



FOGASKEREKŰ JÁRMŰVEK

Laczó Ferenc, Pandula József, 2018. december 5.

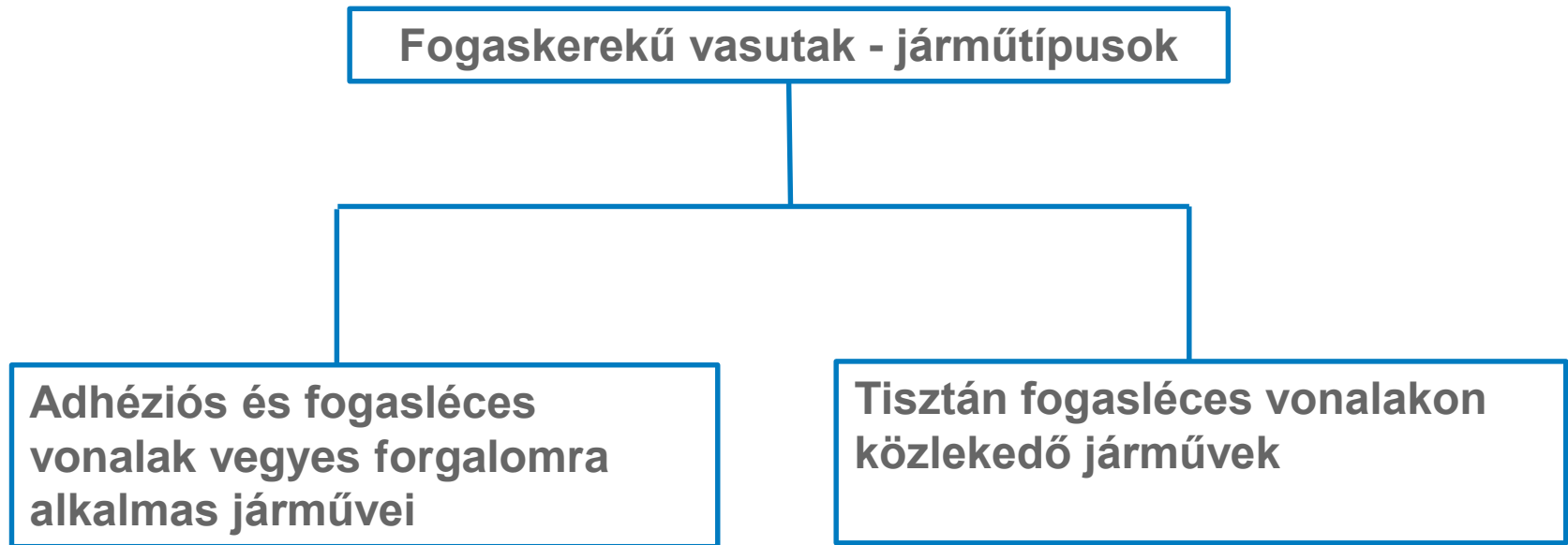
STADLER

-
- **Törvényes rendelkezések**
 - **Járműfajták / hajtóműfajták**
 - **Fékrendszerek**
 - **Szalagfék – felépítés**
 - **Öngérsztésű fékezés**

TÖRVÉNYES RENDELKEZÉSEK

- Fogaskerekű vasutakra vonatkozóan nincsenek nemzetközi rendelkezések.
- Szerte a világon a svájci BAV (Svájci közlekedési hatóság, Bundesamt für Verkehr) rendelkezéseit alkalmazzák:
 - Vasúti Szabályzat (EBV, Eisenbahnverordnung)
Vasutak építése és üzemeltetése – szabályozás
 - Vasúti Szabályzat – Végrehajtási Utasítások
(AB-EBV, Ausführungsbestimmungen)

JÁRMŰFAJTÁK / HAJTÓMŰFAJTÁK



JÁRMŰFAJTÁK / HAJTÓMŰFAJTÁK

Adhéziós és fogasléces pályákon lebonyolított forgalom számára

→ Tengelykapcsoló közbeiktatásával adhéziós vagy fogasléces pályára átkapcsolható hajtóművek



Berner Oberland Bahn (BOB)

