

A járóképes alvázakra épített különböző felépítményekkel kialakítható tehergépkocsik
forgalombahelyezésének hatósági eljárásához

A Horváth Mérnökiroda,

A Budapesti Műszaki Egyetem Gépjárművek Tanszéke

A Schwarzmüller Járműgyártó és Kereskedelmi Kft

Közös együttműködésben olyan automatizált műszaki szoftver rendszert fejlesztett ki,
amely nemcsak Magyarországon egyedülálló, hanem ismereteink szerint külföldön sincs
hasonló rendszer.

A következő oldalakon – figyelemmel a bizalmas szakmai kérdésekre – bemutatjuk egy
billenőputtonyos gépkocsi engedélyezési dokumentációjának néhány részletét.



Tartalomjegyzék

1. A jármű műszaki adatai :	3
1.1A járóképes alváz adatai.....	3
1.2 A felépítmény adatai	3
1.3. A teljes jármű adatai	4
Tömegadatok:.....	4
Menetkész méretek:.....	4
2. Nyilatkozatok	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Tervezői Nyilatkozat	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Gyártói Nyilatkozat.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Összeépítési Nyilatkozat	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
3 Ellenőrző számítások.....	6
3.1 Tengelyterhelés változása	6
3.2 A felépítmény súlya és a hasznos terhelés hatása a tengelyterhelésre:	7
3.3. A jármű kanyarstabilitásának ellenőrzése :	7
3.3.1 Billenési határhelyzet.....	7
3.3.2. A terhelt jármű súlypontmagassága.....	8
3.4. A jármű kanyarodási jellemzői	9
3.4.1. A belső fordulókör.....	9
3.4.2. Farseprés.....	9
3.5 A felépítményt a tkg.alvázhhoz rögzítő oldható kötések szilárdsági számítása:	9
4. Billentési stabilitás	10
4.1. A terhelt jármű súlyponthelyzete.....	10
4.2. A billentés stabilitásának ellenőrzése.	10
4.2.1. Hátrabillentés.....	10
5. Szilárdsági ellenőrzés.....	11
5.1 A segédkeret és az alváz hossztartó igénybevétele	11
5.1.1 A hossztartó keresztmetszeti jellemzőinek számítása.....	12
5.1.2 A hossztartóban ébredő feszültségek számítása	12
5.2. A billentő hidraulika munkahenger keresztartójának ellenőrző számítása.	13
5.3 Hátrabillentő tengely szilárdsági ellenőrzése.....	14
5.3.1 A számítás peremfeltételei.....	14
5.3.2 Adatok.....	15
5.3.3 A reakcióerők számítása.....	15
5.3.4 A tengelyre ható nyomaték igénybevétel számítása.....	16
5.3.5 A tengely keresztmetszeti jellemzőinek számítása	16
5.3.6 A tengelyben ébredő feszültségek számítása	17



1. A jármű műszaki adatai :

1.1A járóképes alváz adatai

Gyártmány:	MAN
Típus:	
Alvázszaám:	
Jármű fajta:	Tgk / járóképes alváz
Tengelyek száma:	4
Kerekek száma:	8x4
Geometriai tengelytáv(ok):	1795 + 3205 + 1400 mm
Mechanikai tengelytáv	4803 mm
Nyomtáv(ok):	2400 / 2200 mm
Mellső kinyúlás	1475 mm
Vezetőfülke hossza	1900 mm
A teljes jármű legnagyobb megengedett hossza:	10057 mm
A teljes jármű legnagyobb megengedett szélessége:	2550 mm
Tömegközéppont magasság:	881 mm
A csupasz alváz tömege:	10560 kg
Alváz tengelynyomása elől:	6700 kg
Alváz tengelynyomása hátul	3860 kg
Műszakilag megengedett össztömeg:	41000 kg
Tengely/tengelycsoport műszakilag megengedett legnagyobb terhelése:	
Elöl:	15000 kg
Hátul	26000 kg
Jogszabályban megengedett össztömeg:	30000 kg
Megengedett tengelyterhelés elől:	16000 kg
Megengedett tengelyterhelés hátul:	16000 kg
Gumiabroncs mérete elől	
Gumiabroncs mérete hátul	
Gumiabroncs gördülő sugara:	519
Fékrendszer típusa:	Kétkörös légfék

1.2 A felépítmény adatai

A felépítmény gyártmánya:	Schwarzmüller
Típusa:	
Jellege:	Háttra billenő
Rakfelület hossza:	6498 mm
Rakfelület szélessége	2550 mm
Felépítmény magassága	1500 mm
Felépítmény tömege	3588 kg



MAN gyártmányú járóképes alvázra épített hátrabillentő felépítmény

1.3. A teljes jármű adatai

Tömegadatok:

