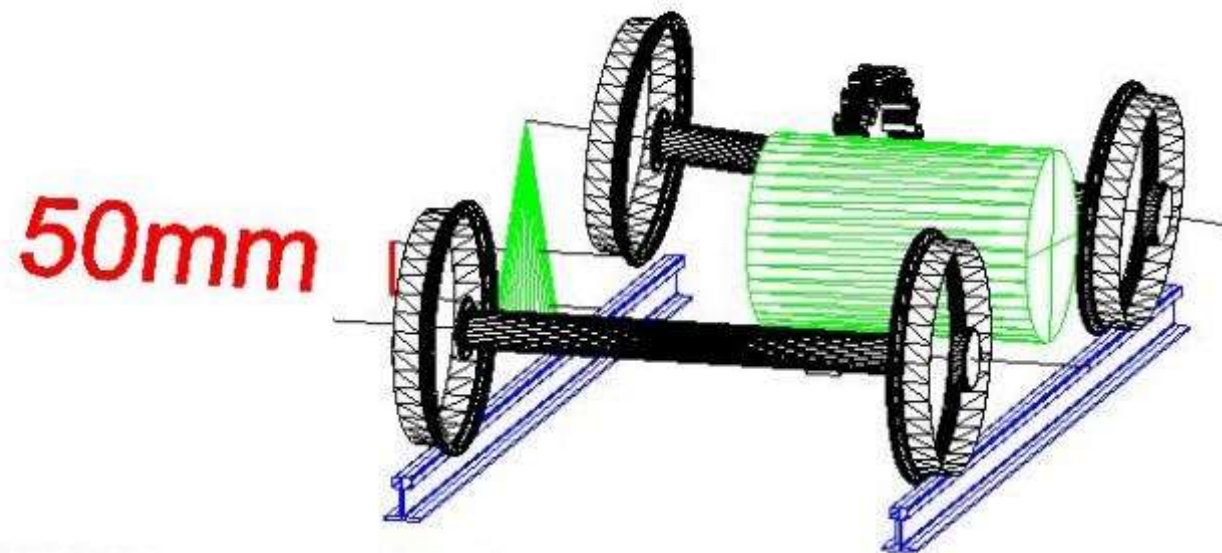


Olajemelővel
elemelt kerék

A síktorzulás
miatt
magától
elemelkedett
kerék



Mérési eredmények



a nem emelt kerekeknél nincs elemelkedés

Hajtott fgv. hajtott tengely elemelés

Ez már érdekes!



- A síktorzulás fenntartási tűréshatára statikusan 10 mm, amit mérőrendszer hiányában korábban nem mértük (betartása nem volt ellenőrizve) és mióta (statikusan, eszköz birtokában) mérhető, azóta rossz bázishosszra (a MÁV-tól átvett 2,5m-re) vonatkoztattuk.
- A fogaskerekű jármű 20mm körüli dinamikus síktorzuláson már egészen biztosan szélsőségesen kritikus kerékterhelés-asszimmetriával küzd, valamelyik kerék terhelése nulla, vagy már el is kezdett emelkedni valamelyik kerék a sínkoronától.

Mi a különbség a statika és a dinamika között?

20-40mm / (valóság) mm ???

Dinamikus állapot:

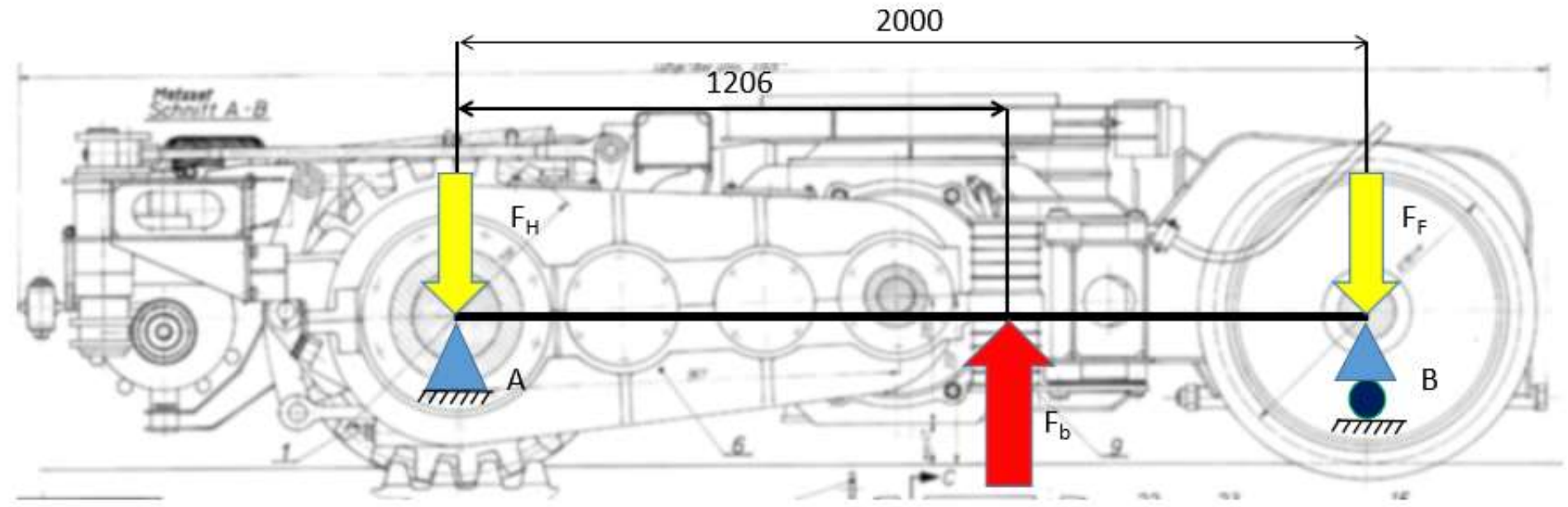
- Állandósult állapot - dinamikus egyensúly
 - Hajtásból származó, tengelynyomást módosító erők reaktálódása
- Állandósult állapot – periodikus gerjesztés
- Tranziens jelenségek – pályaegyenetlenségek, „bezuhanás” a síktorzulásba

A fenti kép

1. eset sz
azonosan f

2. eset sz
ellentétese

Összeségét
fogaskerék



A hajtómű a tengelyek távolságának arányában emeli az egyes tengelyeket.

A futó tengelyt emelő erő F_f :

$$F_f = \frac{F_b * 1206}{2000} = \frac{6706,6 \text{ N} * 1206 \text{ mm}}{2000 \text{ mm}} = 4044 \text{ N}$$

A hajtó tengelyt emelő erő F_h :

$$F_h = \frac{F_b * 1206}{2000} = \frac{6706,6 \text{ N} * 794 \text{ mm}}{2000 \text{ mm}} = 2662 \text{ N}$$

