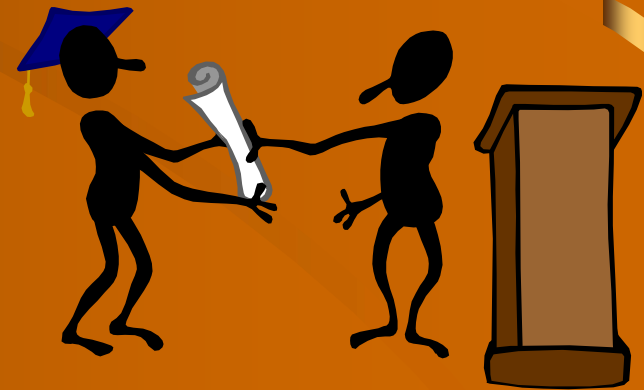


Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



# LENGÉSCSILLAPÍTÓ DIAGNOSZTIKA



*Előadó: Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*A lengéscsillapító diagnosztika a közlekedésbiztonsági diagnosztika egyik legfontosabb eleme.*

*A lengéscsillapító feladata:*

- Kényelmi (lengéskényelem) szempontok:*

*Kis értékű függőleges irányú elmozdulásoknál (kis keréksebességeknél) a karosszérialengések amplitúdójának optimális értéken tartása.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



- *Talperő-stabilitás biztosítása:*

*Nagyobb értékű függőleges kerékelmozdulásoknál a talpponti terhelésingadozás csökkentése*

***KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI SZEMPONT ⇒ TAPADÁS***

***A lengéscsillapítónak mindkét célt el kell látnia!***

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



## *LENGÉSKÉNYELEM*

*Az emberi szervezet lengésérzékenysége*

*Az emberi szervezet lengésérzékenysége frekvenciafüggő:*

- *15 - 18 Hz*                      *lengést érzékelünk*
- *18 - 1500 Hz*                      *a bőrfelület rezgést érzékel*

*Előadó: Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*Az emberi szervezet különösen azokra a frekvenciákra érzékeny, amelyeknél egyes testrészei rezonanciába jönnek.*

*EZEKET TEHÁT KERÜLNI KELL.*

*Az emberi testrészek rezonancia frekvenciái:*

*Fej: 1,8 .. 2,0 Hz és 20 Hz*

*Mell: 4,5 ... 5,0 Hz*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



## *LENGÉSKÉNYELMI MUTATÓK*

*A lengéskényelmi mutatók a jármű függőleges irányú lengéseit értékelik*

*JAVASOLHATÓ ÖNFREKVENCIA ÉRTÉK*

$$f_0 = 0,75 \dots 1,45$$

*(Alatta tengeri betegség, felette rázás-érzet jön létre.)*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*A VDI 2057 sz. ajánlás szerinti "K" lengéskényelmi mutató*

$$K = \frac{18}{\sqrt{1 + 0,01 \cdot f^2}} \cdot D_z$$

*(Harmonikus lengésekre érvényes)*

*f - lengésfrekvencia [Hz]*

*D<sub>z</sub> - lengésgyorsulás szórás [m/s<sup>2</sup>]*

*Gépjárművekre ajánlott értékek:*

*K = 10 ... 25*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*Az ISO 2631 sz. ajánlás szerinti "Dze" lengéskényelmi mutató*

*(Ez a 4 ... 8 Hz-es sávba redukált lengésgyorsulás szórás)*

*Redukciós képlet:*

$$D_{ze} = \sqrt{\sum_{i=1}^n a_i^2 \cdot D_{zi}^2}$$

$$\left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

*$D_{zi}$  - az  $i$ -edik frekvenciasávhoz tartozó lengésgyorsulás szórás*

*$a_i$  - az  $i$ -edik frekvenciasávhoz tartozó súlyozó tényező  
(táblázatban adott)*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*Jellegzetes redukált lengésgyorsulás értékek:*

- *0,10 m/s<sup>2</sup> - a lengés még fáradtság nélkül elviselhető*
- *0,315 m/s<sup>2</sup> - az adott szintű munkavégző képesség még változatlan*
- *0,630 m/s<sup>2</sup> - felső határ (egészségkárosodás nélkül)*

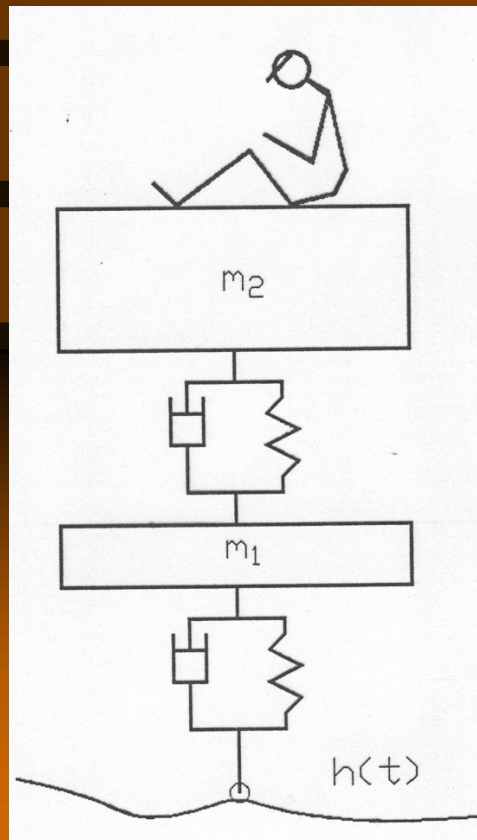
Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## TALPERŐ STABILITÁS

*A gépjármű felfüggesztésének lengéstani modellje (szgk.)*



*felépítmény 1 ... 1,7 Hz*

*lengéscsillapító  
+rugó  $c = 200 \dots 258 \text{ N/cm}$*

*rugózatlan  
tömeg 12 ... 15 Hz*

*gumiabroncs  $c = 1200 \dots 1900 \text{ N/cm}$*

*útprofil = GERJESZTÉS*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



*Széchenyi István Egyetem, Győr*

*A legkellemetlenebb lengést az önfrekvenciával megegyező gyakorisággal ismétlődő egyenetlenségek vagy pl. a kerék kiegyensúlyozatlanságából adódó erőhatások válthatják ki.*

*A kerék lengése közben - a gumiabroncs rugalmassága miatt - változik a gumiabroncs görbülési sugara is.*

*Ha a jármű sebessége állandó, akkor*

- BENYOMÓDOTT ABRONCS  $\Rightarrow$  nagyobb  
kerékfordulatszámot igényel  $\Downarrow$*

***GYORSÍTJA A KEREKEKET***

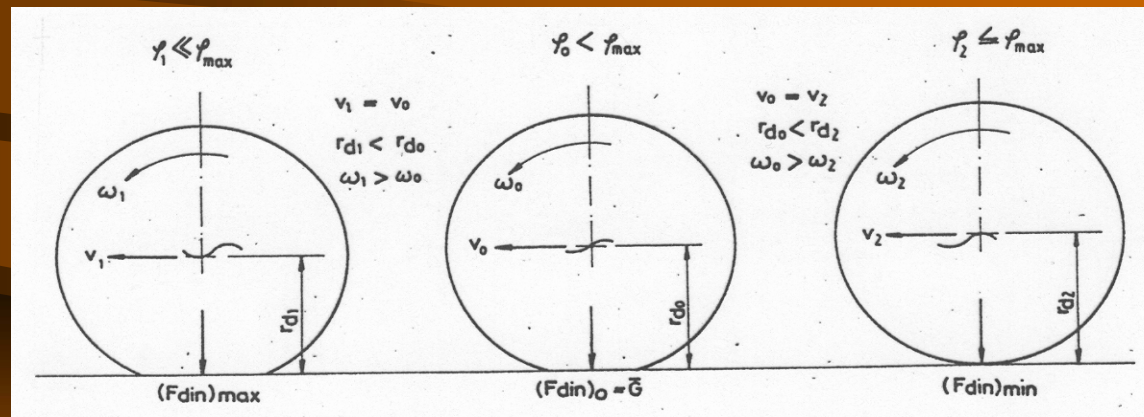
Előadó: Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens



Széchenyi István Egyetem, Győr

- FELFELÉ MOZDULÓ KERÉK*  $\Rightarrow$  *kisebb*  
*kerékfordulatszámot igényel*  $\Downarrow$

**FÉKEZI A KERÉKET**



*A szögsebességet csökkentő erőhatás pillanatnyi kerék megcsúszásokat okozhat, emiatt az abroncs futófelülete sokszögletű alakra kopik. A megcsúszások pillanatában nem marad oldalvezető erő - a jármű kisodródhat.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



## *LENGÉSCSILLAPÍTÁSI IGÉNY*

### *LENGÉSTANI JELLEMZŐK*

#### *1. Relatív csillapítási tényező*

$$D = \frac{1}{2} \cdot \frac{k}{\sqrt{c \cdot m}}$$

*Ahol:  $k$  [Ns/m] - a lengéscsillapítóra jellemző relatív csillapítási tényező*

*$c$  [N/m] - rugóállandó*

*$m$  [kg] - tömeg*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



## *2. Nagyítási tényező*

$$\mu = \frac{A}{q}$$

*Ahol: A - a rendszer lengési amplitúdója  
önfrekvencián történő gerjesztéskor*

*q - gerjesztő amplitúdó*

$$D = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{A}{q}\right)^2 - 1}}$$

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



Széchenyi István Egyetem, Győr

$$\mu = \frac{A}{q} = \sqrt{1 + \frac{1}{4 \cdot D^2}}$$

*D* értékét a szakirodalom 0,25 ... 0,35 közé helyezi.