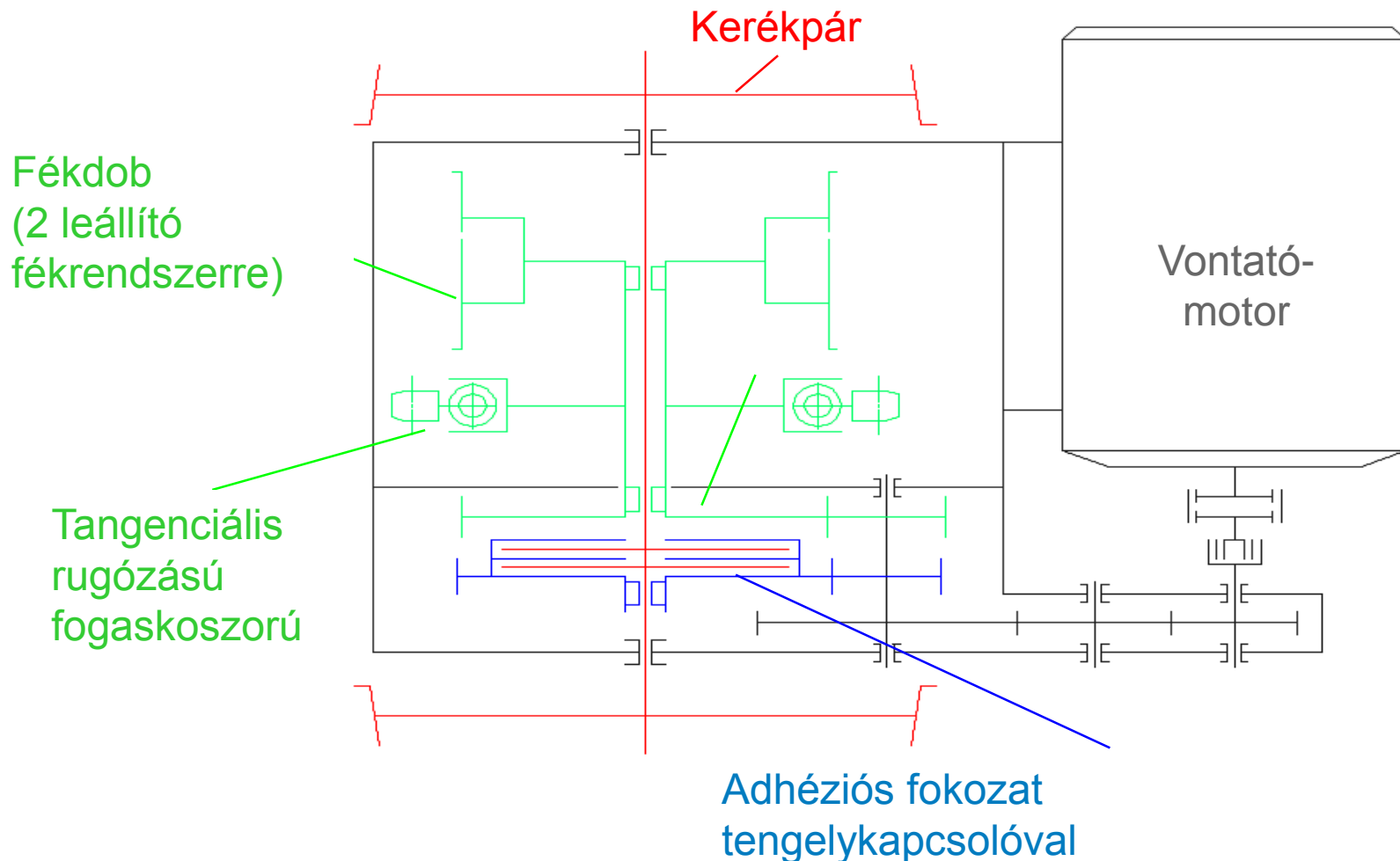


Bayrische Zugspitz-Bahn (BZB)

JÁRMŰFAJTÁK / HAJTÓMŰFAJTÁK

Adhéziós és fogasléces pályákon lebonyolított forgalom számára

→ Tengelykapcsoló közbeiktatásával adhéziós, ill. fogasléces pályára átkapcsolható hajtóművek



JÁRMŰFAJTÁK / HAJTÓMŰFAJTÁK

Adhéziós és fogasléces pályákon lebonyolított forgalom számára

→ Tengelykapcsoló közbeiktatásával adhéziós vagy fogasléces pályára átkapcsolható hajtóművek



JÁRMŰFAJTÁK / HAJTÓMŰFAJTÁK

Adhéziós és fogasléces pályákon lebonyolított forgalom számára
→ Elválasztott fogaskerekű és adhéziós hajtóművek



Diakopto-Kalavryta (OSE)



Zentralbahn (zb)

JÁRMŰFAJTÁK / HAJTÓMŰFAJTÁK

Adhéziós és fogasléces pályákon lebonyolított forgalom számára

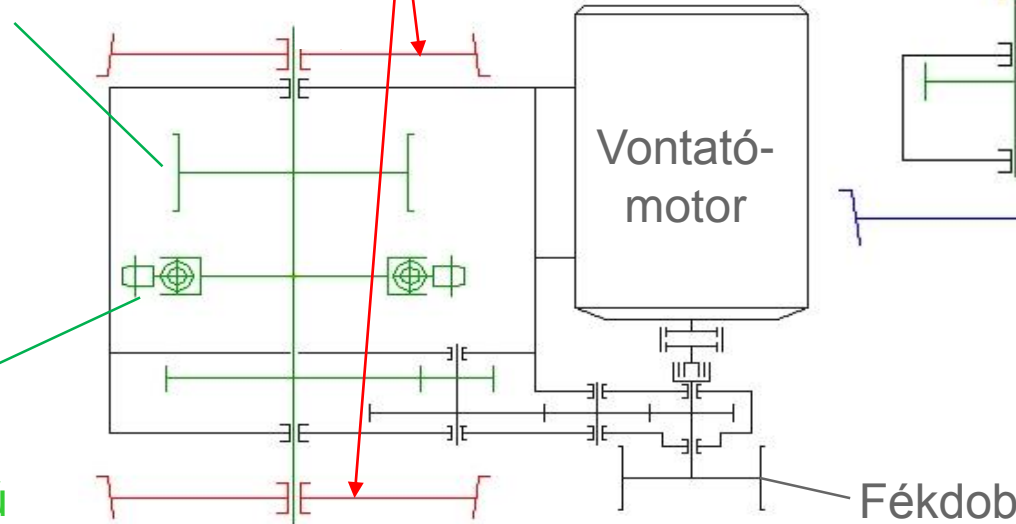
→ Elválasztott fogaskerék- és adhéziós hajtás (olcsóbb lettek a vontatómotorok és inverterek, egyszerűbb mint differenciális hajtómű)