Hajtó fogas

„Nagyfogas

2. előtét te

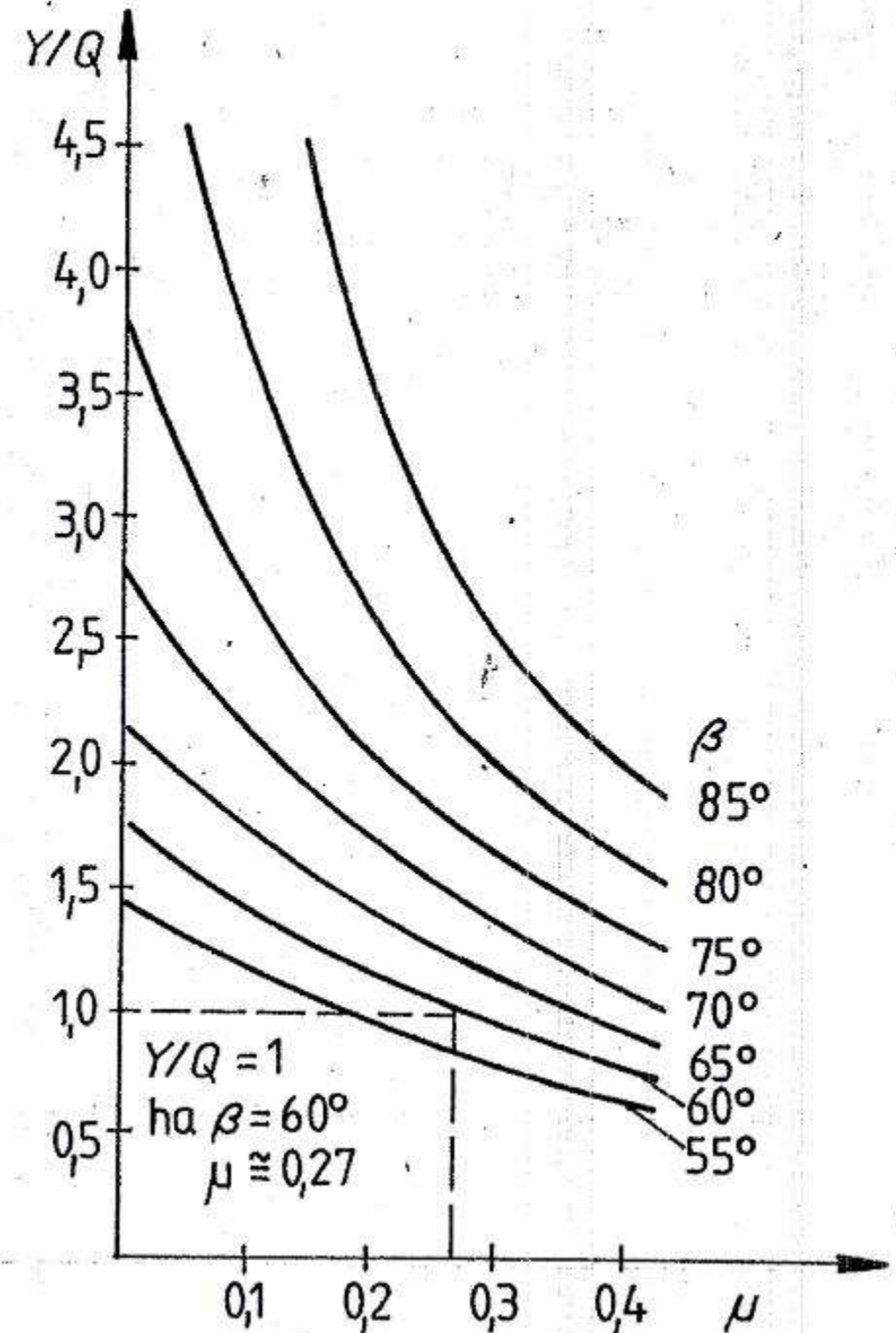
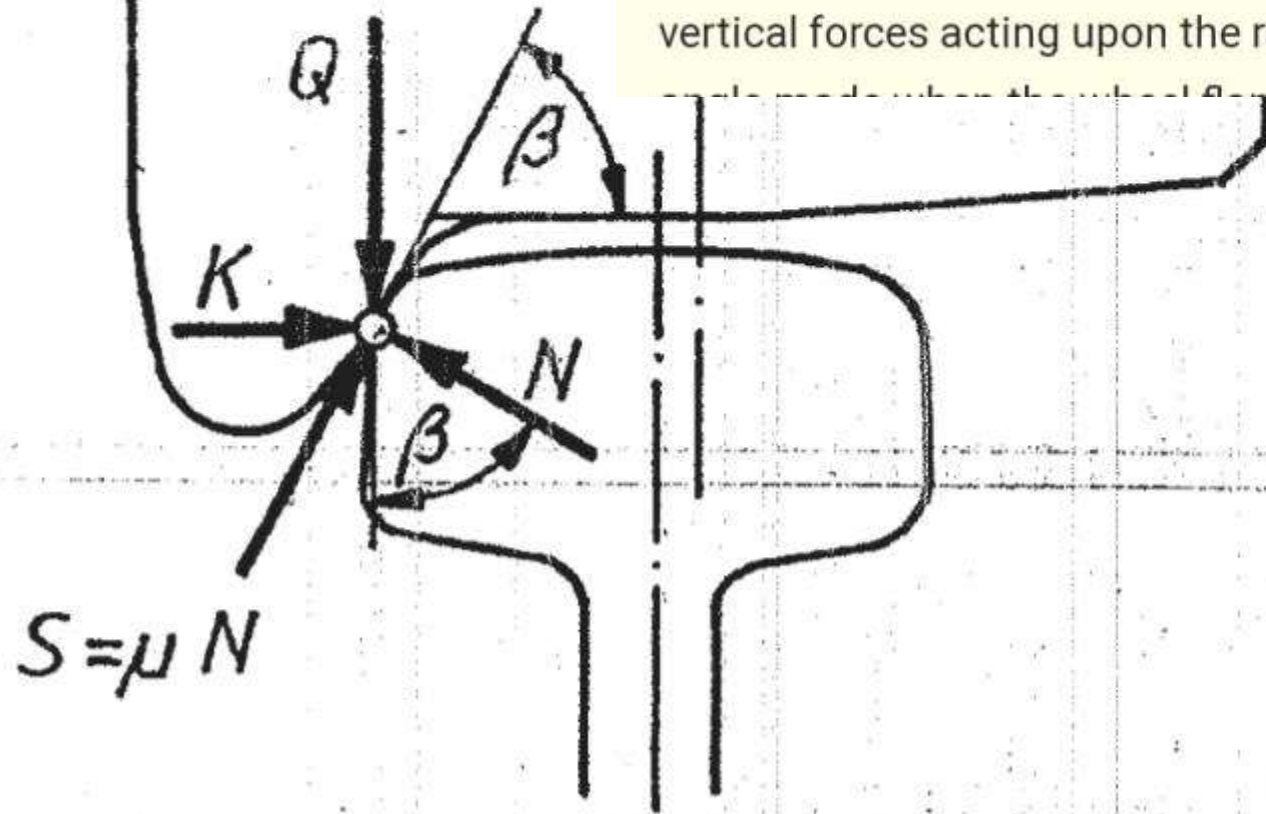
tengely
ontban
előtét
lyozni.

occur if the lateral and vertical forces are properly considered.^[1]

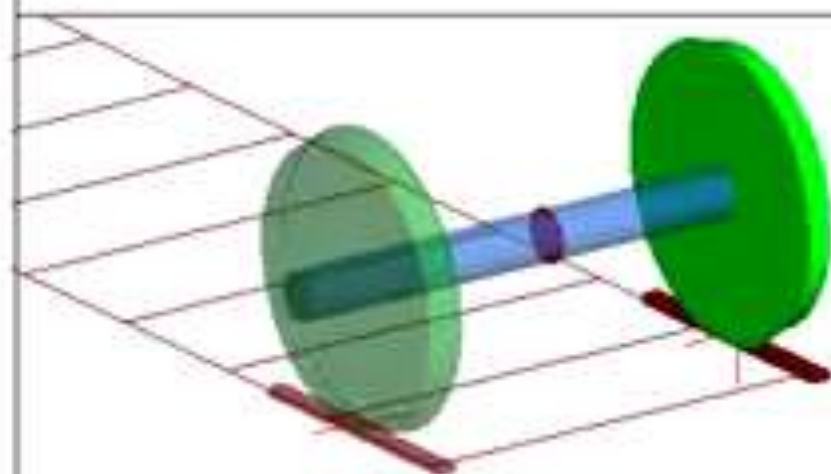
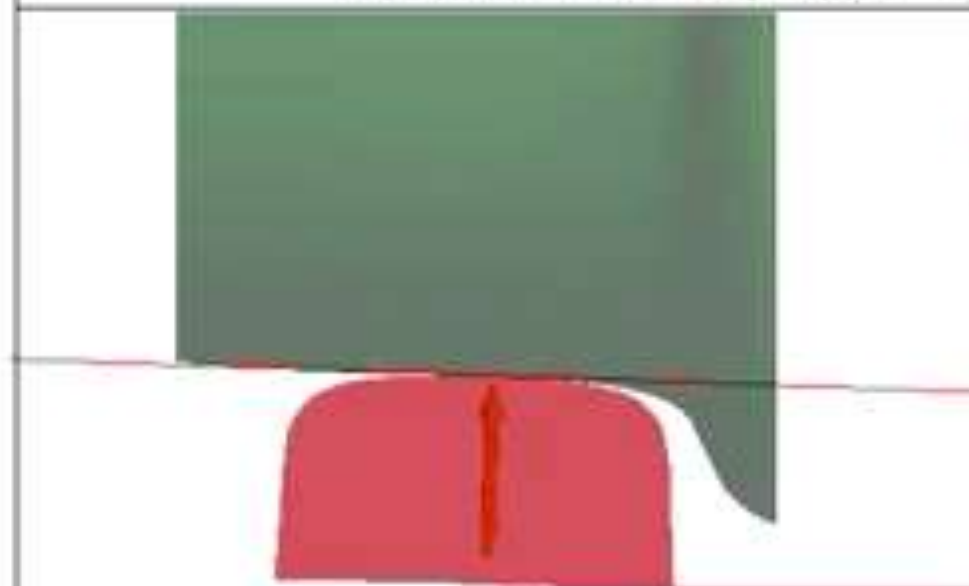
The Nadal formula is represented by:

$$\left(\frac{L}{V}\right) = \left(\frac{\tan(\delta) - \mu}{1 + \mu * \tan(\delta)}\right)$$

In this equation, L and V refer to the lateral and vertical forces acting upon the rail and wh