*Visszaszámolva:*

$$D = 0,25 \quad \Rightarrow \quad \mu = 2,236$$

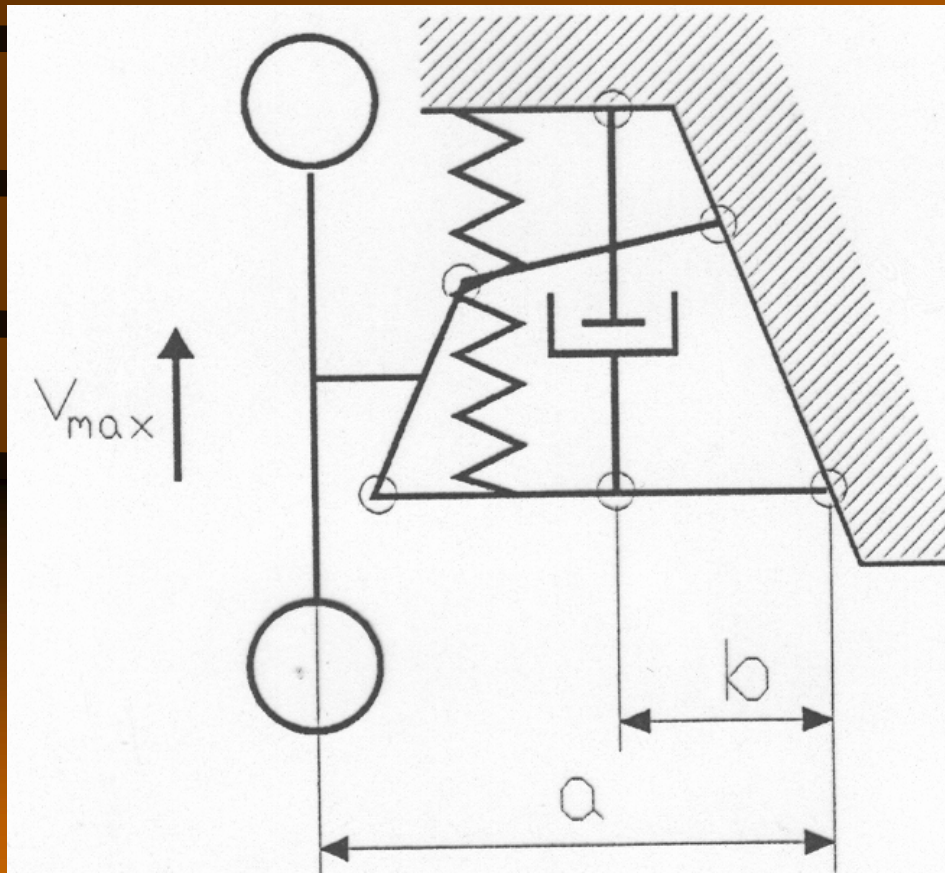
$$D = 0,35 \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,73$$

*Tehát a gerjesztett amplitúdó max. 2,236-szorosa lehet a gerjesztő amplitúdónak.*

*Minimálisan pedig 1,73-szorosa kell, hogy legyen ahhoz, hogy a rendszer ne legyen túlcscillapított.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



$V_{kerék,max} = 0,7 \dots 1,5 \text{ m/s}$   
(kritikusan gerjesztett jó  
lengéscsillapító)