Fogaskerék-hajtás

Függetlenül forgó
kerék

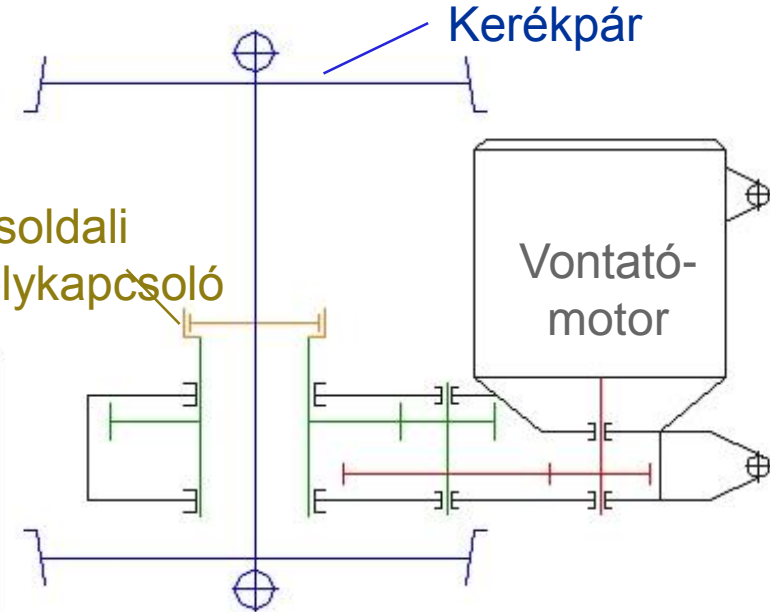
Fékdob

Tangenciális
rugózású
fogaskoszorú



Adhéziós hajtás

Kerékpár

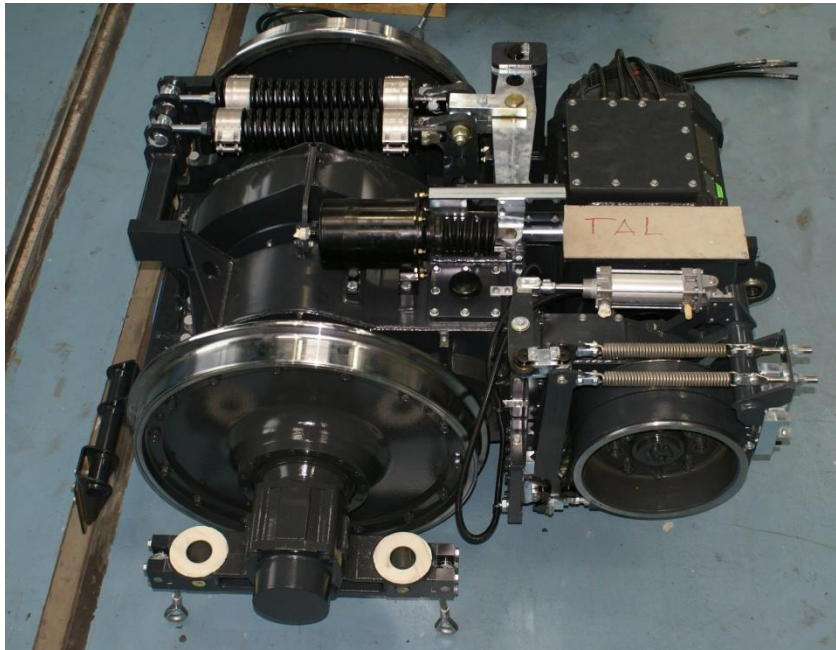


JÁRMŰFAJTÁK / HAJTÓMŰFAJTÁK

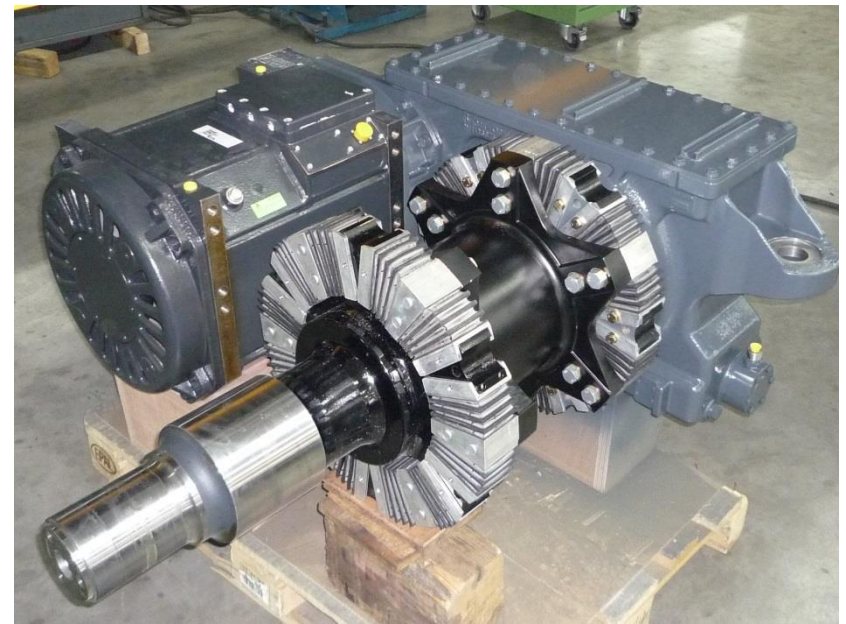
Adhéziós és fogasléces pályákon lebonyolított forgalom számára
→ Elválasztott fogaskerekes- és adhéziós hajtás

Fogaskerekes hajtás

Zahnradantrieb



Adhéziós hajtás



JÁRMŰFAJTÁK / HAJTÓMŰFAJTÁK

Csak fogasléces pályákon üzemelő járművek → Tiszta fogaskerékajtás



Jungfraubahn (JB)

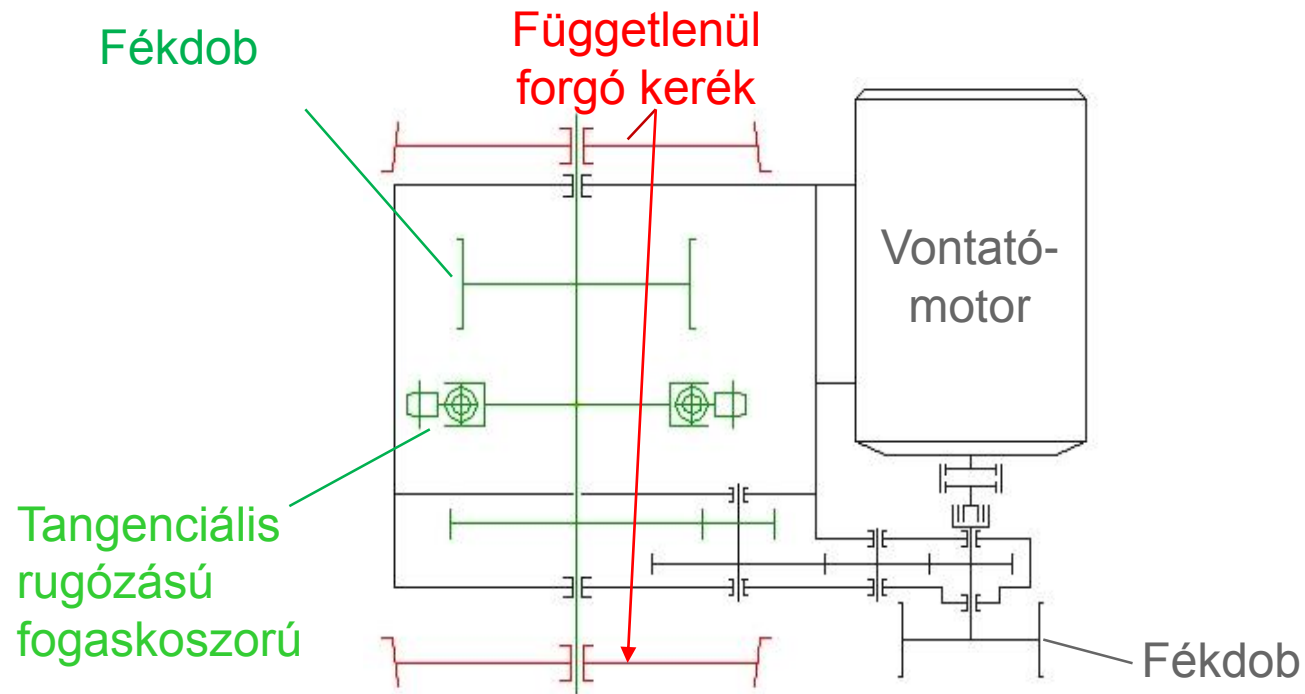
Gornergratbahn (GGB)