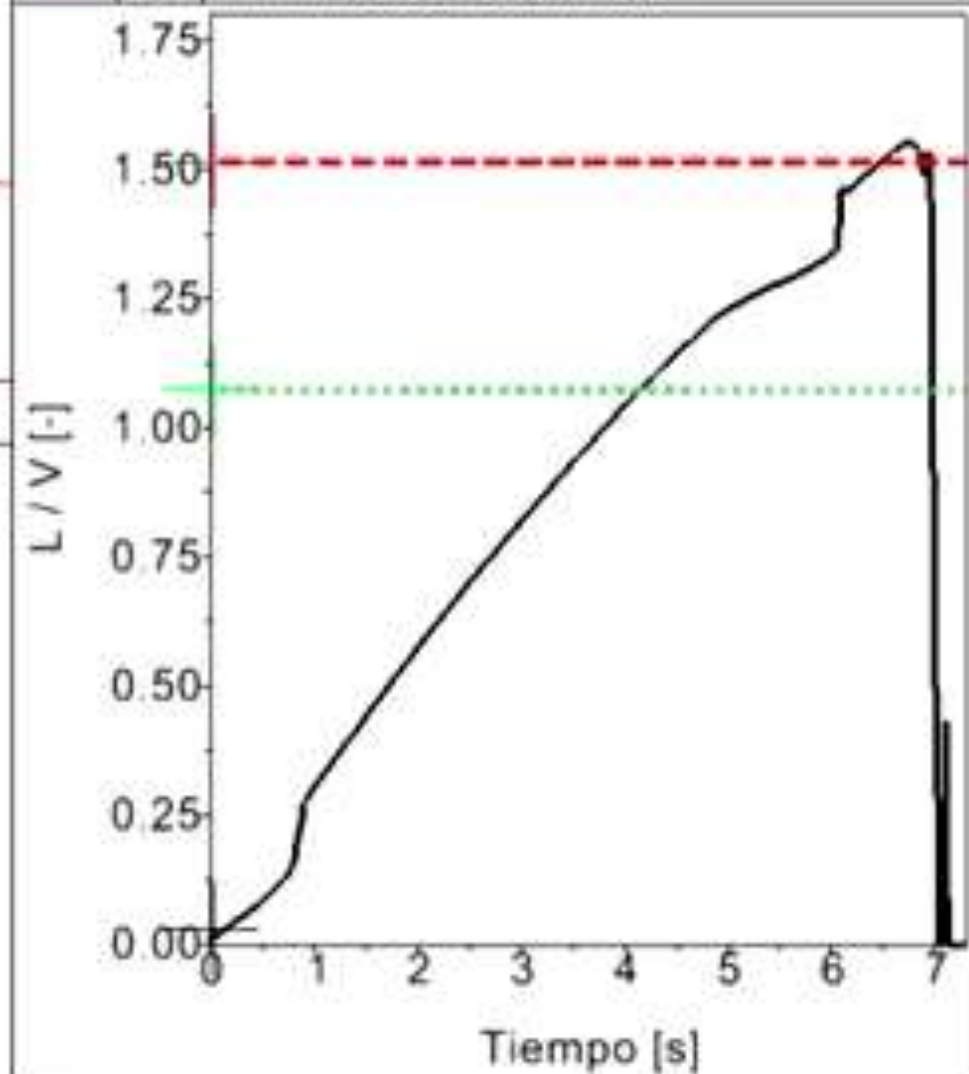


$r_o = 0.5 \text{ m}$ $N = 50,000 \text{ N}$ Yaw angle = 0 mrad $\mu = 0.4$



Diagram

- (L/V) ratio from simulation
- - - (L/V) limit: proposed formulation
- ... (L/V) limit: Nadal's formula





2019/06/21

19/07/26 10:24:17

Made with
VideoShow





Made with
VideoShow

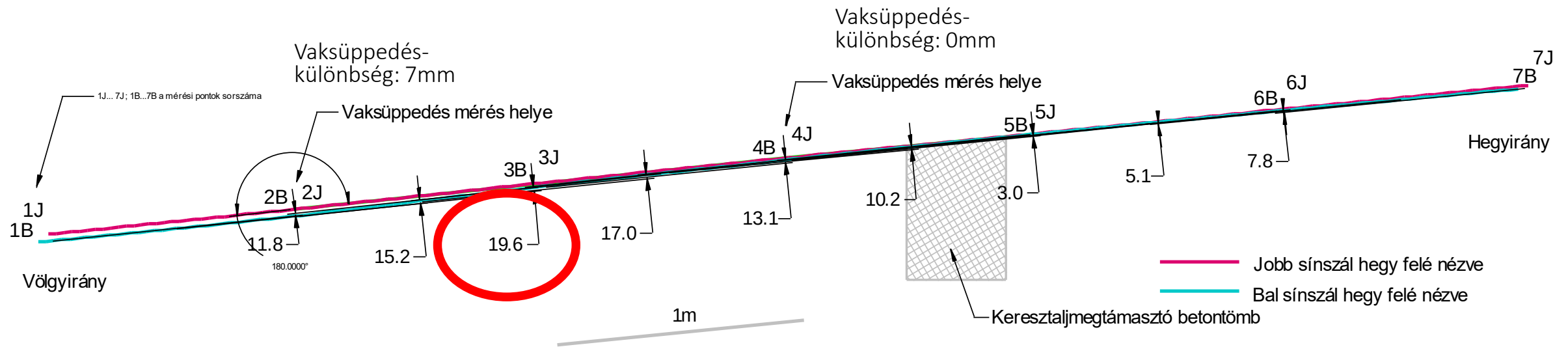
Kérdés: Milyen mértékű síktorzulás kell ahhoz, hogy a beazonosított kerék elemelkedés előálljon?



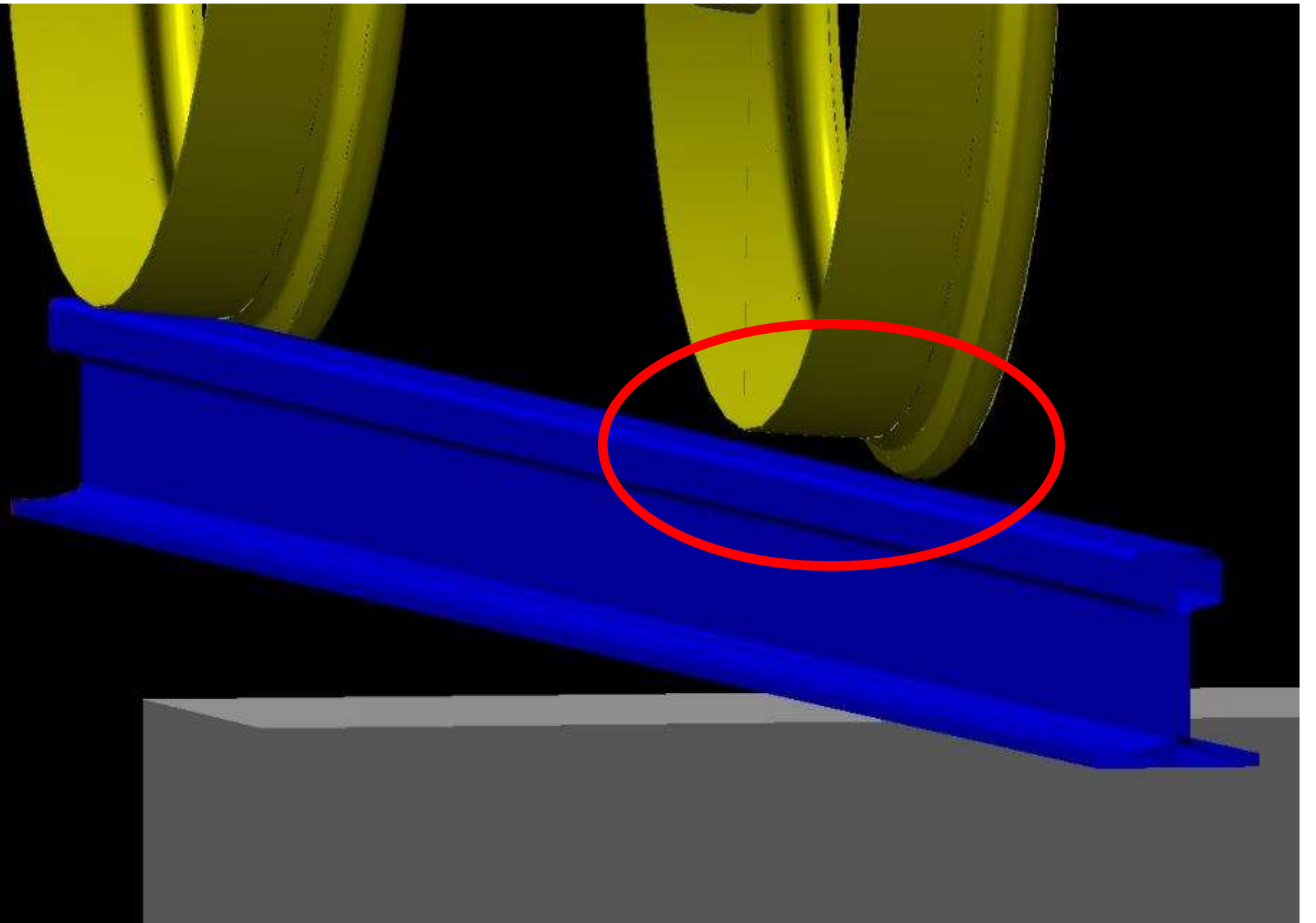
Kérdés: Milyen mértékű síktorzulás kell ahhoz, hogy a beazonosított kerék elemelkedés előálljon?