A teljes jármű saját tömege (felépítménnyel, vezető nélkül) [kg]::	14198 kg
Ennek megoszlása a tengelyek között [kg]:	
Mellső tengely(csoport):	7626 kg
Hátsó tengely(csoport):	6572 kg
Szállítható személyek száma:	1
Tömege:	75kg
Ennek megoszlása a tengelyek között	
Mellső tengely(csoport):	103 kg
Hátsó tengely(csoport):	-28 kg
Hasznos terhelhetőség:	15727 kg
Ennek megoszlása a tengelyek között	
Mellső tengely(csoport):	6271 kg
Hátsó tengely(csoport):	9456 kg
Megengedett legnagyobb össztömeg:	30000 kg
Ennek megoszlása a tengelyek között	
Mellső tengely(csoport):	14000 kg
Hátsó tengely(csoport):	16000 kg

Menetkész méretek:

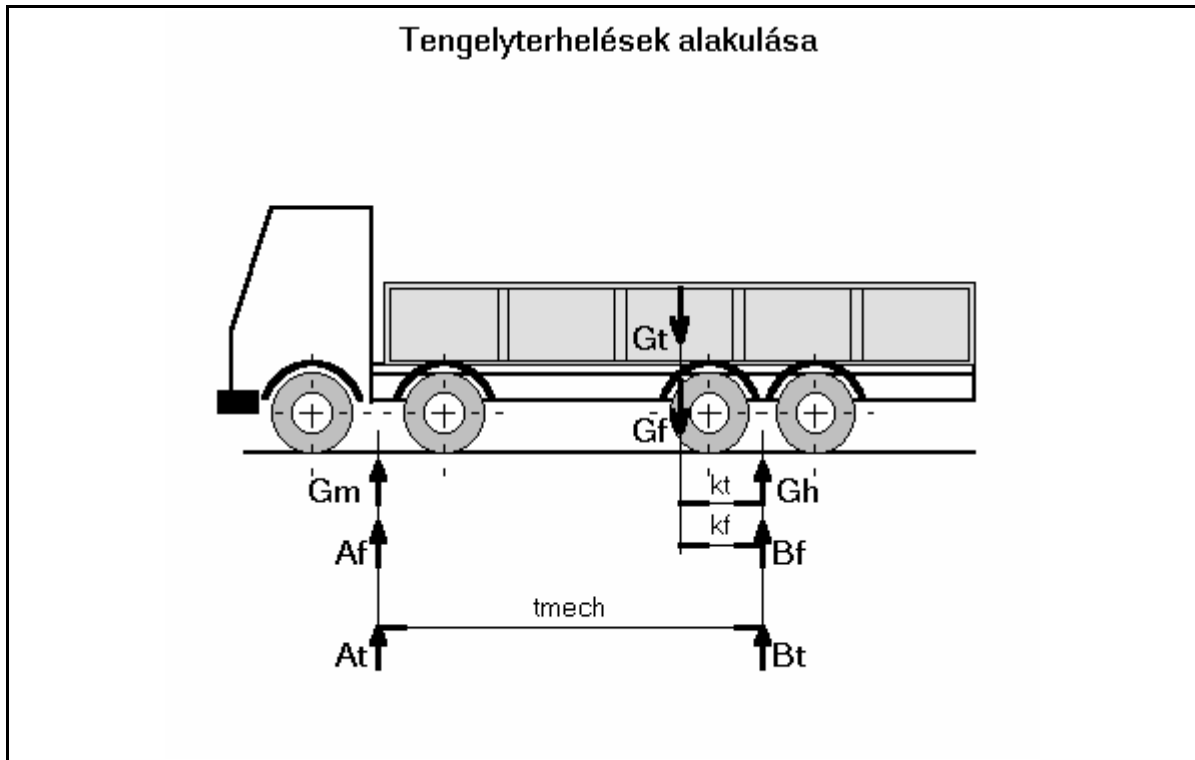
Legnagyobb hosszúság ::	9318 mm
Teljes szélesség :	2550 mm
Teljes magasság:	3200 mm
Hátsó kinyúlás a B2 tengely mögött:	1443 mm



MAN gyártmányú járóképes alvázra épített hátrabilentő felépítmény

3 Ellenőrző számítások

3.1 Tengelyterhelés változása



Mellső tengelyterhelés felépítmény nélkül :	$G_M = 6700 \text{ kg.}$
Hátsó tengelyterhelés felépítmény nélkül :	$G_H = 3860 \text{ kg.}$
A járóképes alváz tömege :	$G_A = 10560 \text{ kg.}$
A felépítmény tömege :	$G_F = 3588 \text{ kg}$
A hasznos terhelés tömege	$G_T = 15727 \text{ kg}$
Mechanikai tengelytáv	$t_m = 4803 \text{ mm}$
Felépítmény hatásvonalának karja	$k_f = 1106 \text{ mm}$
A hasznos terhelés hatásvonalának karja	$k_t = 1900 \text{ mm}$