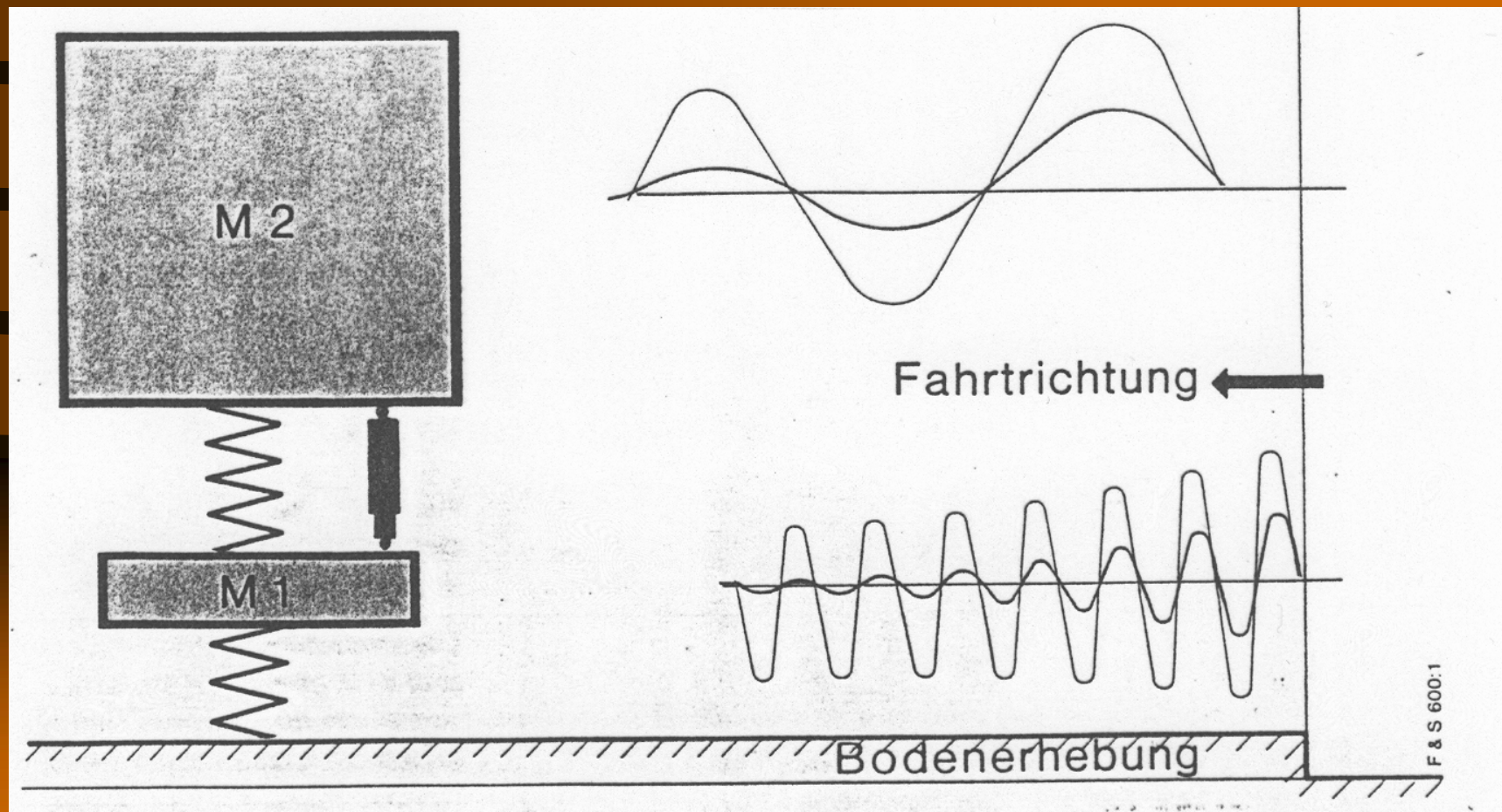
$$i = b/a$$

$$V_{kerék,max} \cdot i = V_{lcs,max}$$



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr

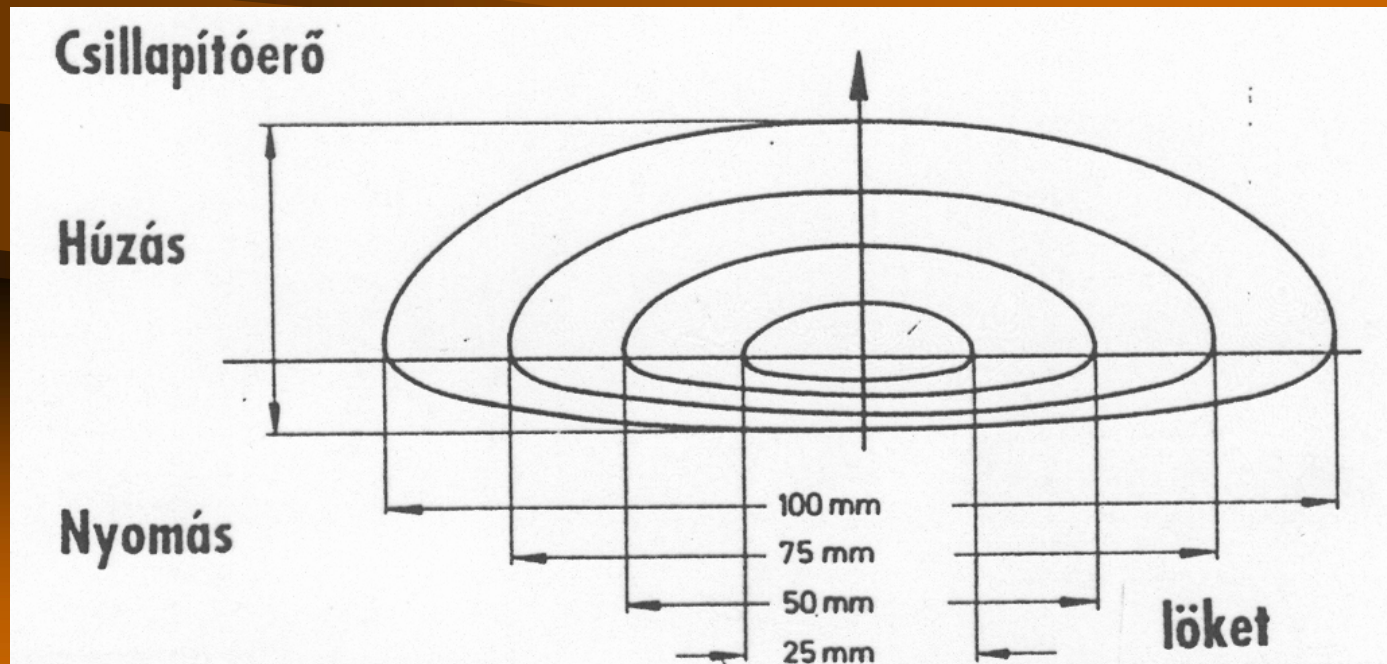


Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



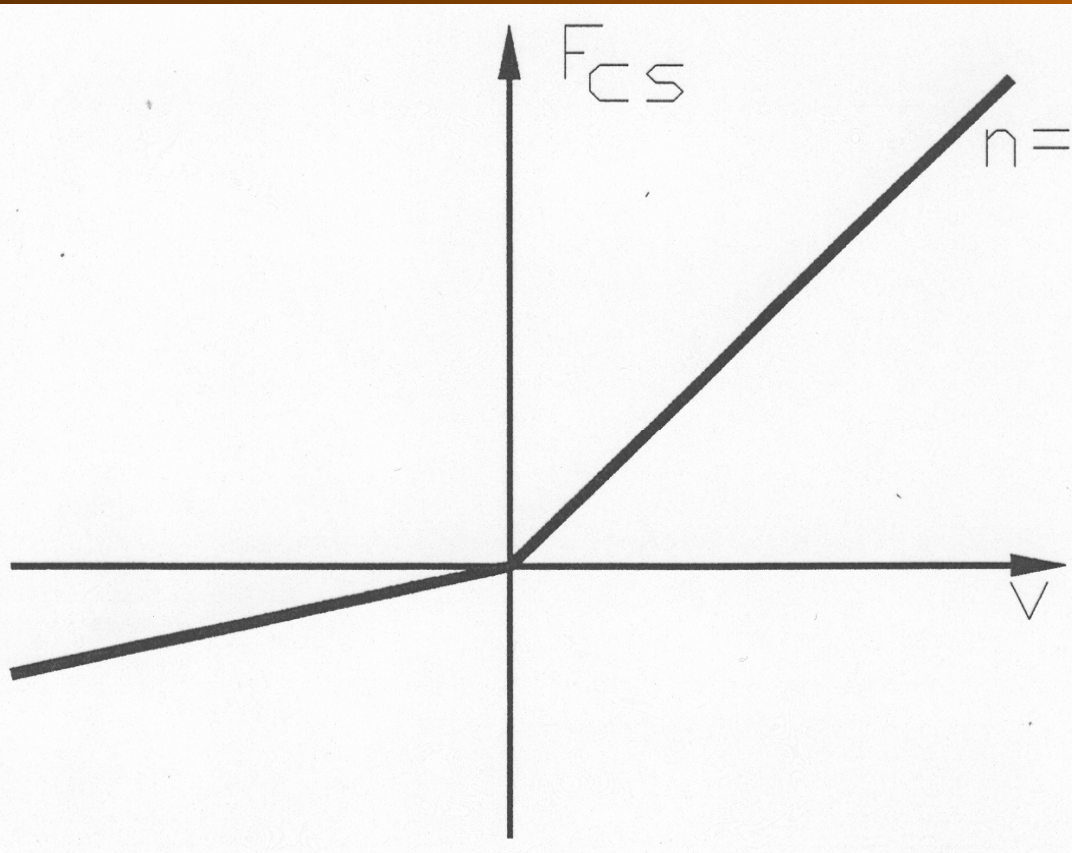
Széchenyi István Egyetem, Győr

*Kiépített lengéscsillapító vizsgálat esetén be kell tudni állítani a beépítésből származó  $V_{lcs,max}$  értéket és ekkor mérni a csillapító erőket.*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*A csillapító erő:*

$$F_{cs} = k \cdot v^n$$

*k - csillapítási tényező*

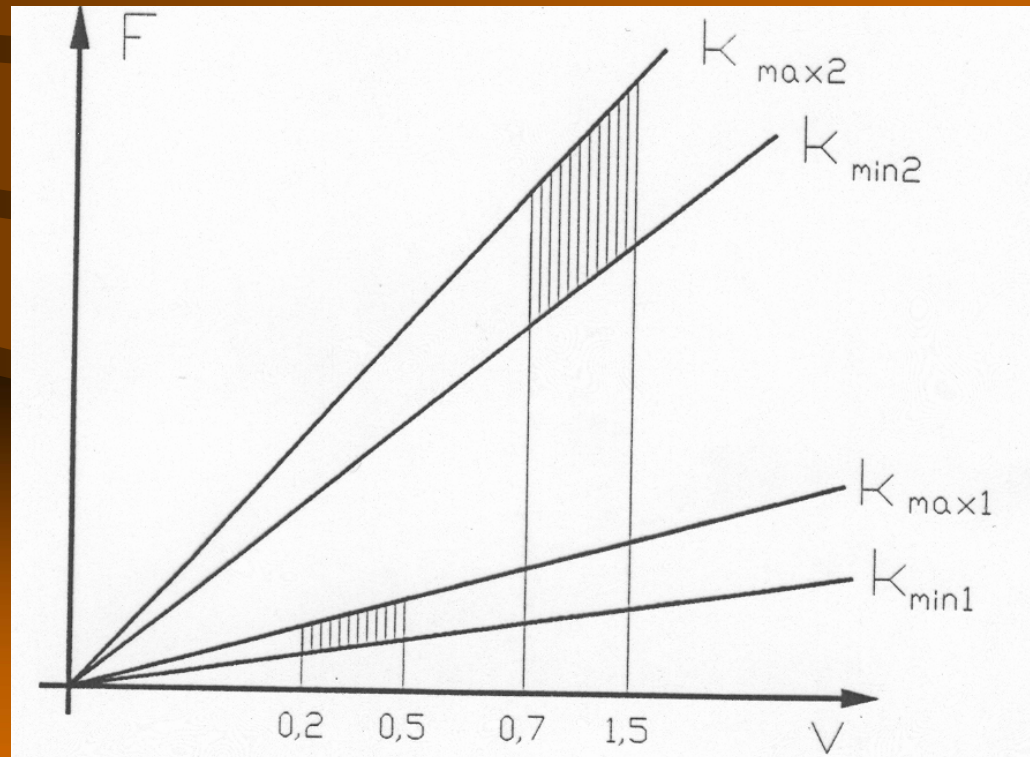
*n - a sebességfüggést  
figyelembe vevő tényező*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## LENGÉSCSILLAPÍTÁSI IGÉNYMEZŐ