Kérdés: Milyen mértékű síktorzulás kell ahhoz, hogy a beazonosított kerék elemelkedés előálljon?



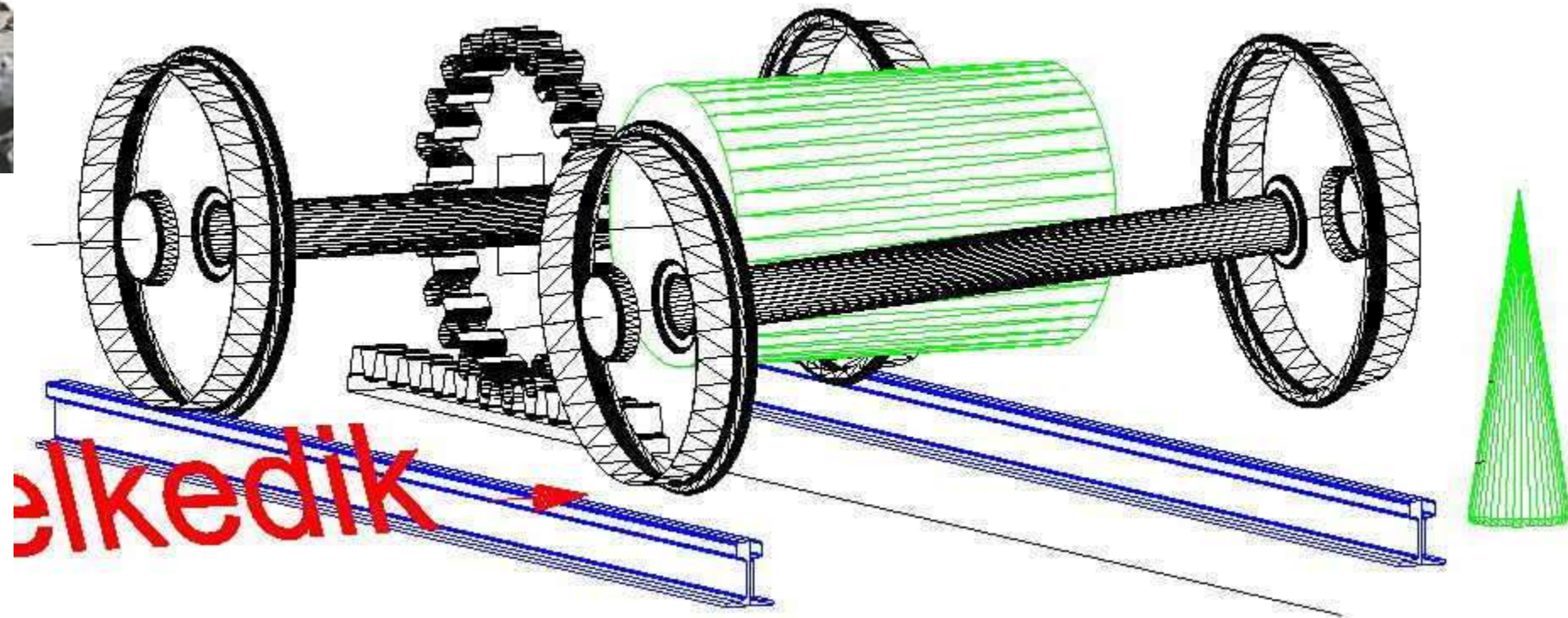
BKV Svábhegyi Fogaskerekű Vasút
Pálya síkronaszint függőleges kiterített hosszvetület
Erdei Iskola - Adonis u. állomásközbén
Az 52psz. motorkocsi 2019.08.01-i kisiklásának a helyénél
Síktorzulás értékek 2000mm bázishosszra vetítve
a jelölt értékek a bázisszakasz közepénél kerültek feltüntetésre
Értékek felvéve kb. 22°C sínhőmérsékleten,
4 helyen vaksüppedés értékekkel kompenzálva





Ezért siklunk?
- A probléma
modellezése

Ezért.



*Tehát 2m-es bázishosszon mérve
20mm **DINAMIKUS** síktorzuláson már
kisiklunk!*

*Terheletlenül mérve (levonva az ismert
7mm vaksüppedést) ez az érték
~13mm!*

2018?