MAN gyártmányú járóképes alvázra épített hátrabillentő felépítmény

3.2 A felépítmény súlya és a hasznos terhelés hatása a tengelyterhelésre:

Nyomatékok az A és a B tengelyegység talppontjára:

$M_A = (t_m - k_f) \times G_f - t_m \times B_f = 0$	Ebből	$B_f = (t_m - k_f) \times G_f / t_m$
$M_B = t_m \times A_f - k_f \times G_f = 0$	Ebből	$A_f = k_f \times G_f / t_m$
$M_A = (t_m - k_t) \times G_t - t_m \times B_t = 0$	Ebből	$B_t = (t_m - k_t) \times G_t / t_m$
$M_B = t_m \times A_t - k_t \times G_t = 0$	Ebből	$A_t = k_t \times G_t / t_m$

Az egyes összetevők hatását a tengelynyomások alakulására az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

	Tömeg [kg]	Mellső tengely [kg]	Hátsó tengely [kg]
Járóképes alváz	10560	6700	3860
Felépítmény és segédalváz	3588	942	2646
Felépítménnyel felszerelt jármű	14198	7626	6572
Mellső tengely előírt legkisebb terhelése		2840	
Szállítható személyek	75	103	-28
Hasznos terhelés	15727	6271	9456
A jármű össztömege	30000	14000	16000
Mellső tengely előírt legkisebb terhelése		6000	
Műszakilag megengedett max értékek	41000	15000	26000
Rendeletileg megengedhető értékek	30000	16000	16000

Kormányozhatósági követelmény, hogy a kormányzott tengelyek tengelynyomása üresen és terhelve egyaránt

- 2 tengelyes jármű esetében leglább a teljes tömeg 25 %-a
- 3 vagy többtengelyes jármű esetében leglább a teljes tömeg 20 %-a legyen

3.3. A jármű kanyarstabilitásának ellenőrzése :**3.3.1 Billenési határhelyzet**A jármű akkor van a billenés határán, ha az F_c centrifugális erő billentő nyomatéka éppen egyenlő az F_s súlyerő stabilizáló nyomatékával

$$F_c \times H = F_s \times B_0/2$$

Az F_c centrifugális erő maximális értéke a keréken fellépő tapadási erő lehet. Ennél nagyobb erő esetén ugyanis a jármű a kanyarban kicsúszik. A számításokat közepes kopottságú útfelületre $\mu_{CS} = 0,65$ tapadási tényezővel végezzük. Ekkor

$$F_c = F_t = \mu_{CS} \cdot M \cdot g = 0,65 \cdot M \cdot g$$

MAN gyártmányú járóképes alvázra épített hátrabillentő felépítmény
Visszatérve az előző egyenletre és beírva, hogy az F_S súlyerő $F_S = M \cdot g$

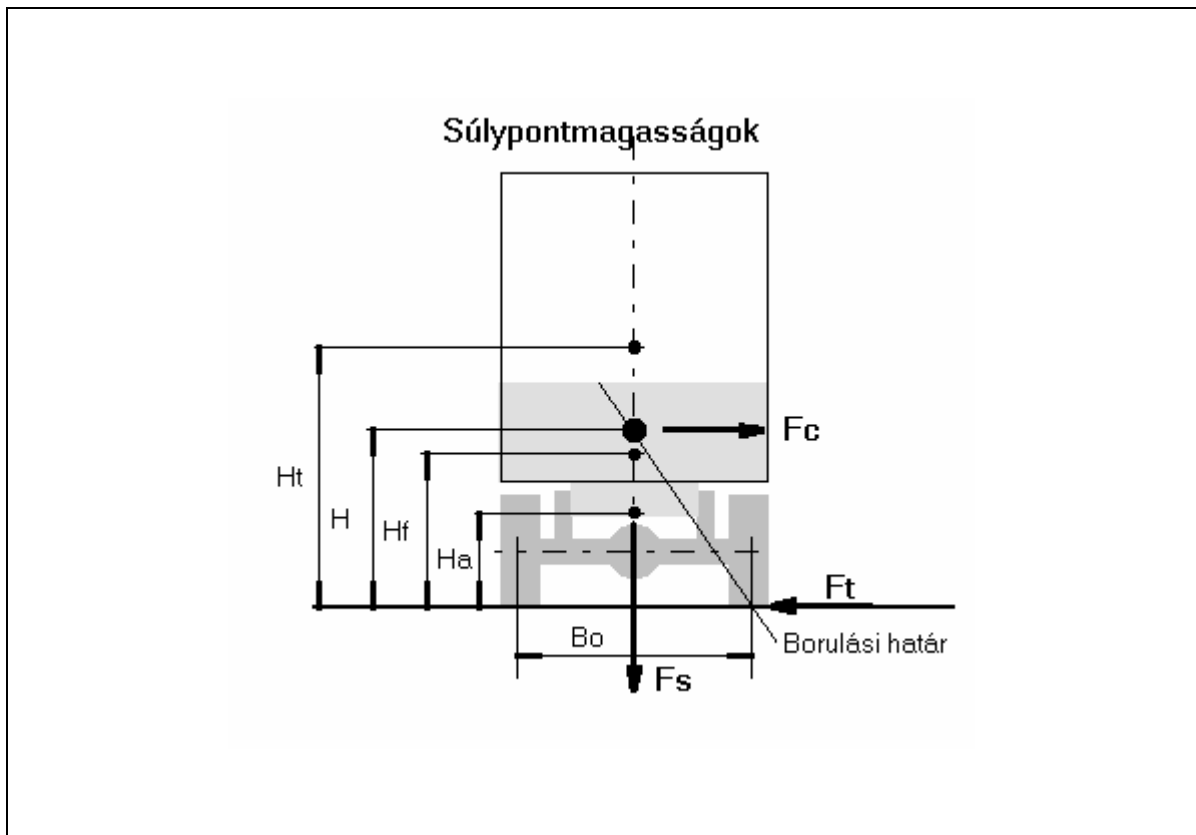
$$0,65 \cdot M \cdot g \cdot H = M \cdot g \cdot B_o / 2$$