JÁRMŰFAJTÁK / HAJTÓMŰFAJTÁK

Csak fogasléces pályákon üzemelő járművek

→ Tiszta fogaskerék-hajtás



FÉKRENDSZEREK

Az AB-EBV dokumentumban a fogaskerekű vasutak számára előírt fékrendszerek az alábbiak:

- Két, egymástól független mechanikus – megállító - fék
- Állandó sebességet biztosító fék – *völgymenet, fékezés állandó sebességgel*

Mindkét mechanikus megállító fékkel szemben támasztott követelmények:
Egymástól független termikus terhelhetőség

- Mechanikus fékenként egymást követő három fékezés káros melegedés nélkül (max. utasterhelés, max. lejtő és max. sebesség mellett)
- A két megállítófék egyikének a kivitele kimeríthetetlen kell hogy legyen, pl. mint a rugóerőtárolós fék
- min. átlagos lassulás értéke: 0.3 m/s^2
- max. lassulás: 3.0 m/s^2

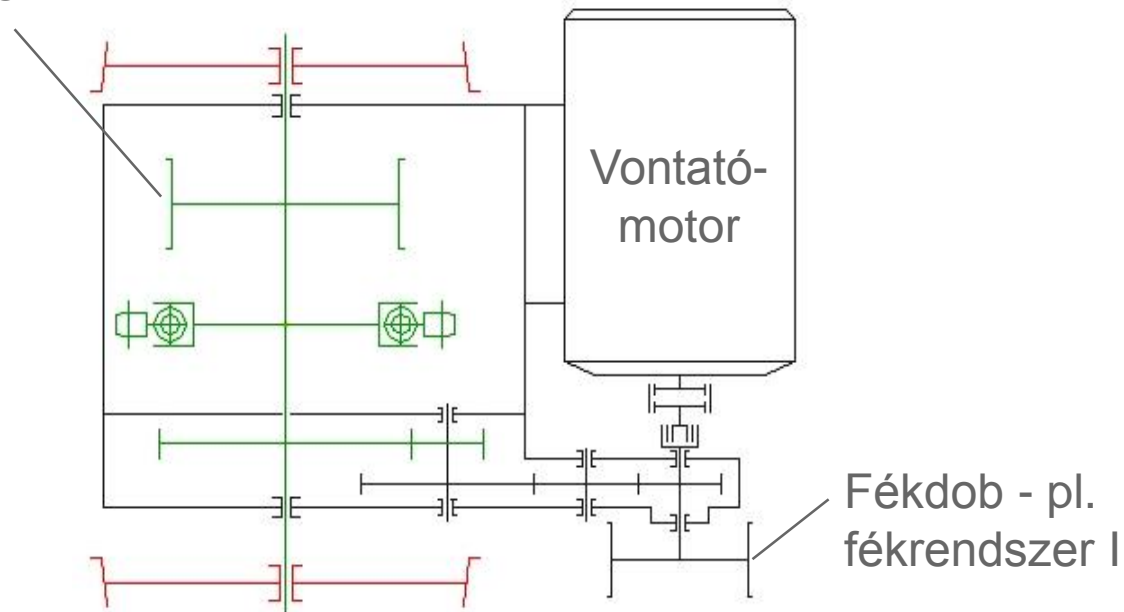
Sebességet tartó fék - követelmények:

- A normál völgymeneti sebesség teljesen terhelt szerelvény esetén fenntartható kell hogy legyen