9



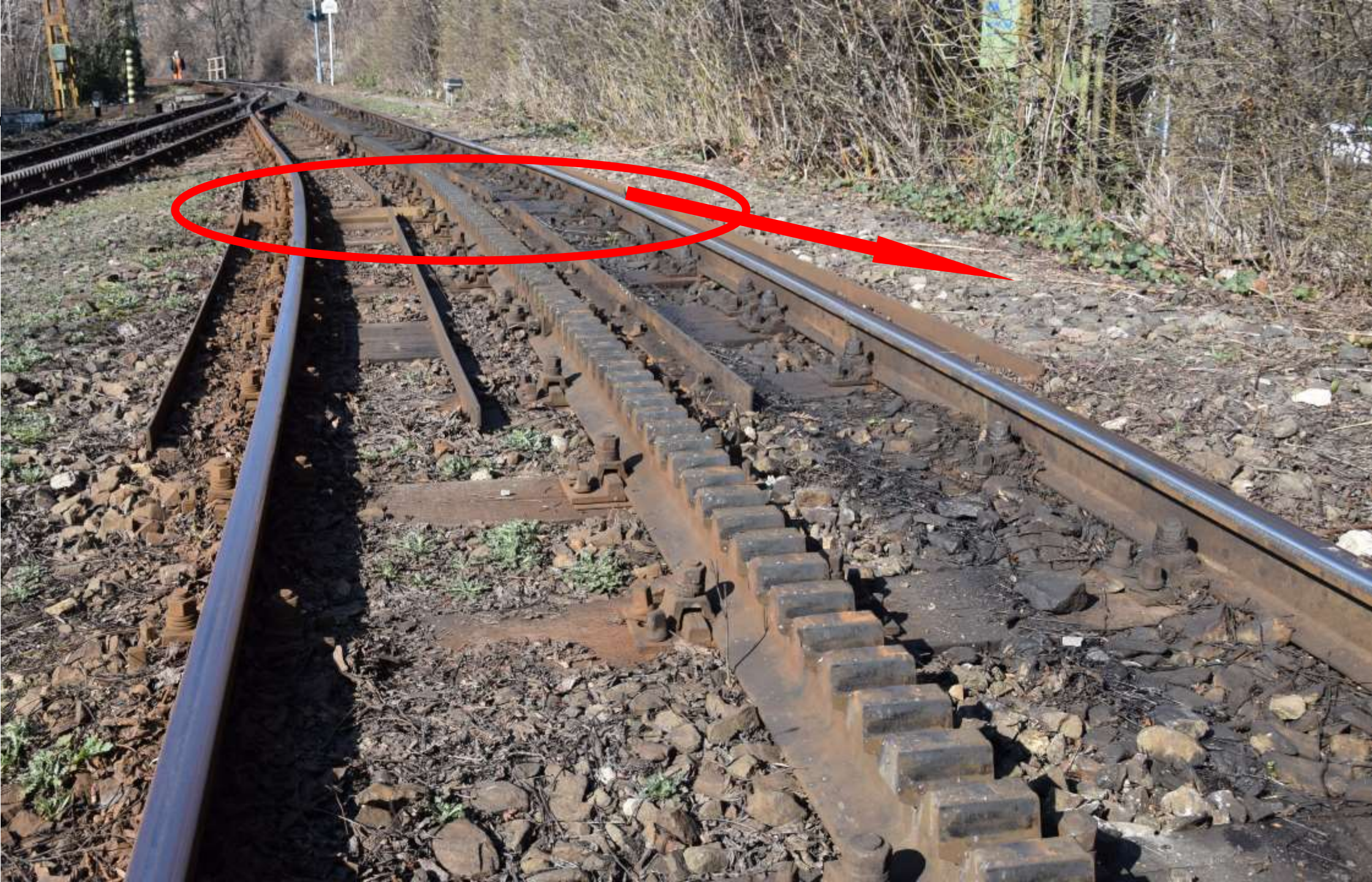
2018.03.23 14:42



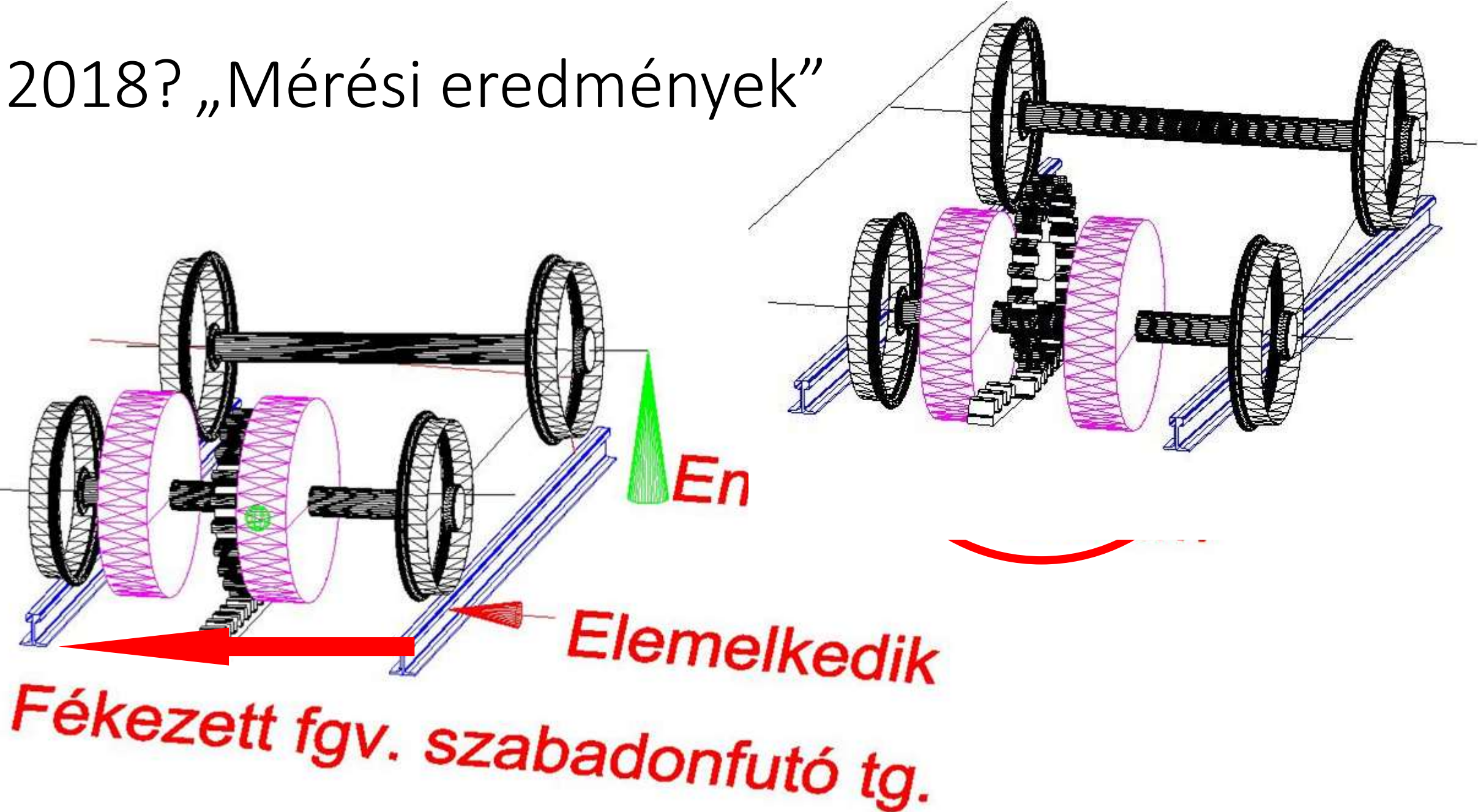
2018.03.22 09:23

2018?

2018



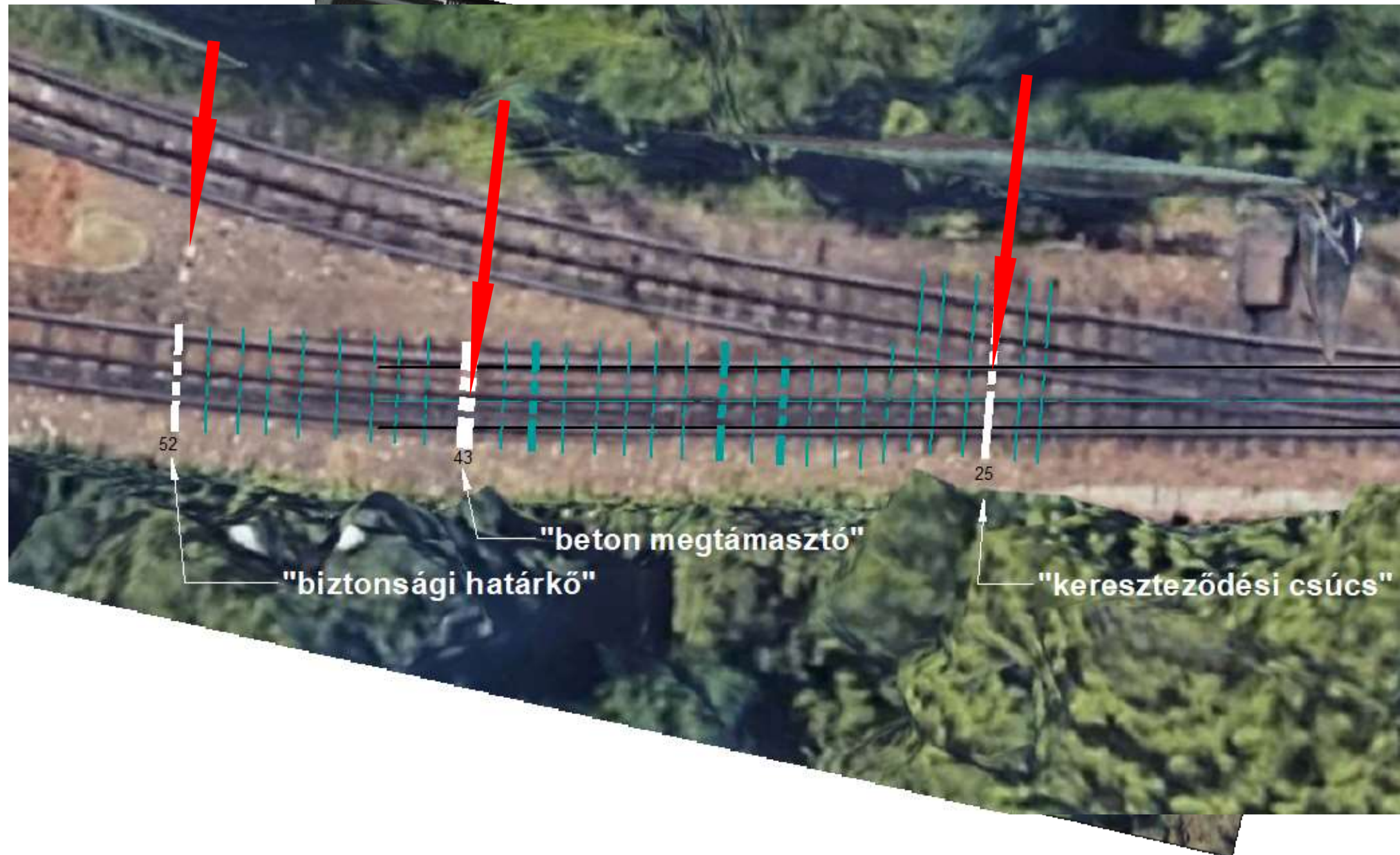
2018? „Mérési eredmények”



2018?