a még megengedhető legnagyobb súlypontmagasság ebből számítható. Boruláskor a támaszreakció kitolódik a kerék külső szélére, ezért a B_o nyomtávot átlagosan 2500 mm-rel véve figyelembe H_{max} értéke

$$H_{max} = B_o / (2 \cdot 0,65) = 1920 \text{ mm}$$

3.3.2. A terhelt jármű súlypontmagassága

A súlypontszámítás adatait a következő ábrán foglaltuk össze



	Súlypont magasság [mm]	Tömeg [kg]
Alváz és személyek	$H_a=881$	10635
Felépítmény és segédalváz	$H_f=1515$	3588
Hasznos teher	$H_t=2140$	15727
Teljes jármű üresen	$H=1012$	14273
Teljes jármű terhelve	$H=1601$	30000
Borulási határ	$H_{max}=1920$	

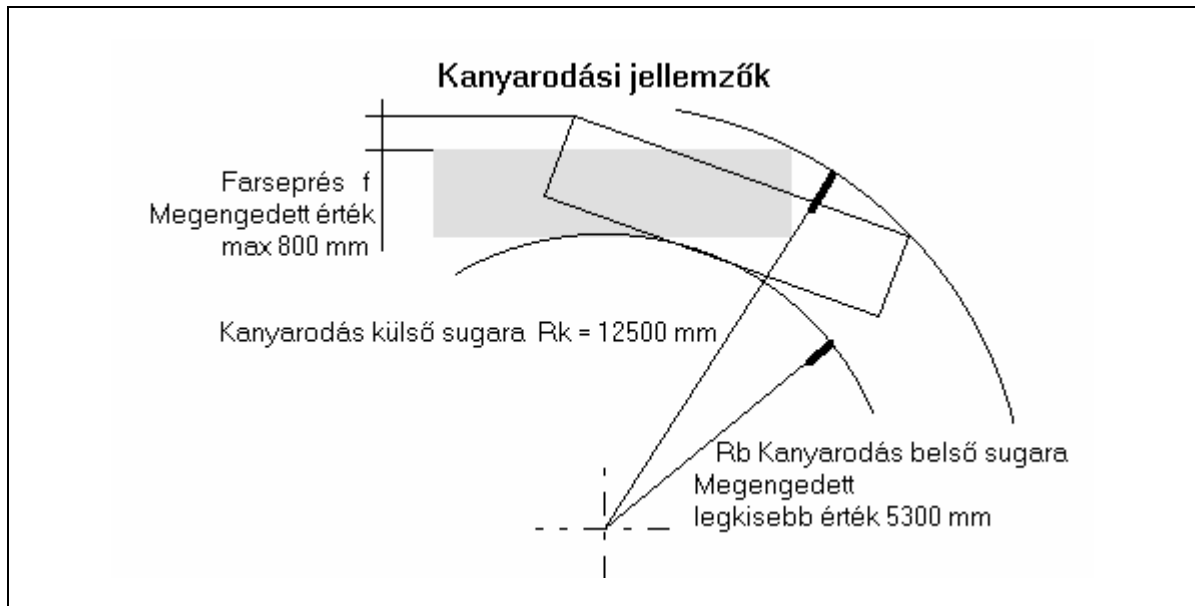
A jármű súlypontja üresen és terhelve egyaránt alacsonyabb, mint a borulási határhoz tartozó érték, tehát a jármű kanyarban korábban kezd kicsúszni, mint felborulni.