FÉKRENDSZEREK

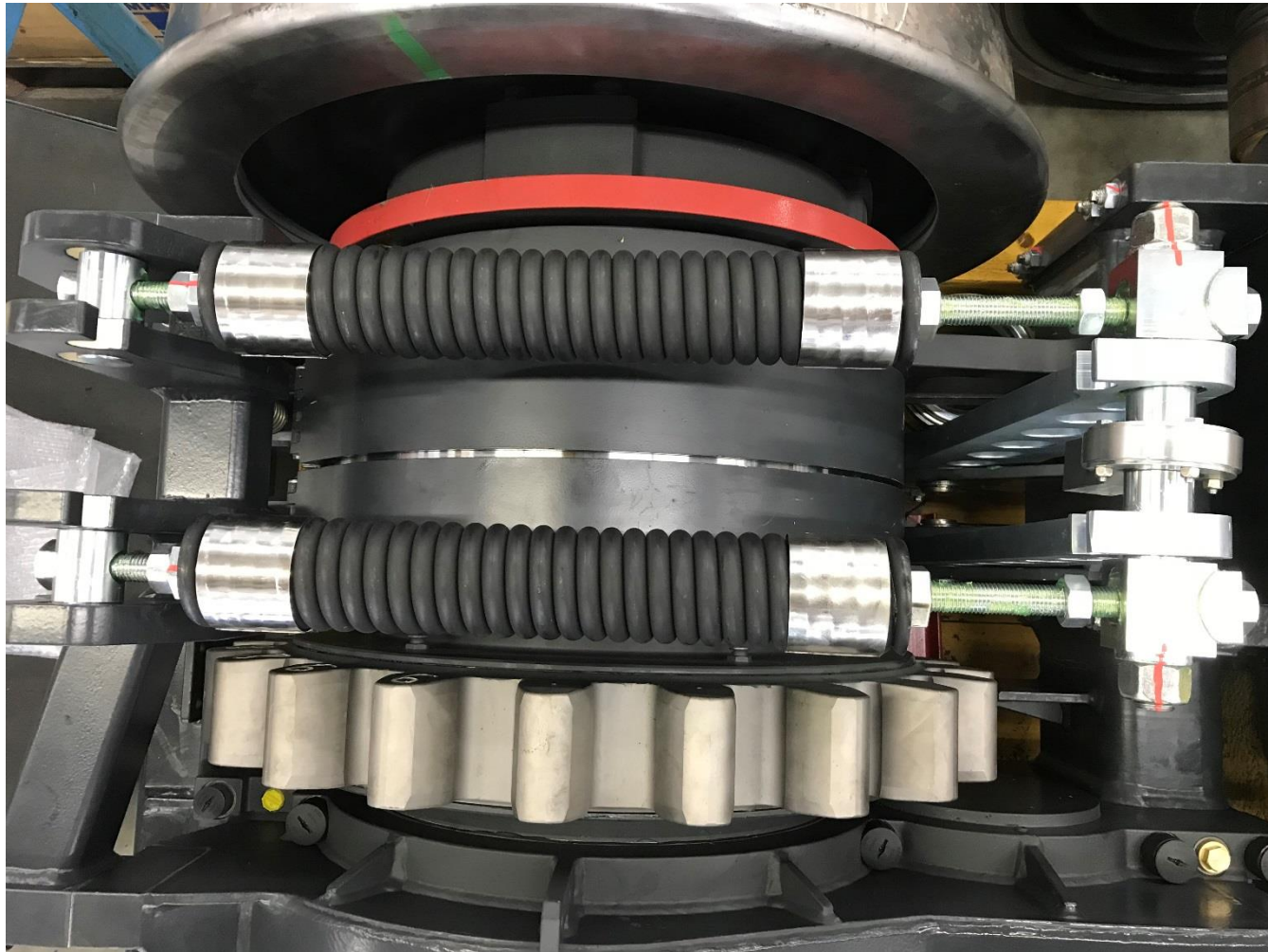
Mechanikus megállító fékeként rendszerint szalagfékeket alkalmaznak. Ezek beépítési helye rendszerint a kerékpártengely, de részben lehetséges a nagyfordulatú hajtóműtengely is.