Normál Oldaltörés Lapelrendezés Egyéni Rácsvonalak Címsorok Nagyítás 100% Kijelölt rész Új Mozaik Panelek Felfedés Korábbi ablakpozíciók								
Munkafüzetnézetek			Megjelenítés			Nagyítás		
A2			01+51 1			Ablak		
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Mérési hely	nyomtáv	túlemelés					
34	33	1433	13			#####		
35	34	1435	13			1+51 kit.e.	1440	-2
36	35	1433	17			2	1440	1
37	36	1432	20			3	1440	1
38	1+30	37	1434	20 kitérő vége		4	1437	2
39	38	1435	22			5	1434	2
40	39	1435	30			6	1438	2
41	40	1436	8			7	1440	2
42	41	1437	24			9	1440	3
43	42	1439	20			10	1440	2
44	43	1439	18	beton megtámasztó		11	1440	2
45	44	1441	22			12	1437	2
46	45	1435	21			13	1437	2
47	46	1435	23			14	1439	2
48	47	1435	24			15	1437	2
49	48	1435	25	2018.03.27		16	1438	2
50	49	1433	25			17	1435	2
51	50	1433	25			18	1435	2
52	51	1434	25					
53	52	1436	21	biztonsági határkő				
54	53	1437	26					

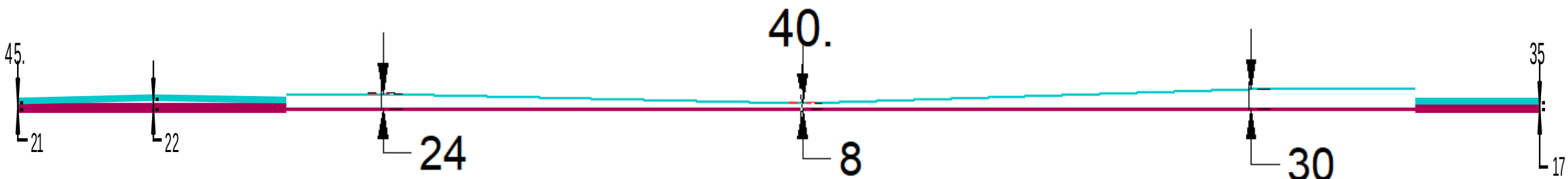
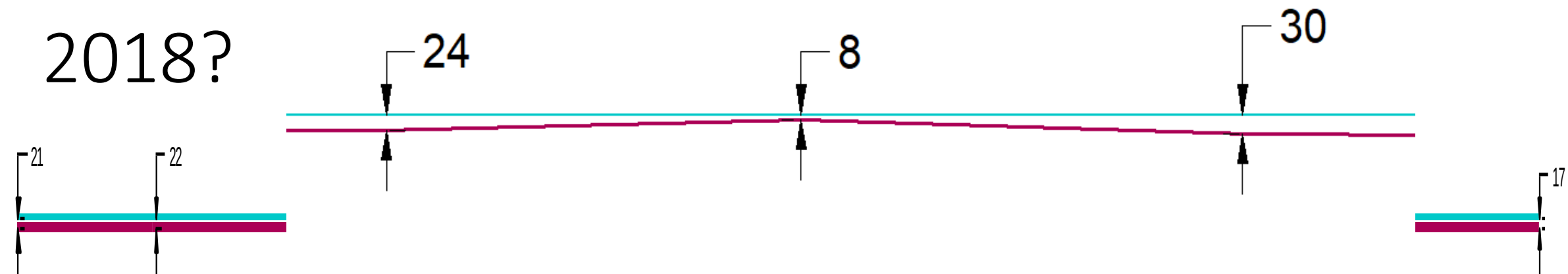
2018?



2018?



2018?



Völgyirány

Hegyirány

— Jobb sínszál hegy felé nézve

— Bal sínszál hegy felé nézve

szvetület
kitérőben
nak a helyénél
pontokon felvéve.

Tű



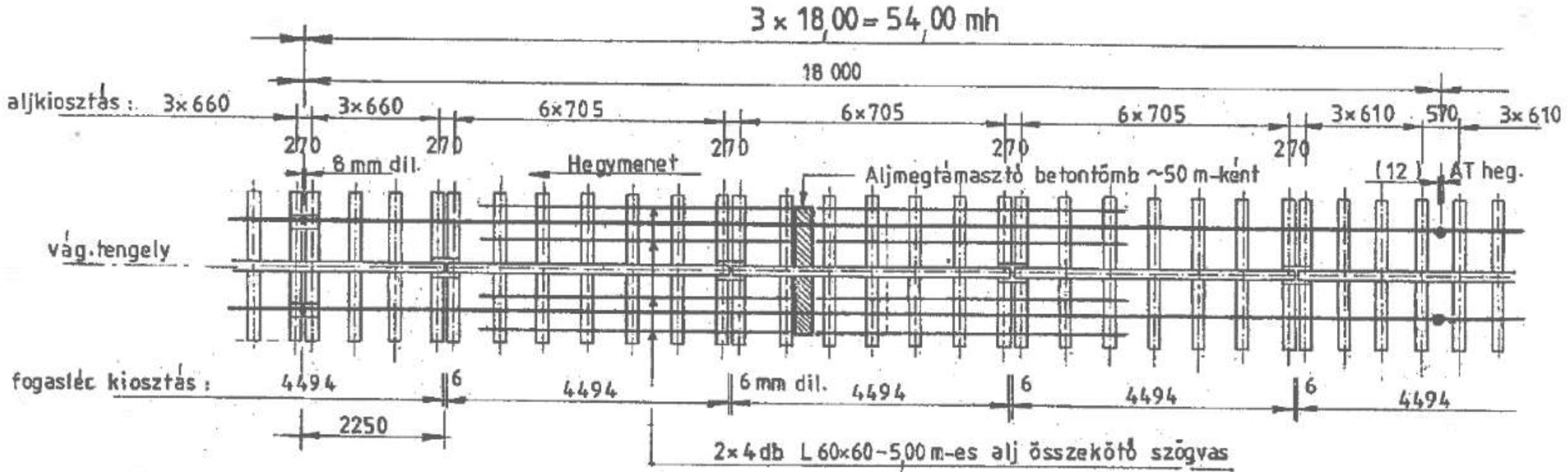
— Jobb sínszál hegy felé nézve

— Bal sínszál hegy felé nézve

↖ Keresztaljmegtámasztó betontömb

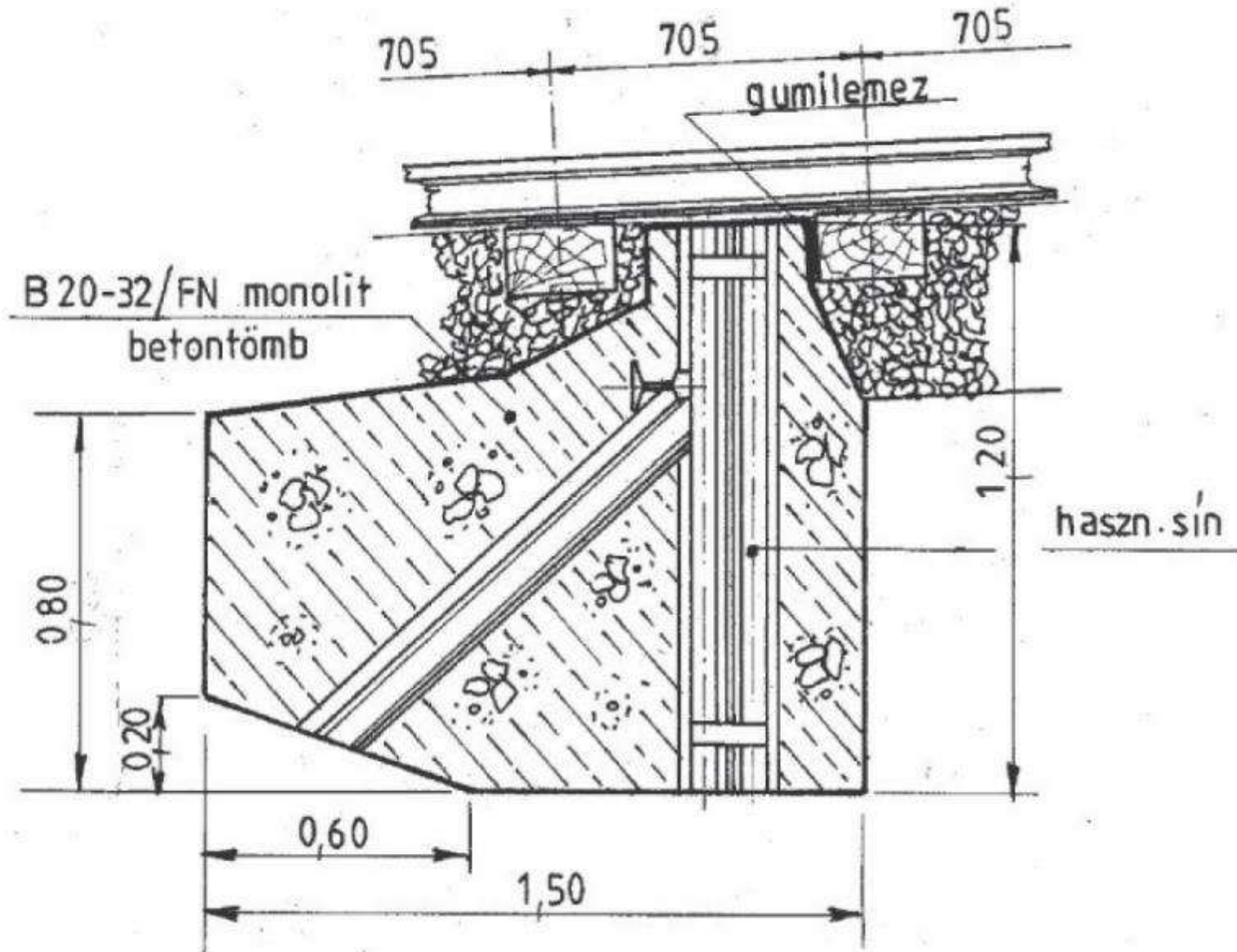


Keresztaljmegtámasztó betontömb, keresztgyám, horgony, torlódásgátló...