3.4. A jármű kanyarodási jellemzői

3.4.1. A belső fordulókör

12500 mm sugarú külső fordulókörön a belső fordulókör sugara, $R_b = 8247$ mm

A megengedett legkisebb fordulókör sugár: 5300 mm ; 8247 mm > 5300 mm, **tehát megfelelő!**



3.4.2. Farseprés

A farseprés értéke $f = 211$ mm

A megengedett legnagyobb farseprés állóhelyzetből: 800 mm > 211 mm, **tehát megfelelő!**

A megengedett legnagyobb farseprés egyenesmenetből: 600 mm > 211 mm, **tehát megfelelő!**

3.5 A felépítményt a *tgk.alvázhoz rögzítő oldható kötések szilárdsági számítása:*



4. Billentési stabilitás

4.1. A terhelt jármű súlyponthelyzete

A jármű hátrabilenése szempontjából az a legkritikusabb helyzet, ha feltételezzük, hogy a billentés során a puttony üritése nem kezdődik meg, és a teljes teher a puttonnyal együtt úgy mozog, mintha belefagyott volna. A terhelt jármű súlypont távolsága ekkor a hátsó tengelyközéptől előre:

$$S = (k_a \cdot G_a - k_{bill} \cdot G_p) / G_{össz} = 1153 \text{ mm}$$

A fejezet további részleteit nem közöljük

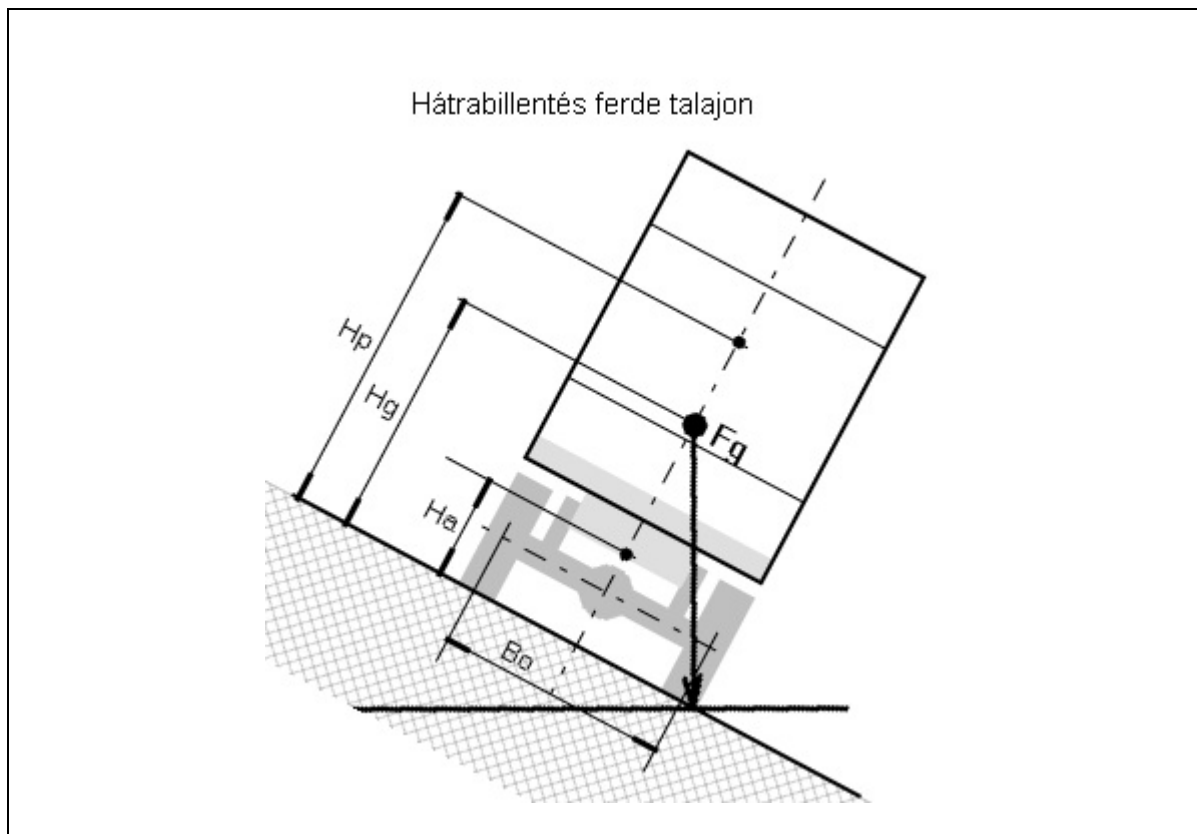
4.2. A billentés stabilitásának ellenőrzése.