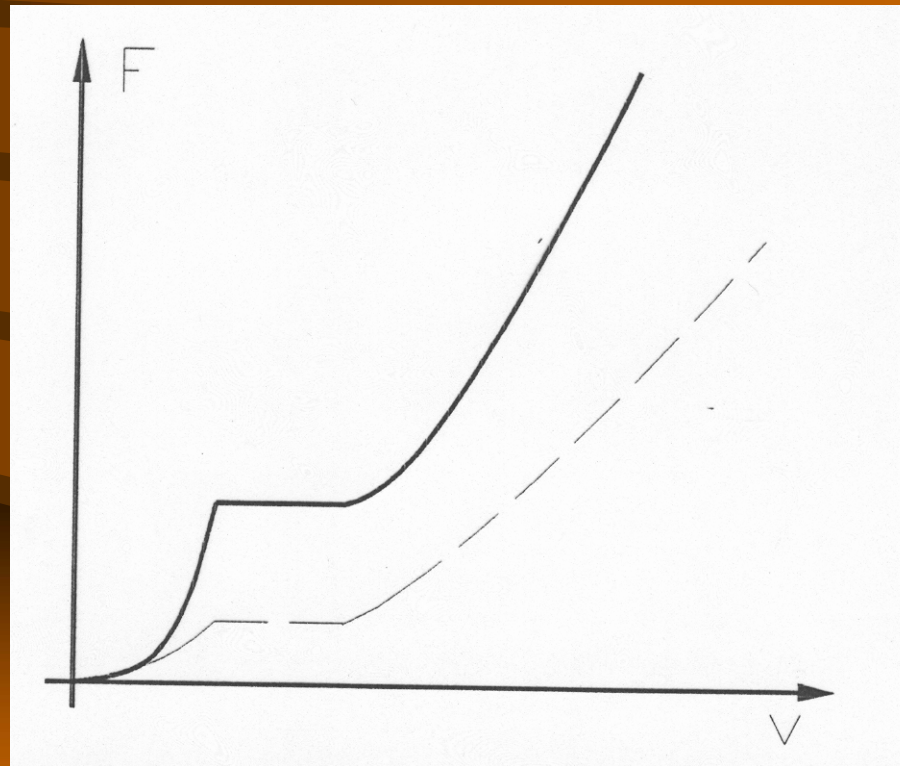


Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



*Az igényt csak TÖBBFOKOZATÚ lengéscsillapítóval lehet kielégíteni.*



*A lengéscsillapító vizsgálata csak akkor kielégítő, ha az ún. KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI TARTOMÁNYBAN minősít.*

*Előadó: Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*A lengéscsillapító vizsgálata beépített állapotban:*

- *Lengéscsillapító vizsgálat a gépjármű ejtésével  
(csak a lengéskényelmi tartományt értékeli)*
- *Lengéscsillapító vizsgálat a kerék lengetésével  
(a nagyítási tényezőt értékeli - BOGE)*

*Dinamikus talperőingadozás mérés*

*(EUSAMA)*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



### *Miről ismerhető fel a hibás lengéscsillapító?*

- A kerék "pattog" menet közben. Ez a jelenség, amely haladás közben a leginkább észrevehető.*
- Hullámosra kopott abroncs-futófelület és szaggatott féknyom.*
- Lengéscsillapítónál tapasztalható olajnyomok, amely egyszerű szemrevételezéssel állapítható meg.*
- A jármű valamely tengelye körüli "meghintáztatásával". Amennyiben ugyanis a jármű lenyomás után egyszer felfelé túllendül az egyensúlyi helyzeten, majd ezt követően nyugalomba kerül, akkor valószínűleg hibátlanok az adott lengéscsillapítók.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## ***HIBÁS LENGÉSCSILLAPÍTÓRA VISSZAVEZETHETŐ PROBLÉMÁK***

*A menetkomfort terén:*

- útegyenetlenségen történő áthaladáskor hosszú ideig tartanak a járműfelépítmény utólengései,*
- a gyors egymásutánban következő útegyenetlenségek a felépítmény hintázásához vezetnek.*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



### *A menetbiztonság terén:*

- megnövekedett fékút,*
- rossz útfekvés,*
- elégtelen tapadási viszonyok.*

*(A fenti hátrányok elsősorban a járműkerék ugrálásának, pattogásának köszönhetőek. Ameddig ugyanis a kerék a levegőben van, addig nem vihető át semmiféle erő az útra.)*

### *A futómű terén:*

- az útegyenetlenségek miatt lengésbe jövő kerekek a felfüggesztést és a kormány szerkezetet "rángatva" járulékos igénybevételt okoznak. Megnö a csapágyak és a gömbcsapok kopása.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr

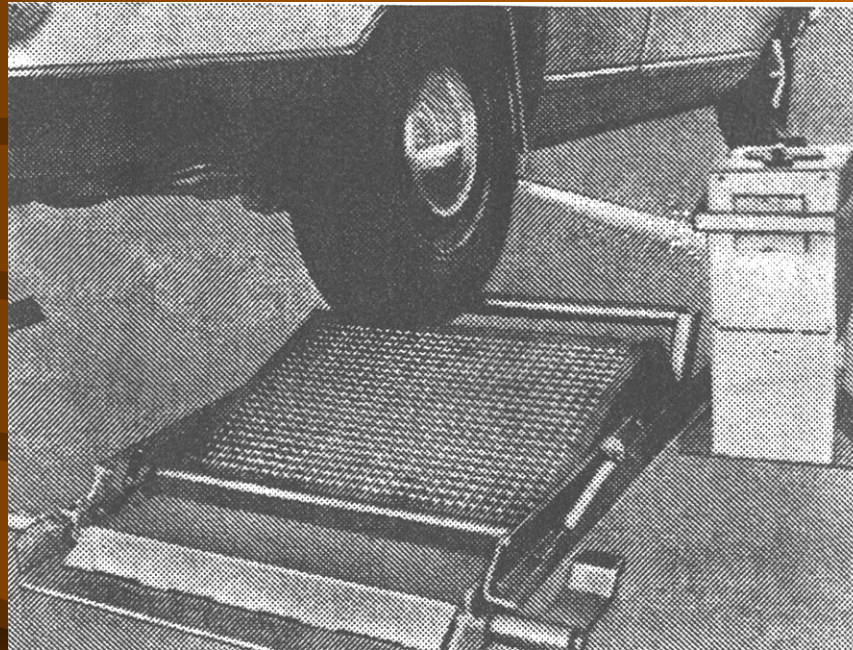


## *Lengéscsillapító vizsgálat a gépjármű ejtésével*

*Ez a vizsgálat azon alapul, hogy billenőlap vagy szétnyíló szerkezet segítségével 100 mm magasságból leejtjük a járművet. Ezzel a rugózott tömeget gerjesztjük. Eközben a jármű karosszériájára rögzített írószerkezettel egy hozzá képest álló regisztrátumpapírra rajzoltatjuk ki a lengésképet. A lengéscsillapító megfelelő működésére az amplitúdó és a frekvencia csökkenéséből, illetve a megtett lengések számából következtethetünk.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*Mivel ezzel a módszerrel csupán a karosszéria lengési önfrekvenciájával megegyező (kb. 1,5 Hz) gerjesztés hozható létre, ami kis vizsgálati lengési sebességet eredményez, ezért közlekedésbiztonsági diagnosztikára nem alkalmas.*

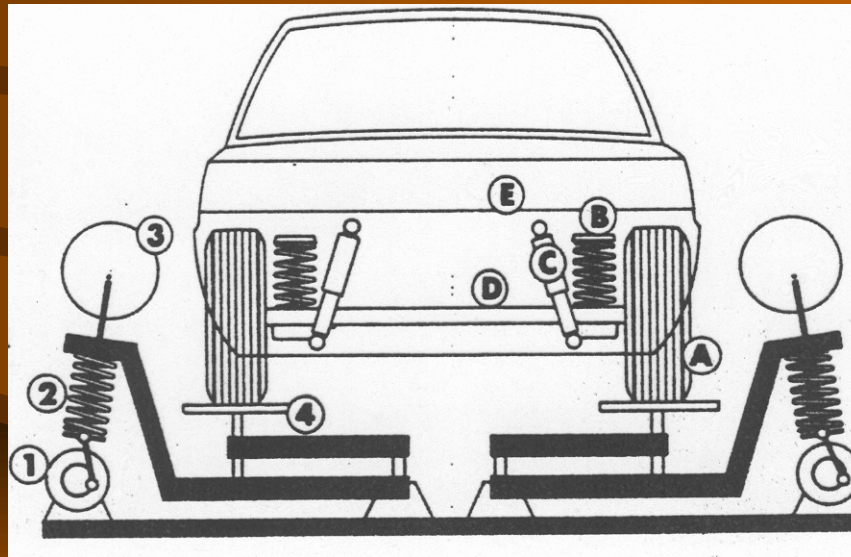
Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## Lengéscsillapító vizsgálat a kerék lengetésével - BOGE

1. *hajtómotor*
2. *nyomórugó*
3. *regisztráló-tárcsa*
4. *keréktárcsa*



*A: kerék*

*B: rugó*

*C: lengéscsillapító*

*D: tengely*

*E: felépítmény*

*Gerjesztő frekvencia:  $f_1 = 14,7$  Hz*

$$f_1 > f_{\text{futómű önfrekvencia}}$$

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*A gerjesztő motor lekapcsolása után a rendszer lassul és áthalad az  $f_{\text{futómű}}$  önfrekvencia értéken*