A feltüntetett dilatációs hézagok $+15 \pm 5$ °C közötti
sín hőmérsékletre vonatkoznak !

Keresztaljmegtámasztó betontömb, keresztgyám, horgony, torlódásgátló...



Miért pont a keresztgyámoknál van a gond?







OT C.S. 03 1139931 A00/18

019

alkárás nélkül érvénytelen

otp Pénztárszolgáltató

Ez a kártya az OTP Pénztárszolgáltató Zrt. és az OTP Bank Nyrt.
közös kibocsátású kártyája.
A kártya csak Magyarországon, a következő emblémával
ellátott elfogadóképeken használható.

OTP SZÉPvonal: (+36 1) 3 666 222 www.otpportalok.hu

OTP Széchenyi Pihenőkártya



Hivatalos Partner

Miért mindig „ugyanott” siklunk?



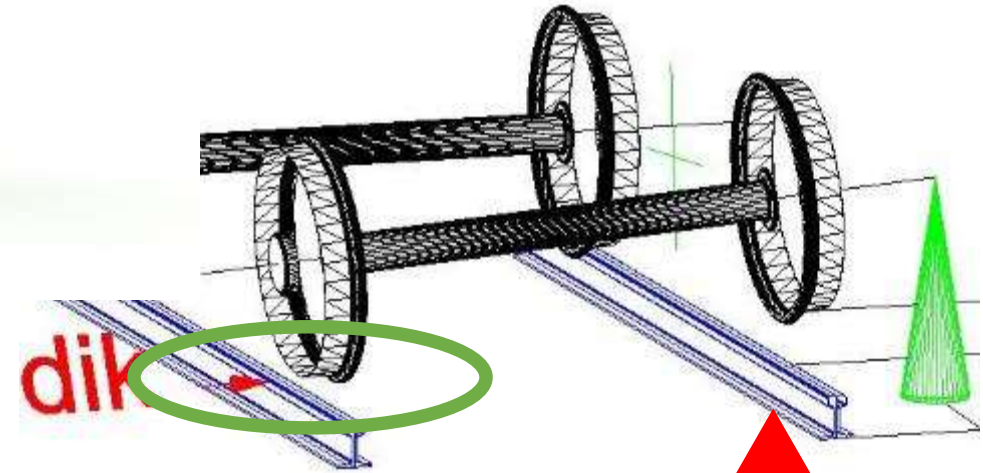
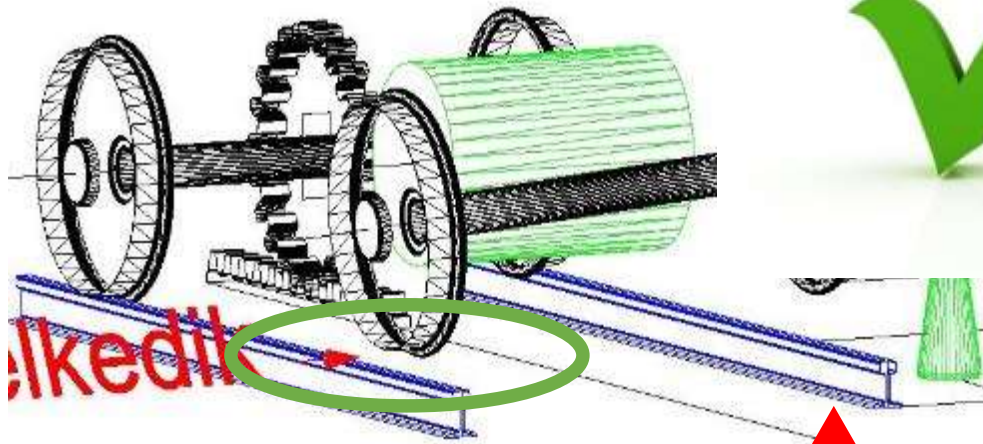
Miért mindig „uğ

- Forgóvázanként specifik

hely” siklik?

eset

2019



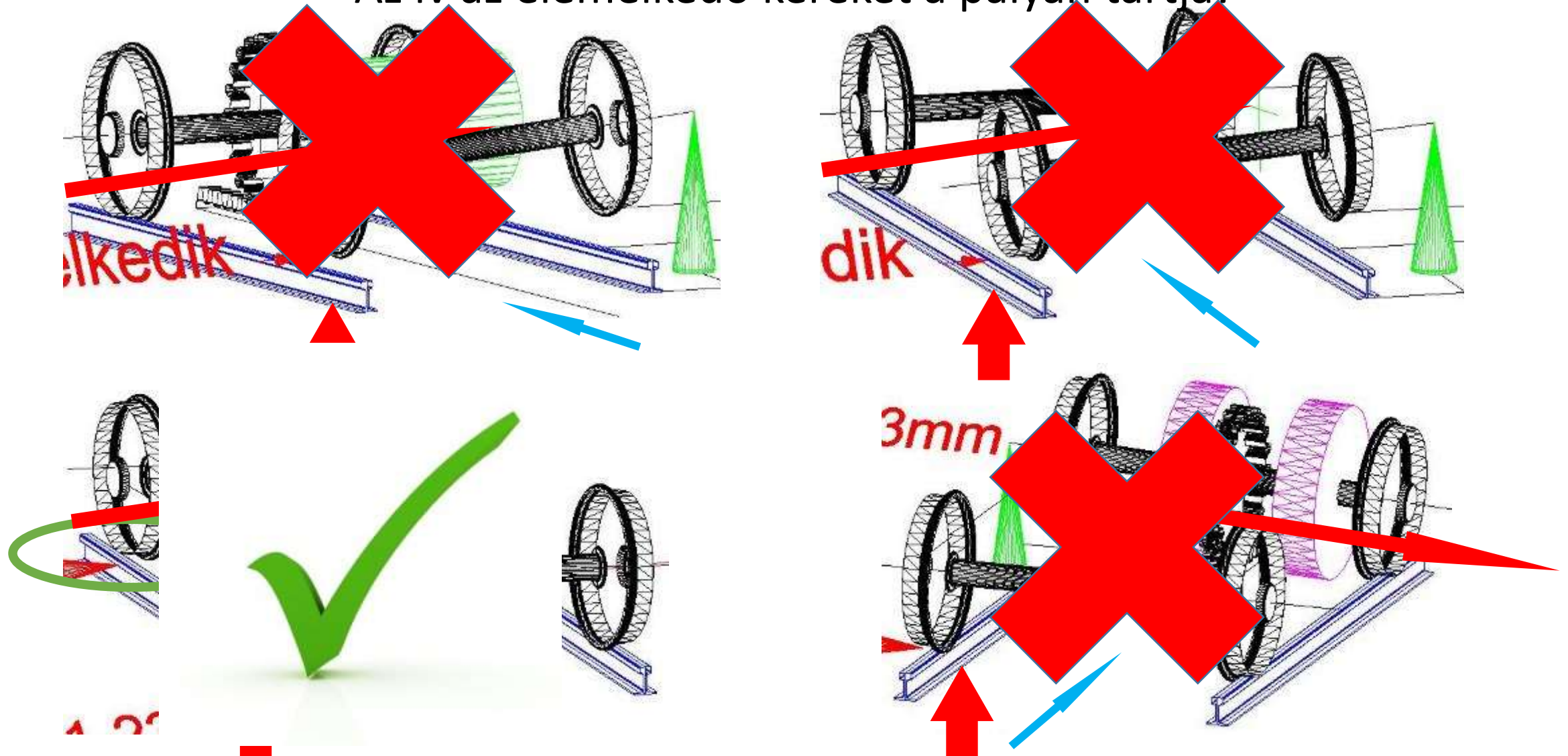
Csak azonos oldalon okoz elemelkedést a síktorzulás!

Miért mindig „ugyanaz a tengely” siklik?

- Forgóvázanként specifikus viselkedés, 4 alapeset

2018

Az ív az elemelkedő kereket a pályán tartja!