4.2.1. Hátrabilentés

Feltételezzük, hogy a billentés során a teher tömegközéppontja a felépítményhez viszonyítva változatlan marad. A hátrabilentett felépítmény és a hasznos teher (együttesen: a terhelt puttony) súlypontmagassága:

$$H_p = h_v + \sqrt{s_v^2 + s_H^2} \times \sin\left(\gamma + \text{Arctg} \frac{s_v}{s_H}\right) = 4473 \text{ mm}$$

A fejezet további részleteit nem közöljük



A fejezet további részleteit nem közöljük

Ezzel a borulási határszög

$$\alpha = \text{Arctg} \frac{B_0}{2 \times H_g} = 21^\circ$$

és a 21 fok alatti ferdeségű talajon a rakomány még a jármű felborulása nélkül hátrabillenthető, ami a megkívánt 9-15°-os határérték felett van, tehát **megfelel**.

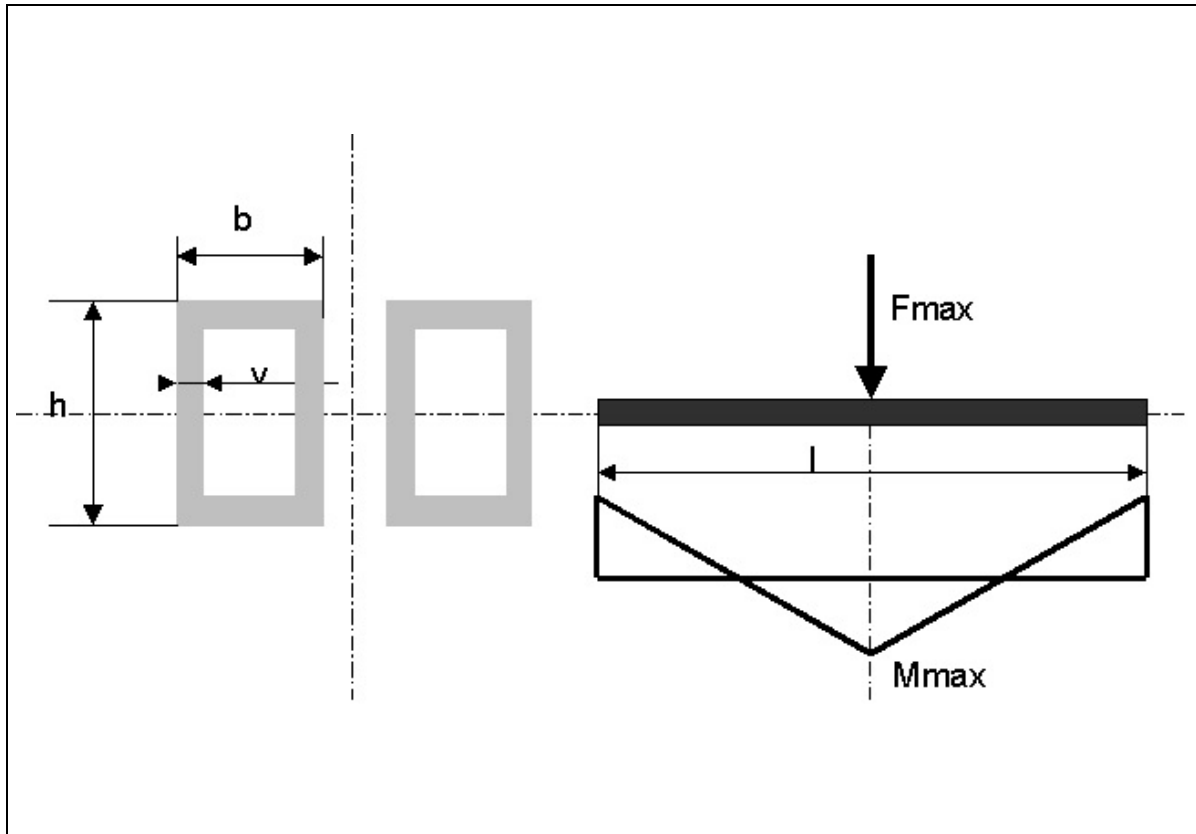
5. Szilárdsági ellenőrzés

5.1 A segédkeret és az alváz hossztartó igénybevétele

A jármű hossztartóira ható terhelések felvételénél az előzőekben számított értékeket vesszük alapul

MAN gyártmányú járóképes alvázra épített hátrabillentő felépítmény

5.2. A billentő hidraulika munkahenger kereszttartójának ellenőrző számítása.





MAN gyártmányú járóképes alvázra épített hátrabillentő felépítmény

A keresztartó másodrendű nyomatéka a súlyponti tengelyre:

$$J_x = 1904 \text{ cm}^4$$

A keresztartó keresztmetszeti tényezője a szélső szátra:

$$K_x = 272 \text{ cm}^3$$

A hajlító nyomaték:

A fejezet további részleteit nem közöljük

A határfeszültség értéke $\sigma_h = 400 \text{ MPa}$ és ezzel a biztonsági tényező:

$$i_s = \frac{\sigma_h}{\sigma_r} = 1.94$$

tehát a keresztartó az előfordulható maximális terhelést adó üzemiállapotban is biztonsággal megfelel

5.3 Hátrabillentő tengely szilárdsági ellenőrzése.

5.3.1 A számítás peremfeltételei

Az ellenőrző számítást a csőszelvényű hátrabillentő tengelyre végezzük, feltételezve, hogy a terhelő erők a csőtengely végén hatnak, a reakció erők pedig a segédváz

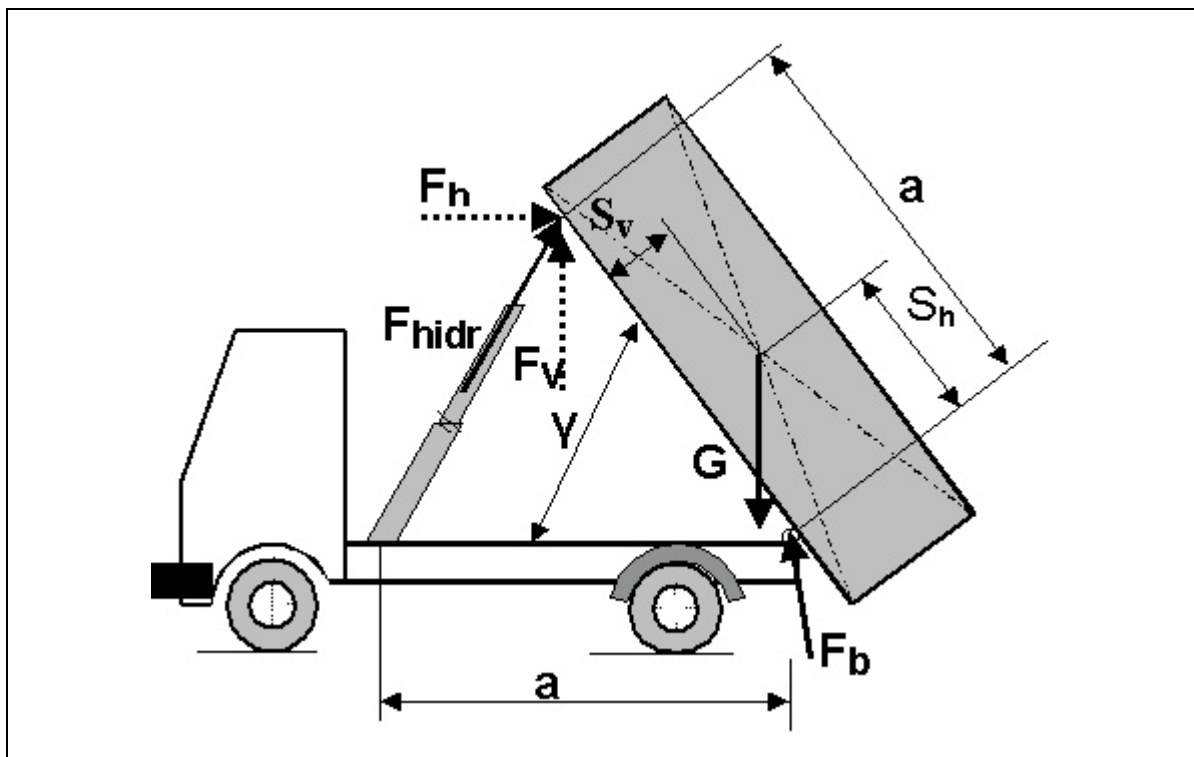
A fejezet további részleteit nem közöljük

5.3.2 Adatok

A terhelt felépítmény tömege:	$G =$	
A billentő hidraulika támadási pontjának távolsága a hátrabillentő tengelytől:	$a =$	
A terhelt felépítmény súlyponttávolsága a hátrabillentő tengelytől:	$s_h =$	
A terhelt felépítmény súlypontmagassága a hátrabillentő tengelytől:	$s_v =$	
A hátrabillentési szög:	$\gamma =$	
A segédváz hosszartók (reakcióerők) távolsága egymástól:	$c =$	
A terhelő erők hatásvonalának távolsága egymástól:	$l =$	
A hátrabillentő tengely kialakítása:		
A hátrabillentő tengely külső átmérője:	$D =$	
Falvastagsága		
A tengely anyaga: varrat nélküli acélcső		
Határfeszültség :	$R_e =$	
Dinamikus tényező:		

5.3.3 A reakcióerők számítása

A hátrabillentett felépítmény



Jelölések:

F_{hidr}	A hidraulikus munkahenger billentőereje
F_h	Ennek vízszintes komponense
F_v	A függőleges komponense
F_b	A billentő tengely támasztóereje

MAN gyártmányú járóképes alvázra épített hátrabillentő felépítmény

A billentési tengely – mint forgáspont körül – a hidraulika F_{hidr} erejének nyomatéka a G súlyerő nyomatékával tart egyensúlyt. Ebből F_{hidr} számítható:

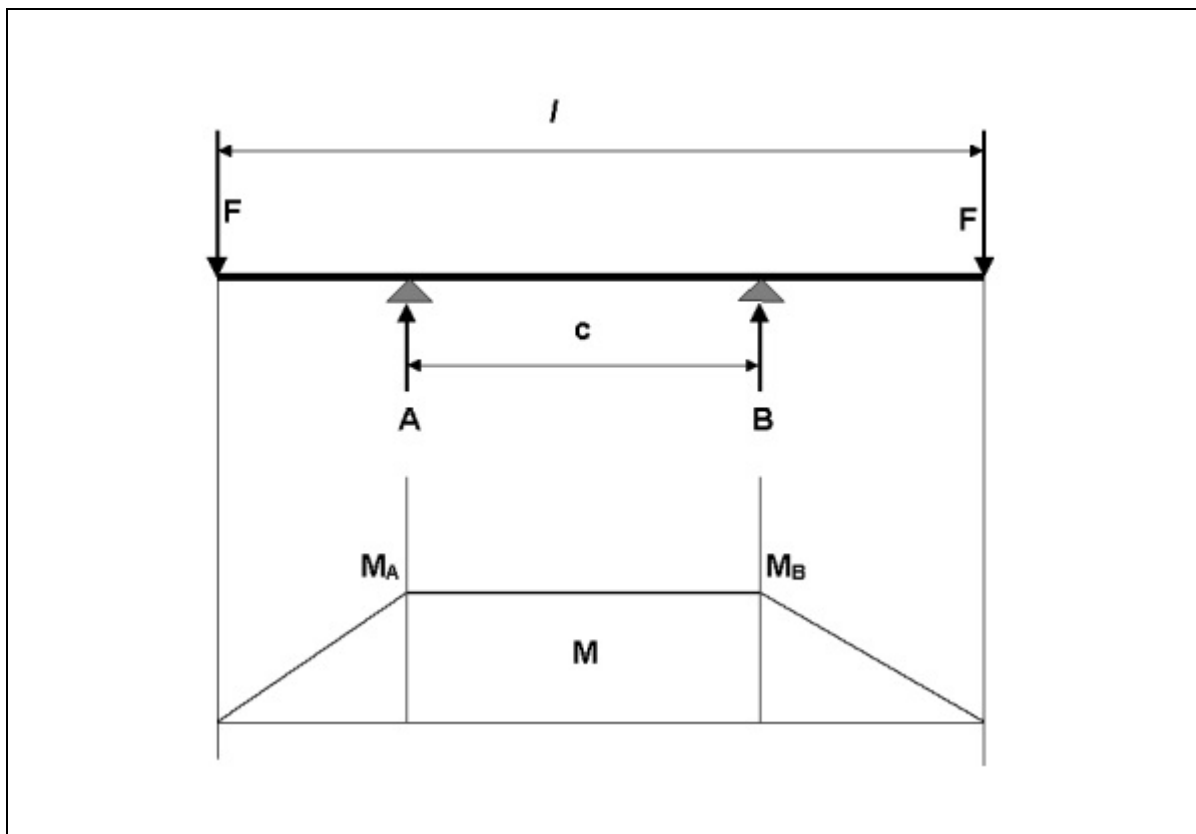
A fejezet további részleteit nem közöljük

Ezekkel a billentési tengelyt terhelő támaszerő számítható

$$F_b = \sqrt{(G - F_v)^2 + (Fh)^2} = 106504 \text{ Newton}$$

5.3.4 A tengelyre ható nyomaték igénybevétel számítása

A billentő tengely terhelése és nyomatékeloszlása



A fejezet további részleteit nem közöljük

5.3.5 A tengely keresztmetszeti jellemzőinek számítása

A másodrendű nyomaték:



MAN gyártmányú járóképes alvázra épített hátrabillentő felépítmény

$$I_x = \frac{(D^4 - d^4)\pi}{64} = \dots\dots\dots \text{cm}^4$$

A keresztmetszeti tényező szélső szálla :

$$K_x = \frac{2J_x}{D} = \dots\dots\dots \text{cm}^3$$

5.3.6 A tengelyben ébredő feszültségek számítása

Az alátámasztás helyén ébred a legnagyobb feszültség, amelynek értéke:

A fejezet további részleteit nem közöljük