*Beáll az  $A_{\text{max}}$  érték*



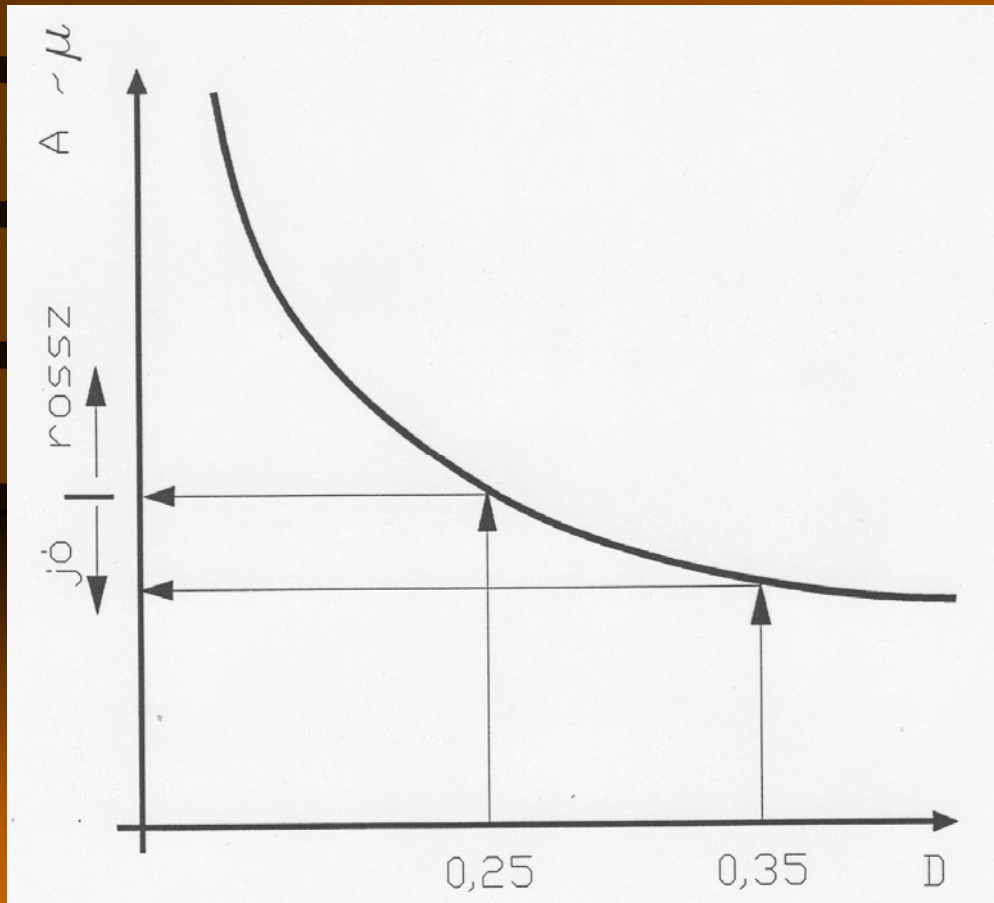
*Mivel  $x_g$  ismert, ezért képezhető a nagyítási tényező*



$$\mu = \frac{A_{\text{max}}}{x_g} = \sqrt{1 + \frac{1}{4 \cdot D^2}}$$

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



*Tehát a max. amplitúdó értéke kapcsolatban van a D értékével*



**AZ ÉRTÉKELÉS HELYES**

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## **AZ ELJÁRÁS HIBÁJA**

*A próbapad a jármű futóművéhez vizsgálat közben jelentős tömeget kapcsol.*

*ÉS*

*a gerjesztett rugókon keresztül közli*



**A kapcsolt rendszer önfrekvenciája megváltozik**

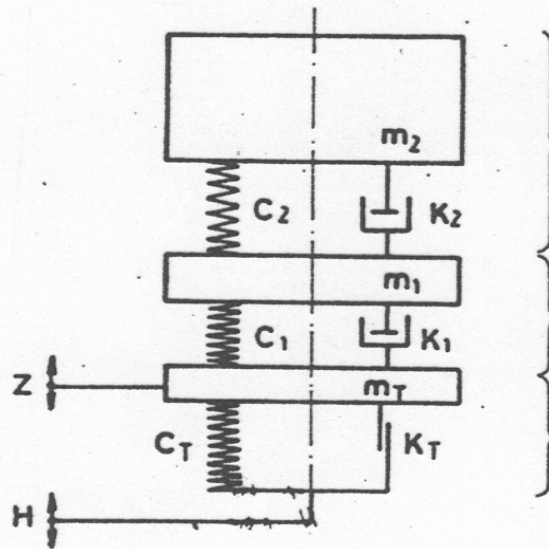
**CSÖKKEN**

$$f_{\text{BOGE}} = 5 - 9 \text{ Hz}$$

Igy nem a valóságos közlekedésbiztonsági tartományban mérünk!

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

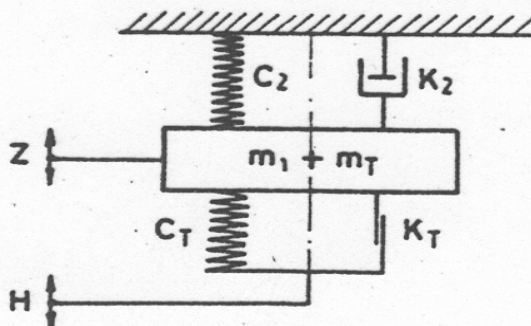
Széchenyi István Egyetem, Győr



rugózott (felépitmény)  
tömeg ( $m_2$ )

rugó ( $C_2$ )  
lengéscsillapító ( $K_2$ )

rugózatlan tömeg ( $m_1$ )  
gumiabroncs rugó ( $C_1$ )  
gumiabroncs lengéscsillapítás ( $k_1$ )  
próbabpad tömeg ( $m_T$ )  
tám rugó ( $C_T$ )  
száraz súrlódási csillapítás ( $K_T$ )



egyszerűsített lengési modell

$$m_2 \gg m_1$$

$$C_1 \gg C_T$$

$K_1$  figyelmen kívül hagyható



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



## *Lengéscsillapító vizsgálat dinamikus talperő méréssel EUSAMA*

### *A MÉRÉS ELVI ALAPJAI*

*Tökéletesen sík útfelületen a tapadási erő állandó:*

$$F = \varphi \cdot G$$

*ahol  $\varphi$  - tapadási tényező*

*G - kerékterhelés*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



**Széchenyi István Egyetem, Győr**

*Ha viszont az út nem tökéletesen sima (valóság), akkor a tapadási erő folyamatosan változik a kerékfelfüggesztés rugalmas elemeitől függően.*

***FONTOS a felfüggesztési elemek állapotvizsgálata.***

## ***A RUGÓZATLAN TÖMEG LENGÉSEI***

*Adott jármű és adott útviszonyok mellett a tapadási erő változik, mégpedig a tengelyterhelés változása függvényében egy min. és egy max. érték között. Az átlagérték a nyugalmi kerékterhelés.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



Széchenyi István Egyetem, Győr

*A tapadási erő szempontjából pusztán a rugózatlan tömeg lengéseinek van jelentősége. A legrosszabb tapadási feltételek rezonancia állapotában jelentkeznek.*

*PÉLDÁUL*

*A fent említett legrosszabb feltétel hatására, a tapadási erő  $c$  %-ára csökken:  $F_{\varphi} = c \cdot \varphi \cdot G$*

*Ha a jármű éppen kanyarban halad, akkor a rá ható centrifugális erő:*

$$F_{cp} = \frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{r}$$

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*A csúszási határon:  $F_{\varphi} = F_{cp}$*

*Tehát:*

$$\frac{v^2}{r} = c \cdot \varphi \cdot g$$

*Független a jármű tömegétől!*

*Hasonló egyenletek írhatók fel fékezésre és gyorsításra is.*

*(A  $c$ -érték nem biztos, hogy azonos valamennyi kerékre.)*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



## **MÉRŐRENDSZER**

*A mérőrendszer a statikus és a dinamikus talperő viszonyát (A%) méri:*

$$A[\%] = 100 \cdot \frac{F_{\min}}{G}$$

*A% értékére elméletileg az alábbi tényezők gyakorolnak hatást:*

- *járműkonstrukció*
- *lengéscsillapító típusa és állapota*
- *a gumibroncs típusa és állapota*
- *a kerékterhelés*
- *a keréktámasz lengési amplitúdója (EUSAMA ajánlás szerint 6 mm)*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



*Széchenyi István Egyetem, Győr*

*A talperőingadozás %-os értéke a rugózatlan tömeg rezonancia állapotában nem függ a jármű típusától. Így globális ítélet alkotható segítségével.*