Fékdob – pl.
fékrendszer II



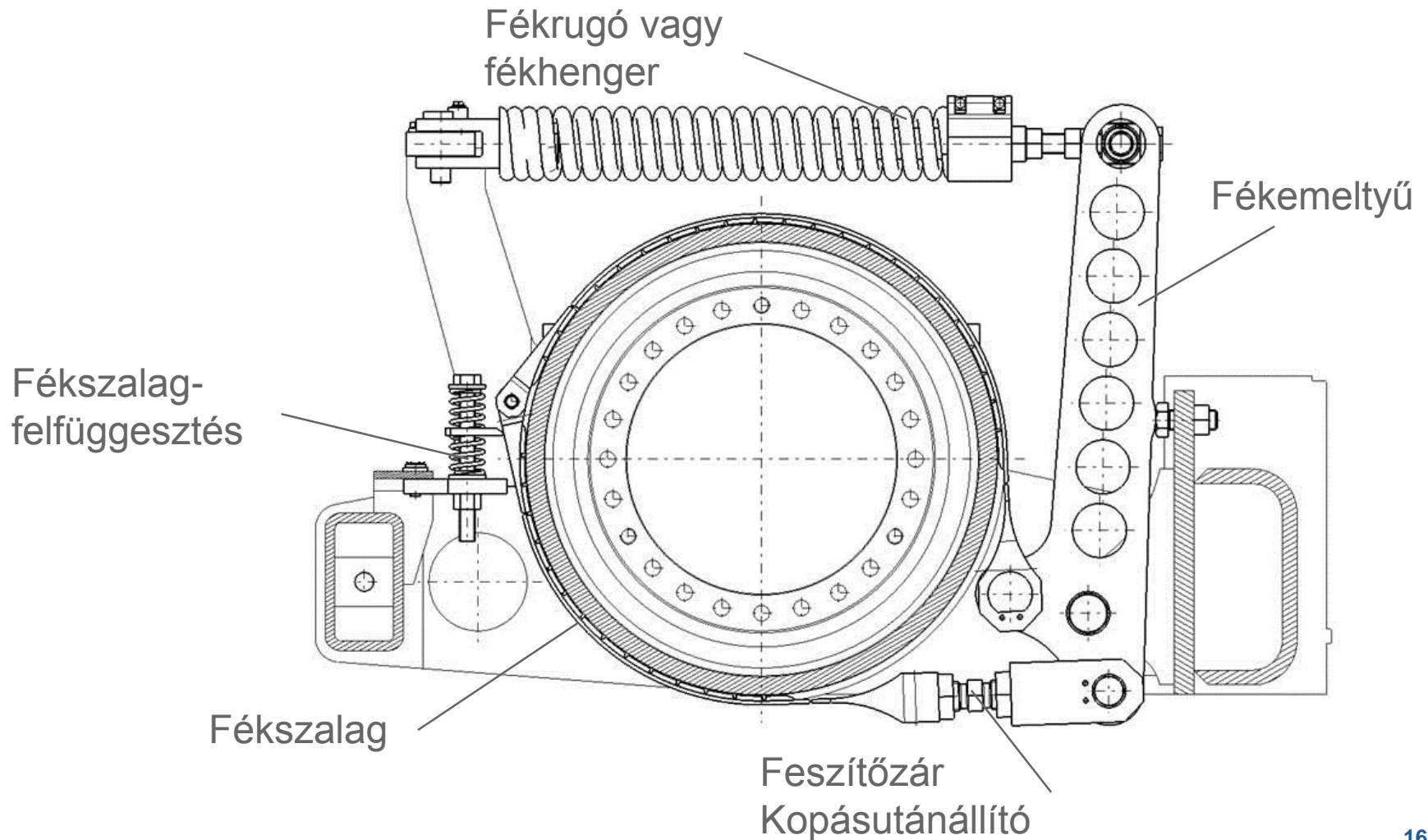
FÉKRENDSZEREK

Példa: kerékpártengelyre szerelt rugóerőtárolós egyesített szalagfék



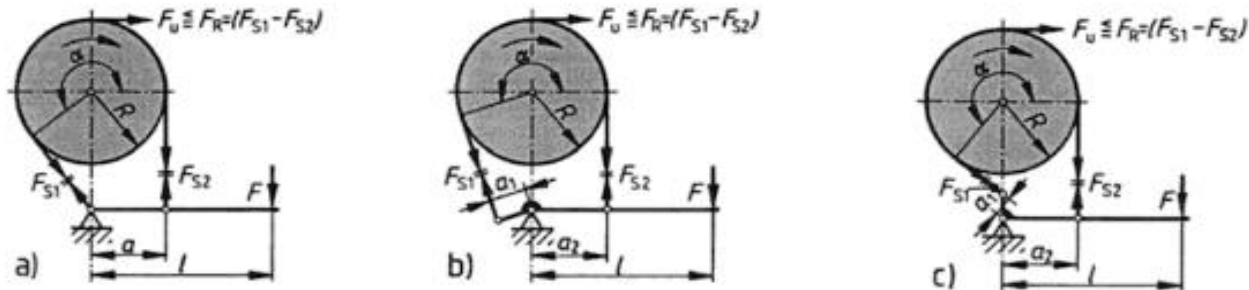
FÉKRENDSZEREK

Egyesített szalagfék – felépítés



FÉKRENDSZER - EGYESÍTETT SZALAGFÉK ELVEI

Egyesített szalagfék – tulajdonságok:



4.105

- a) egyszerű szalagfék
- b) differenciál-szalagfék
- c) egyesített szalagfék

$$(F_s \quad F_{s1} \quad F \quad F_{s2} \quad e^{\mu\alpha} \quad S2 \quad F_{s2} \quad F_{s1})$$

A fékszalagban fellépő F_s erőre $F_{s1} = F_{s2} \cdot e^{\mu\alpha}$, míg a súrlódó erőre $F_R = F_{s1} - F_{s2} \geq F_u$ érvényes. Itt F_{s1} , F_{s2} jelenti a fel-, ill. a lefutó szalagvégben fellépő erőt, α a/z körül-/átfogási szög és F_u a lefékezendő kerületi erő. A szalagfékek megkülönböztetett típusai: egyszerű (4.105a), differenciál- (4.105b) és egyesített szalagfék (4.105c). A szalagfékek eltérő típusaihoz tartozó méretezési egyenletek levezetése a 4.105 ábrán feltüntetett erők és méretek alapján lehetséges. Ellenkező forgásirány esetén felcserélődnek a szalagerők. Ezáltal az egyszerű szalagféknél jobbraforgás során a működtető erőre $F = F_r$, ill. balraforgás esetén $F = F_l$ adódik.

FÉKRENDSZEREK

Egyesített szalagfék – tulajdonságok:

- csekély beépítési térfogat mellett nagy féknyomatékok kifejtése lehetséges
- egyéb fékszerkezetekhez képest viszonylag kedvező ár
- egyszerű beállíthatóság
- idő vonatkozásában állandó fékerő (öregedésnek ellenálló)

VILLAMOS FÉKRENDSZEREK

A völgymenetre mai fogaskerekű járműveken a villamos fék kerül alkalmazásra:

Egyenáramú táplálású felsővezeték mellett általában nagyteljesítményű fékellenállásokra lesz átadva a fékenergia. Sok vasút ma rendelkezik visszatáplálásra alkalmas alállomással, így csak annyi energia lesz „elégetve”, amit nem lehet a hálózatba visszatáplálni.

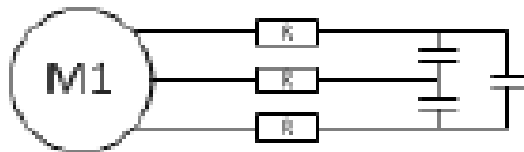
Váltakozó áram táplálású felsővezetékbe majdnem mindig lehet visszatáplálni. Ha ez valamilyen külső ok miatt nem lehetséges, akkor az öngerjesztésű fék kerül alkalmazásra.