Mi

- Elt
-

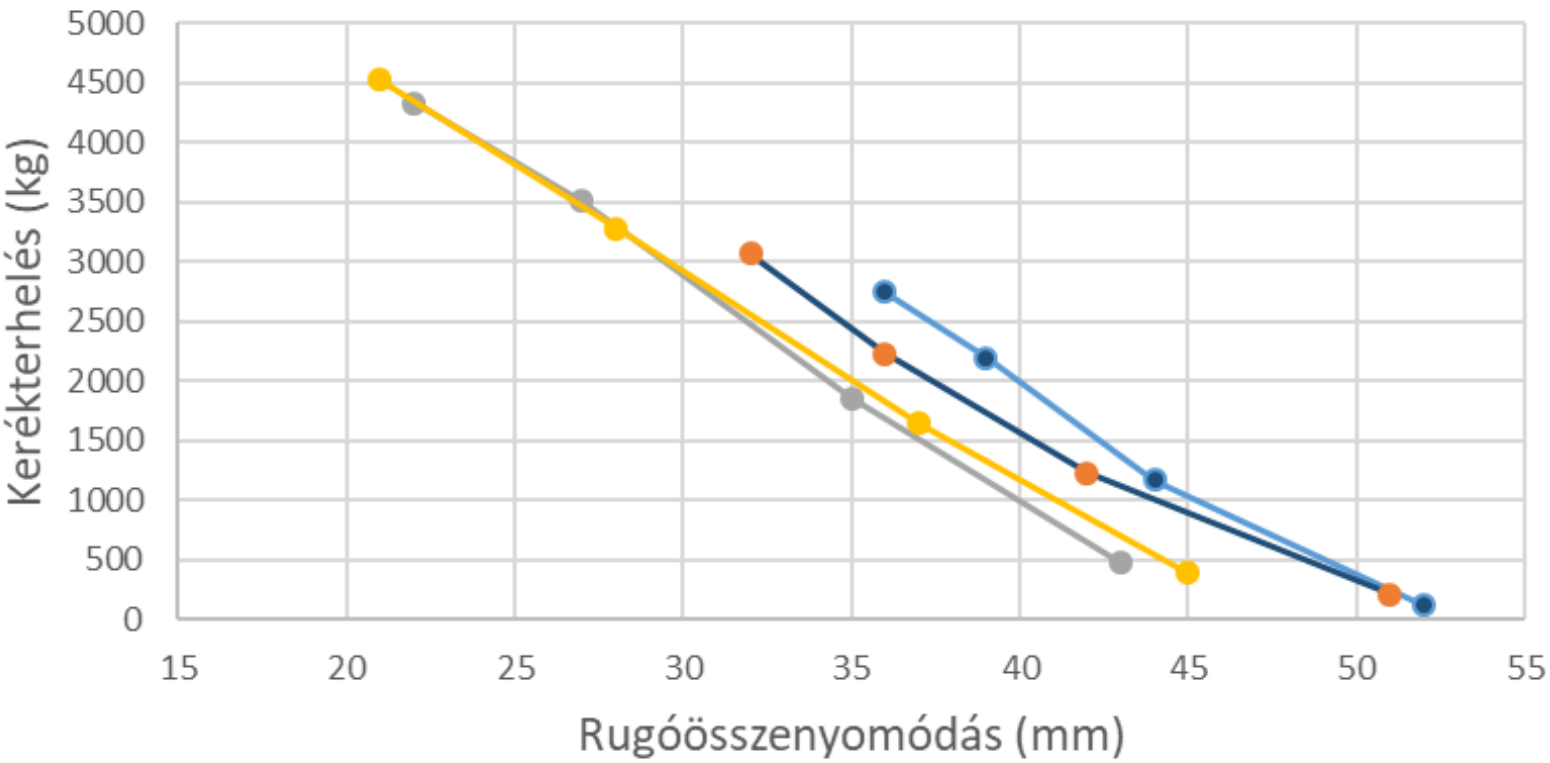
Tengely szám	51	52	53	54	55	56	57	lag	Szórás	Min.	Max.				
1 - völgy hajto	forgóváz típus	51- 61	52- 62	53- 63	54- 64	55- 65	56- 66	57- 67	Átlag	szórás	Minimum	Maximum	Szórás	Min.	Max.
2 - völgy fix															
3 - hegy hajto															
4 - hegy fix															
	völgy hajtott		-3	-7	-4	1	6	14	1,2	7,1	1	14			
	hegy hajtott		6	-3	14	0	2	7	4,3	5,5	0	14			
5 - völgy fékeze	fékezett	-9	6	1	1	-2	5	-13	-1,6	6,5	1	13			
6 - völgy fix	futó	-4	-5	-4	0	5	9	-4	-0,4	5,0	0	9			
7 - hegy fix															
8 - hegy fix2															



Diagramhoz	Futó tengely - régi		Futó tengely - új		Hajtott tengely - régi		Hajtott tengely - új	
	Távolságk	Súly2 k.	Távolságk	Súly2 k.	Távolságk	Súly2 k.	Távolságk	Súly2 k.
Fajlagos 1	3	-550	4	-835	5	-815	7	-1240
Fajlagos 2	5	-1030	6	-1005	8	-1655	9	-1640
Fajlagos 3	8	-1050	9	-1015	Átlag 8	-1385	8	-1255
Átlag	5,33333	-876,667	6,33333	-951,667	Átlag 8	-1285	8	-1378,33
Rugóállandó		164,375		150,2632		183,5714		172,2917

Diagramhoz	Futó tengely - régi		Futó tengely - új		Hajtott tengely - régi		Hajtott tengely - új	
	Távolság	Súly2	Távolság	Súly2	Távolság	Súly2	Távolság	Súly2

Meggi gumirugó karakterisztika



Gyári méretezési
rugóállandó: 125 kg/mm

„Mit számít ez?”

forgóváz típus	51-61	52-62	53-63	54-64	55-65	56-66	57-67	Átlag	szórás	Minimum	Maximum
völgy hajtott		-3	-7	-4	1	6	14	1,2	7,1	1	14
hegy hajtott		6	-3	14	0	2	7	4,3	5,5	0	14
fékezett	-9	6	1	1	-2	5	-13	-1,6	6,5	1	13
futó	-4	-5	-4	0	5	9	-4	-0,4	5,0	0	9

14 mm x 150 kg/mm = 2100 kg

14 mm x 183 kg/mm = 2562 kg

$\Delta \pm 1 - 1,3 \text{ t}$

$\Delta \pm 20 - 65 \%$

Tengelynyomás/ :kg -ban:/

Egyenes, sík pályaszakaszon.

A tengelyszámok a völgyoldali vonatvégétől számozva.

Tengelyszám	1	2	3	4	5	6	7	8
Üres	7454	6038	7248	5760	5465	4455	3940	3940
terhelt	9415	8705	9740	9130	8021	7915	6742	6742

100 % → 21,5 mm Számít.

Miért mindig „ugyanaz a szerelvény” siklik?

- Eltérés a rugózás
 - A meggi rugók
 - Lehet az alako
azonos korúak
- A forgóvázkeret
 - biztosan etalon
 - Forgóvázkeret
kimérhető
- Az alvázkeret de
 - Mindegyik alva
 - A pálya síktorz
 - 1987
 - Megpróbáljuk
 - Ismétlődést iga



ni,

Biztonsági Ajánlás? **VAN!**

- Keresztaljmegtámasztó betontömb – sántalp minimális távolság előírás
 - 20 mm fenntartási
 - 50 mm építési
 - Kötelező légrés!
- Síktorzulás előírt mérethatárai és bázisa
 - 2m, 8,5m illetve a kéttengelyes járművekhez illeszkedő bázishosszon értelmezendő
 - Értéke a problémás síktorzulás (~20mm) kevesebb, mint 50%-a legyen 2m-en DINAMIKUSAN! (1:246 -> 1:300 fenntartási, 1:400 építési, akárcsak a villamosnál a statikus)
- Trackscan beépítése a pályafelügyeleti utasításba (jelenlegi 2005-ös)
- Dinamikus mérés megteremtése
 - Fogas forgóváz preparálása
 - Mobil mérőrendszer alkalmazása
- Gépesített aláverés, fekszintszabályozás folyamatos biztosítása (karbantartási keretszerződés rendelkezésre állásának folyamatos biztosítása)
- Forgóvázak – alvázak csavarodásának ellenőrzése főjavításkor
- Meggi-rugók válogatása, méretellenőrzése
- Kerékterhelések ciklusrendi ellenőrzése – mobil csapnyomásmérő beszerzése

Köszönöm a figyelmet!

Budapesti Közlekedési Zártkörűen Működő Részvénytársaság
Vasúti Üzemeltetési Igazgatóság
Villamos Üzemigazgatóság
Villamos Járműműszaki Főmérnökség
II. Vontatási Szakszolgálat

Rózsahegyi Károly
Szakszolgálat-vezető

A fogaskerekű járművek
„érdekes” siklásai