*EUSAMA-ajánlás szerint a kiértékelésre az alábbi értékek használhatók:*

*60 ... 100 % nagyon jó*

*45 ... 60 % jó*

*30 ... 45 % gyenge*

*20 ... 30 % elégtelen*

*1 ... 20 % veszélyes*

*0 % nincs érintkezés a talajjal*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



*Ha 0 %-ot mérünk, akkor a kerék a talajtól való elszakadás határhelyzetében van. A kerékterhelés ilyenkor 0 és  $2 \cdot G_{stat}$  között változik.*

***KÉT AZONOS TENGELYEN LEVŐ KERÉK MÉRT ÉRTÉKEINEK KÜLÖNBSÉGE NEM LEHET NAGYOBB 20 ...  
25 %-NÁL!***

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



## ***A MÉRÉS EREDMÉNYÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK***

### ***1. JÁRMŰ KONSTRUKCIÓ***

*Természetesnek tűnik, hogy nagyobb tömegű jármű nagyobb tapadási erőt eredményez. A valóságban azonban szét kell választani a rugózott és a rugózatlan tömeget.*

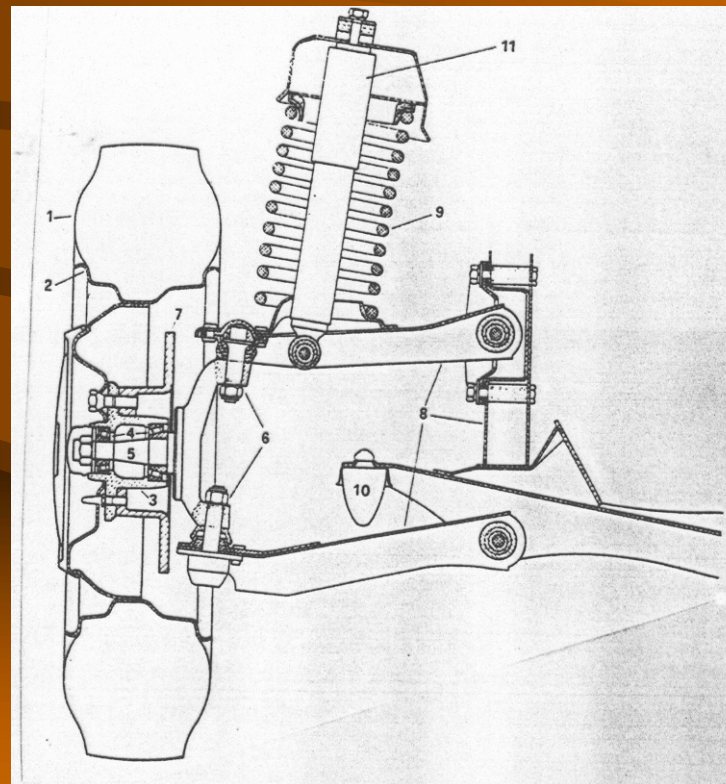


Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## *AZ ELSŐ FELFÜGGESZTÉS METSZETE*

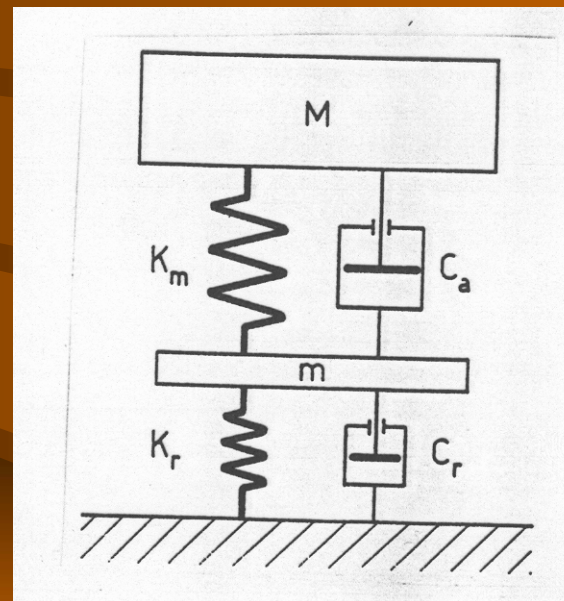


Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## *A FELFÜGGESZTÉS MODELLJE*

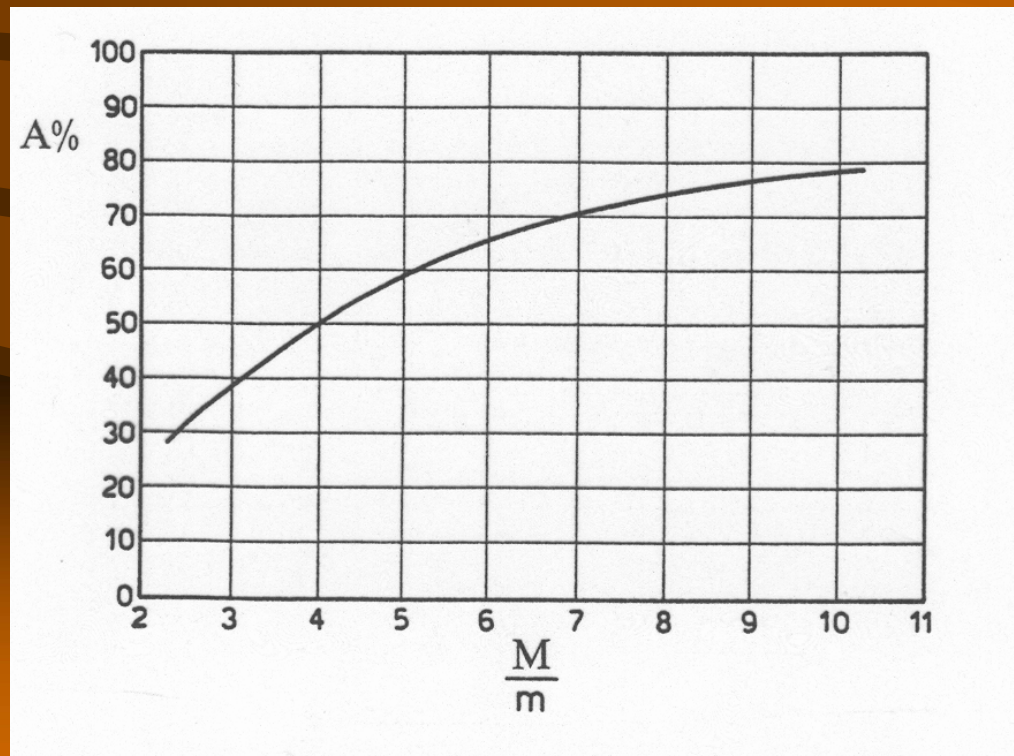


Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

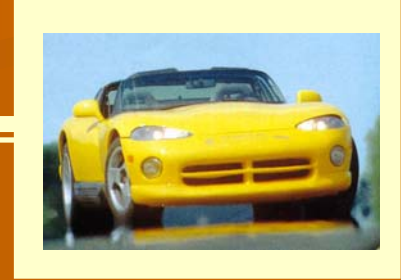
Széchenyi István Egyetem, Győr



*Az alábbi ábra arra mutat példát, hogy a rugózott ( $M$ ) és a rugózatlan ( $m$ ) tömeg aránya hogyan befolyásolja  $A\%$  értékét.*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



*Széchenyi István Egyetem, Győr*

*A diagramból látható, hogy minél nagyobb a rugózott tömeg aránya, annál kedvezőbbek a tapadási viszonyok.*



*Minél kisebb a rugózatlan tömeg, annál előnyösebbek a viszonyok.*

*(Ha pl. utasok és csomagok növelik  $M$ -et, akkor növekszik a dinamikus talperő (és a tapadás is), mivel  $m$  értéke nem változott.)*

*A másik alapvető konstrukciós elem a rugó, amelynek merevsége kihat a tapadási viszonyokra.*

*Ha ugyanis változik a rugómerevség (csökken), akkor csökken a tapadás és megváltozik a rezonancia frekvencia is.*