VILLAMOS FÉKRENDSZEREK

Öngerjesztésű fékezés háromfázisú aszinkron vontatómotorokkal

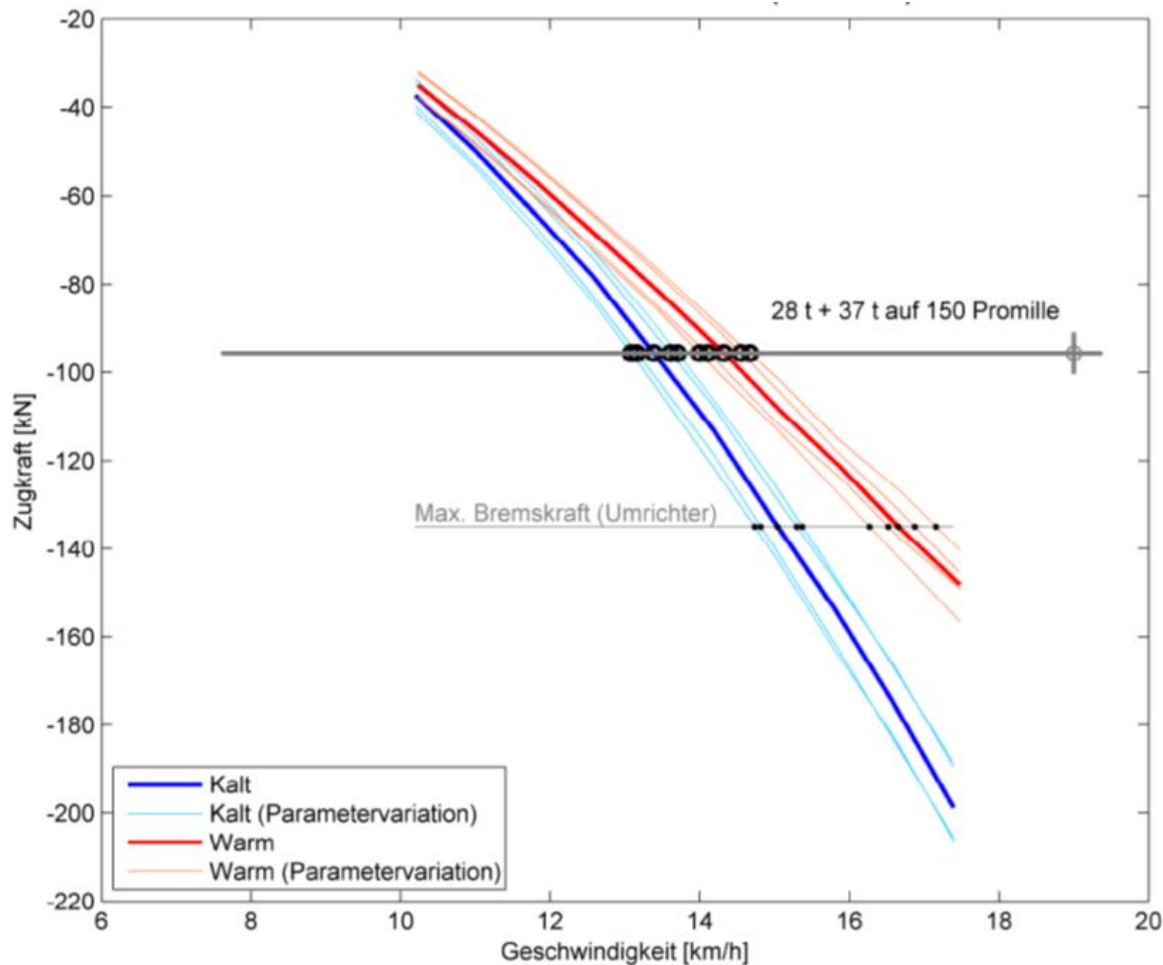
Elv

- Az előírások fogaskerekű vasutakra vonatkozóan is megköveteli, hogy az egyik áramirányító, vagy a vezérlőrendszer működésképtelensége esetén a fogaskerekű vonal a völgy felé elhagyható legyen.
- Erre a célra nem használhatók a mechanikus megállító fékrendszerek, mivel ezek nem alkalmasak az állandó sebességű menet során fellépő teljesítmény disszipálására. Ezért erre az esetre vonatkozóan is állandó sebességet biztosító villamos fékre van szükség.
- Amennyiben ez az áramirányító nem kielégítő redundanciája következtében nem lehetséges (pl. a jármű csak egy áramirányítóval rendelkezik), akkor az öngerjesztésű fék alkalmazására kerül sor.
- Ebben az esetben a vontatómotorok az áramirányítóról leválasztásra kerülnek, és a fékellenállásokkal valamint a kondenzátorokkal együtt egy háromfázisú rezonancia-áramkörrendszer elemeit képezik. Így a vontatómotorok öngerjesztésű aszinkron generátorokként működnek.



VILLAMOS FÉKRENDSZEREK

Példa: a kapcsoláshoz tartozó eredő sebesség-fékerő (V-ZB) jelleggörbék.



Zugkraft – vonórő
..auf 150 Promille – 150 o/00
Max. Bremskraft ... -
Max. fékerő (inverter)
Kalt – hideg
Kalt (zöld) – hideg
(paraméterváltozat)
Warm – meleg
Warm (pontozott) –
meleg (paraméterváltozat)

VILLAMOS FÉKRENDSZEREK

- A jelleggörbék alakja a vontatómotorok induktivitásainak, valamint a kondenzátorok és az ellenállásértékek választásának a következménye. A vonatot tehát az ezen jelleggörbék egyikének a révén meghatározott, nem szabályozható sebességgel lehet a fogasléces pálya végéig továbbítani.
- Ennek során a szükséges csökkenő fékerővel együtt, azaz laposabb szakaszokon vagy könnyebb szerelvények estén, lecsökken a sebesség.
- Álló helyzetben a fék nem működik, csak állandó sebesség esetén. Annak érdekében, hogy a villamos áramkörben létrejöjjön az öngerjedés, a vonatot nyugalmi állapotából a mechanikus fék kellő gondosságu oldásával kell ellenőrzött/felügyelt gyorsulással a későbbi állandó sebességű menethez tartozónál valamivel nagyobb sebességre gyorsítani (azaz elereszteni). A fékhatás fellépése után a mechanikus fék már teljes mértékben oldható. Megállításhoz szintén a mechanikus fék szükséges.
- Ezen üzemmódnál ügyelni kell a feltételezett áramirányító-üzemképtelenségnek a segédüzemekre kiható következményeire, pl.
 - a fékek oldásához sűrített levegőre van szükség
 - hogy rendelkezésre álljon vontatómotorok kielégítő hűtése, pl. önszellőzés révén-
 - a fékellenállásokon fellépő hőenergia elvezetése segédenergia nélkül

VILLAMOS FÉKRENDSZEREK

Megvalósítás

Az aszinkron vontatómotorokkal megvalósított öngerjesztésű (villamos) fékkapcsolása beépítésére első alkalommal a Wengernalpbahn – WAB – vasúttársaság He 2/2 31 és 32 tehervonati mozdonyai esetében került sor (1996).

Az üzemi követelményektől függően a vontatómotorok átkapcsolása az áramirányítóról az öngerjesztésű fékkapcsolás komponenseire az átkapcsoló kontaktorok közvetlen kézi működtetése révén, vagy távvezérelhetően a vezetőállásból történhet.

Ha a normál üzemhez tartozó áramirányító-kapcsoláshoz fékellenállások is tartoznak, akkor ezek az átkapcsolás révén elért összehangolt méretezésük esetén az öngerjesztésű fékkapcsolás elemeiként is alkalmazhatók. Ha normál üzemben ellenállások nem szükségesek, pl. váltakozóáramú járművek esetén, úgy az ellenállások pótlólagos beépítése szükséges.

A kondenzátorok kiegészítő beépítést igényelnek.