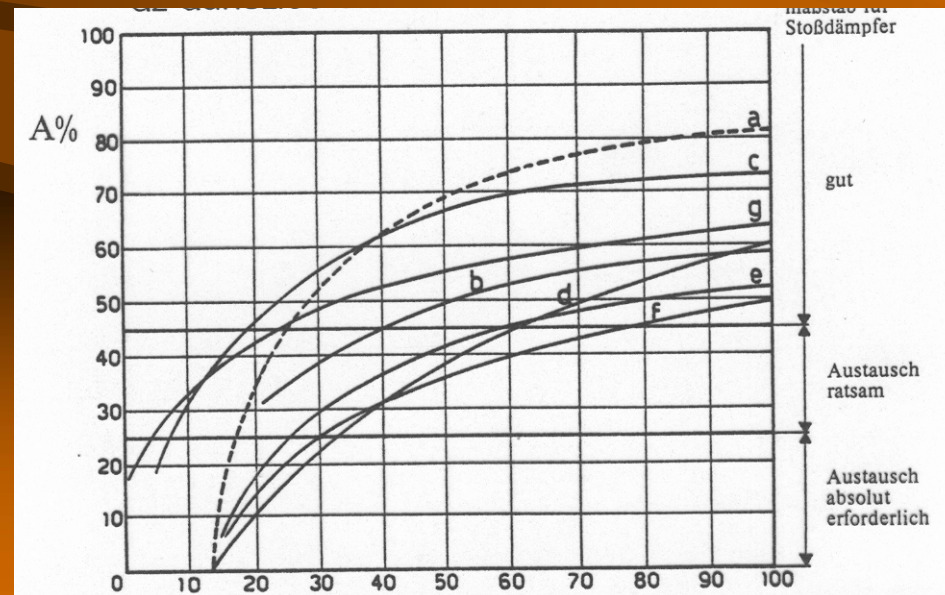
Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## 2. LENGÉSCSILLAPÍTÓK

*A lengéscsillapító állapotának romlása (csillapítási tényezőjének csökkenése) az adhéziós erő csökkenéséhez vezet.*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



*Széchenyi István Egyetem, Győr*

*Az elhasználódási folyamat néhány jellemző vonása:*

- néhány század mm dugattyúkopás felére csökkenti a hatásosságot*
- a lengéscsillapító elhasználódása az alábbi tényezőkre vezethető vissza:*
  - 80 % - olajviszkozitás csökkenés*
  - 10 % - kopás*
  - 10 % - korrózió*
- az első lengéscsillapítók általában gyorsabban használódnak el, mint a hátsók*

*Az a-görbe elméleti számításokkal lett meghatározva a Fiat Ritmo 60-ra, míg a többi kísérletileg lett felvéve, úgy hogy új ( $\xi=100\%$ ) lengéscsillapítót ugyanolyan típusú, de csökkentett csillapítási tényezőjével cserélték ki.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## *A DIAGRAMMBÓL LEVONHATÓ KÖVETKEZTETÉSEK*

- $\xi=50\%$ -ig  $A\%$  lassan csökken, majd innét intezívebben
- ha a jó állapot határát  $A=50\%$ -ban állapítjuk meg, akkor ez típusfüggően más és más  $\xi$ -értéknek felel meg:
  - Pl: Peugeot 104 -  $\xi=80\%$
  - Ford Granada 2800 -  $\xi=57\%$
  - míg pl. McPherson felfüggesztésnél egészen  $18\%$ -ig leeshet  $\xi$  értéke még jó tapadási viszonyok mellett is!
- $\xi=15\%$  körüli értéknél viszont már megszűnhet a talaj-kerék kapcsolat.

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## ***MIKOR KELL LENGÉSCSILLAPÍTÓT CSERÉLNI ?***

*Ha a talperő viszony kisebb, mint a megengedett érték, vagy azonos tengely két kereke közötti különbség meghaladja a 20 ... 25 %-ot.*

*Nem biztos azonban, hogy ilyen esetekben rögtön a csere a megoldás, mivel a kerékfelfüggesztés elemei kölcsönhatásban vannak egymással.*



*Előadó: Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*Ebből a szempontból három lényeges elem van:*

- a lengéscsillapító*
- a gumiabroncs típusa (radiál, diagonál, stb.)*
- a gumiabroncs nyomása*

*Ha pl. különböző gumiabroncsok vannak felszerelve, akkor emiatt mérhetünk eltérő A% értékeket!*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

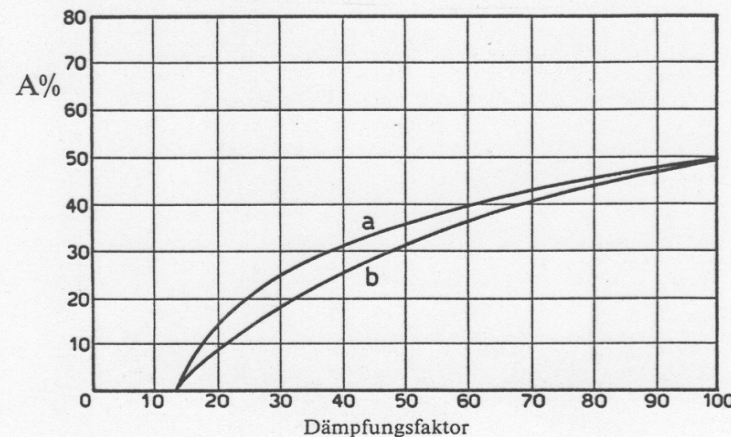
Széchenyi István Egyetem, Győr



## *Lengéscsillapító hatásfok*

*Az előző ábrákon közölt diagrammok  $\xi$  értékei a lengéscsillapító adott dugattyúsebesség-amplitúdója vonatkoztak.*

*Az alábbi ábra "a" görbéje a Peugeot 104-re vonatkozóan 0,25 m/s referenciasebesség (amely a felfüggesztés rezonancia állapotára vonatkozik) mellett lett felvéve.*



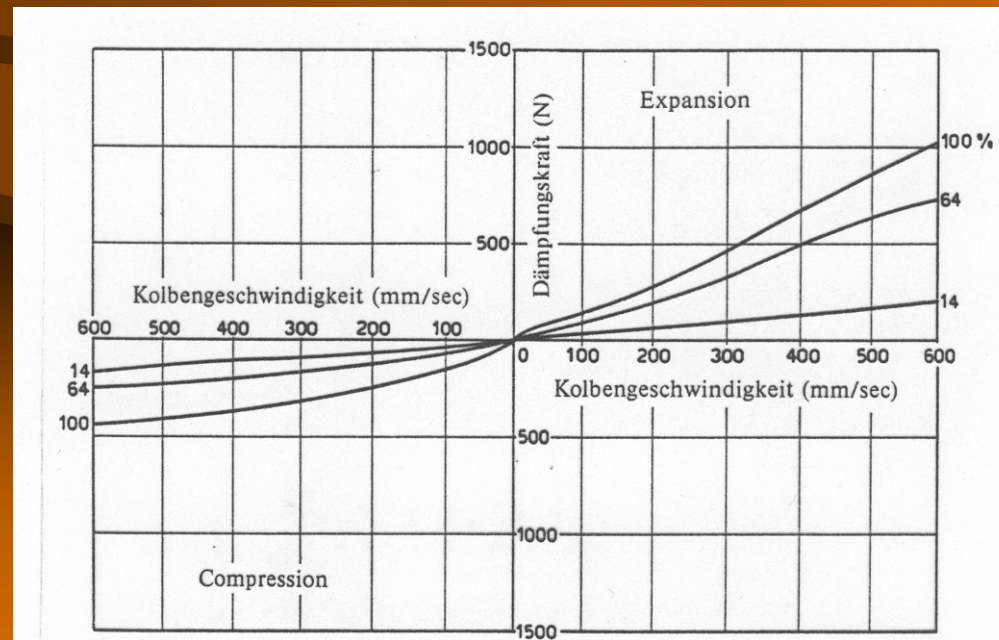
Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



*Ha a sebesség növekszik, akkor nő a csillapítási erő is, így az előbbitől eltérő "b" görbét kapjuk.*

**TEHÁT A SEBESSÉG FONTOS JELLEMZŐ !**



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



### *3. GUMIABRONCSOK*

*Az útegyenetlenségek csillapításában a gumiabroncs saját rugalmassága és a benne levő levegő összenyomhatósága is szerepet játszik.*

*Az abroncs csillapítási tényezője típustól és gyártmánytól függ, de nem gyakorol jelentős hatást a gépjármű lengésére.*

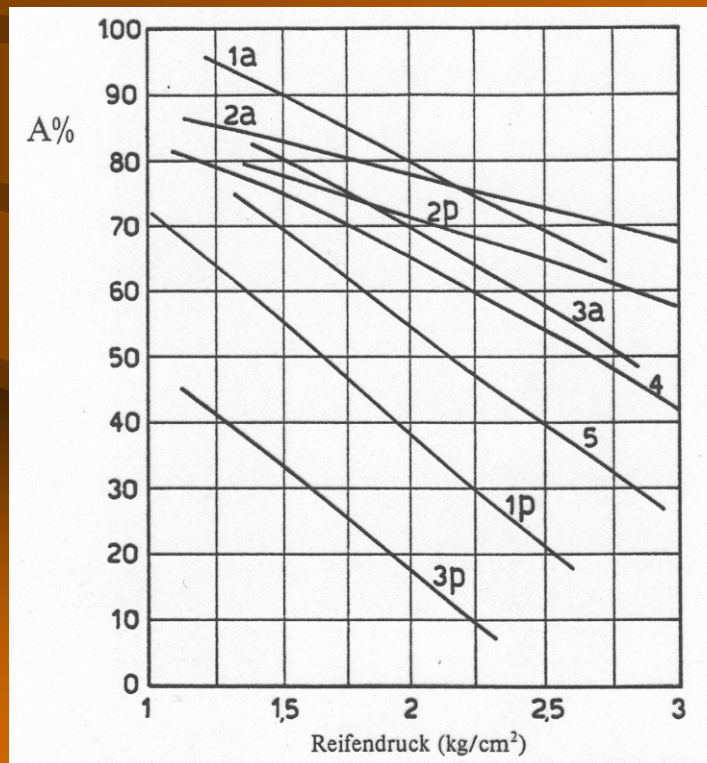
***A GUMIABRONCS NYOMÁSA AZONBAN JELENTŐS  
BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐ !***