Példa: pótellenállás alkalmazása (MGB, Matterhorn-Gotthard-Bahn „KOMET“ motorvonat, váltakozóáramú (AC-) jármű):

VILLAMOS FÉKRENDSZEREK

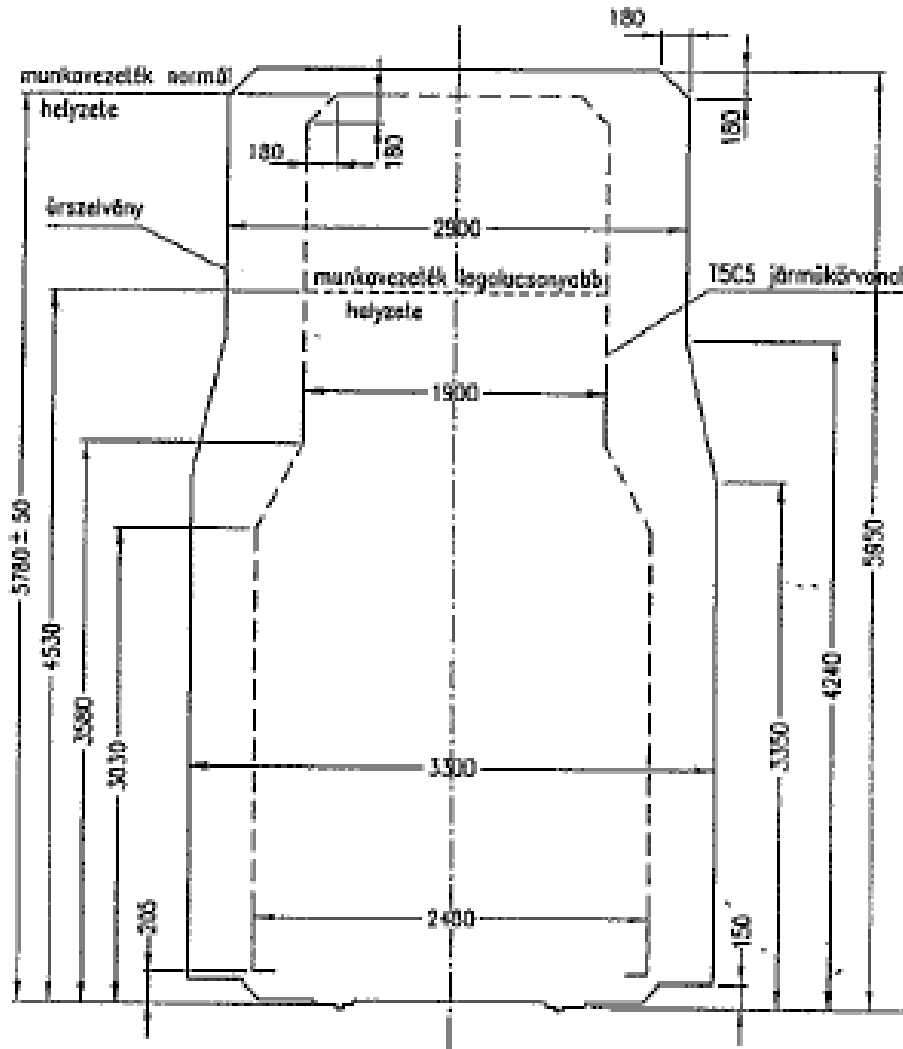


MGB BDSch 4/8



WAB He 2/2

BUDAPESTI VILLAMOS – FOGAS JÁRMŰ ELKÉPZELÉSEK



A budapesti villamosvasúti űrszelvény

BUDAPESTI VILLAMOS – FOGAS JÁRMŰ ELKÉPZELÉSEK



BUDAPESTI VILLAMOS – FOGAS JÁRMŰ ELKÉPZELÉSEK



SVÁJCI KÖZLEKEDÉSI HATÓSÁG ELŐÍRÁSA

AB 58.1.a

1	Jelen rendelkezés értelmében egy fogaskerekű jármű olyan jármű, amelynél a jármű vonó- és fékerejének az átvitele fogaslécra történik. Fogaskerekű járműnek minősülnek szintén azok a járművek, amelyeknél a vonó-, vagy a fékerők átvitelére a fogasléc alkalmazásával, valamint az adhézió kihasználásával egyidejűleg kerül sor akkor, ha az adhézió kihasználásával történő erőátvitel egyedül nem elégséges.	A	z	Z	N	S		
1.1	A fogaskerék-hajtások vonó- vagy fékerejének a meghatározásához a kerék és a sín között ténylegesen kifejtett erők vonatkozásában a legnagyobb tapadási/súrlódási tényezőhöz tartozó felvett érték menet/vontatás esetén 0,2, fékezés esetén pedig 0,15 legyen.	A	z	Z	N	S		
2	Az adhézió/tapadás kihasználásával működő azon járművek, amelyeknél az 52. cikkely 2. bekezdése szerinti biztonsági fék kialakítása fogaskerékfékként történt, az 1. pont értelmében nem minősülnek fogaskerekű járműveknek.	A	Z	Z	N	S	T	
2.1	Ezeknek azonban a (fogaskerék) kapcsolószám és a kisiklás elleni biztonság vonatkozásában meg kell felelniük a fogaskerekű járművekre érvényes előírásoknak.	A	Z	Z	N	S	T	

Jelmagyarázat: **A**=adhézió, **z** vagy **Z**=fogaskerék, **zZ**=összes lejtés, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=szabványos nyomtávolság, **S**=keskeny nyomtávolság, **T**=villamos (közúti villamosvasút), **L**=csak vontatójárművek

SVÁJCI KÖZLEKEDÉSI HATÓSÁG ELŐÍRÁSA

AB 58.2

- 1 Egyenes pályán történő haladáskor a tengelyterhelésekre vonatkoztatandó, az

$$S_Q = 1 + \frac{Q_{eff}}{Q_0}$$

összefüggéssel definiált S_Q biztonsági tényező (hosszirányú stabilitás) értéke legalább az alábbiakban közölt kell hogy legyen:

- 1.1 a 2. sebességi sorozat szerinti menetsebességek esetén 1,3
1.2 a 3. sebességi sorozat szerinti menetsebességek esetén 1,4

- 2 Mivel a kisiklások ívekben bekövetkező fellépésére általában nagyobb valószínűséggel kerül sor, ezért egy ilyen vizsgálat önmagában nem elegendő. Sokkal inkább szükséges, hogy a biztonság ellenőrzése a nyomkarima-felemelkedést előidéző erők figyelembevétele mellett fellépő kerékterhelések vonatkozásában történjen. A megfelelő S_R biztonsági tényező (kisiklás elleni biztonság) definíciója ebben az esetben

$$S_R = 1 + \frac{R_{eff}}{R_0}$$

és értéke legalább az alábbi kell hogy legyen:

z	Z	N	S		
z	Z	N	S		
z	Z	N	S		
z	Z	N	S		

KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET