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



*Az alábbi ábra különböző autótípusokra mutatja A% változását a gumiabroncs nyomás függvényében.*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*A kísérleti eredményekből az alábbi következtetések vonhatóak le:*

- a tapadás csökken az abroncsnyomás növekedésével,*
- a függvény jellege függ a jármű tömegeloszlásától (pl. orrmotor, farmotor),*
- az "átlagjárművekre" (se túl könnyű, se túl nehéz) az alábbi ökölszabály alkalmazható: minden 0,5 bar abroncsnyomás változás 10 %-os tapadási erő változást eredményez.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## *ELŐNYÖS LENNE TEHÁT AZ ABRONCSNYOMÁS CSÖKKENTÉSE*

*DE*

- 0,5 baronként mintegy 100 kg-al csökken az abroncs teherbíró képessége*
- a hajtogatási munka miatt az abroncs élettartama mintegy 40%-al csökken, ha a nyomást 0,5 barral csökkentjük az előírthoz viszonyítva.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## *MEGJEGYZÉS*

*15 °C környezeti hőmérséklet-növekedés mintegy  
30 % abroncsnyomás növekedést eredményez.*

*NYÁRON, HOSSZABB ÚTON  
SZIGNIFIKÁNSAN CSÖKKEN A TAPADÁS*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



Széchenyi István Egyetem, Győr

*A RADIÁL abroncsok tapadása mintegy 20 %-kal magasabb mint a DIAGONÁL abroncsoké, de gyártmánytól függően a radiál abroncsok között is mintegy 10 % a szórás.*

#### *4. JÁRMŰTERHELÉS ÉS TERHELÉS ELOSZLÁS*

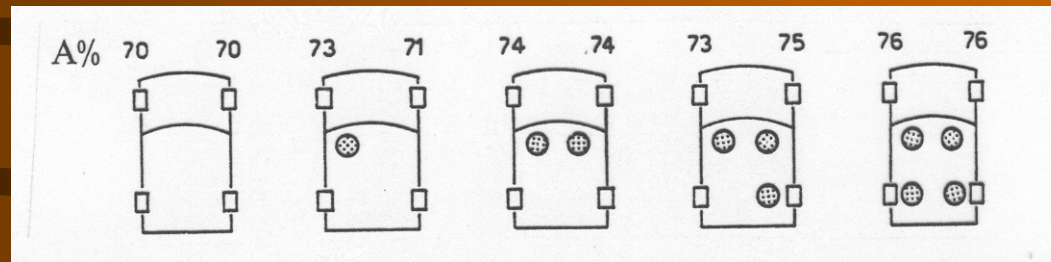
*A kerékterhelés nagy hatással van a tapadási erő nagyságára. Könnyen belátható, hogy nagyobb kerékterhelés - egyébként azonos feltételek mellett - nagyobb tapadási erőt eredményez.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

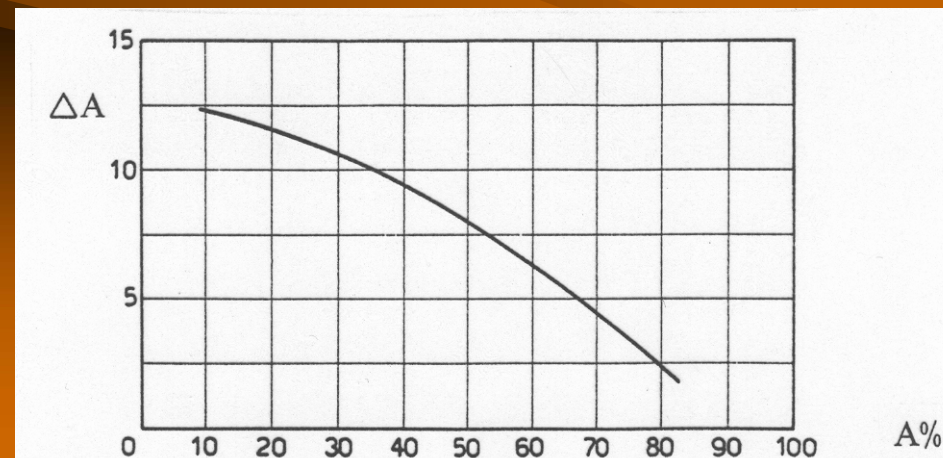


Széchenyi István Egyetem, Győr

*A terheléseloszlás hatását az ábrán látható esetekre vizsgáljuk.*



*A tapadási erő nem pusztán a terheléstől függ, hanem az  $M/T$  (rugózott tömeg / terhelés) viszony függvényében változik.*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*A diagramm 4 utas terhelésű jármű talperő változását mutatja az üres járműhöz viszonyítva. (Ha pl. az üres jármű talperő viszonya  $A=50\%$ , akkor ehhez viszonyítva, négy ember esetén  $8\%$ -os növekmény jelentkezik.)*

*Az előbbiekből következően, bent ülő vezetővel, a vezető oldalon mintegy  $3\%$ -al nagyobb "A" értéket mérünk. Ennek ellenére a méréseket ajánlatos bent ülő vezetővel elvégezni.*

*Előadó: Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



## *5. A HŐMÉRSÉKLET HATÁSA*

*A hőmérséklet jelentős hatást gyakorol az olajviszkozitásra és így a lengéscsillapító csillapítási tényezőjére is. (Ha pl. Az olaj hőmérséklete  $-15$ -ről  $+60$  °C-ra változik, akkor a csillapítási tényező akár 30 %-kal is csökkenhet.)*

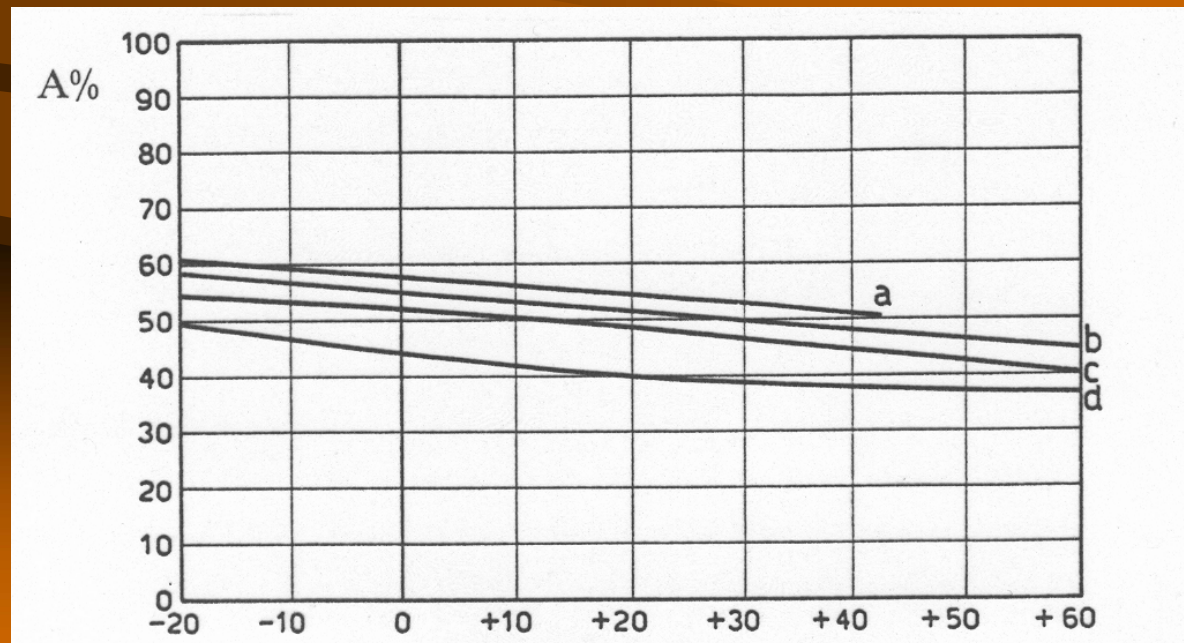
*Emiatt általában az első vizsgálati ciklus mindig magasabb talperőt mutat, mint az azt követők.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



*Az alábbi ábra a dinamikus talperő változását mutatja az olajhőmérséklet függvényében.*

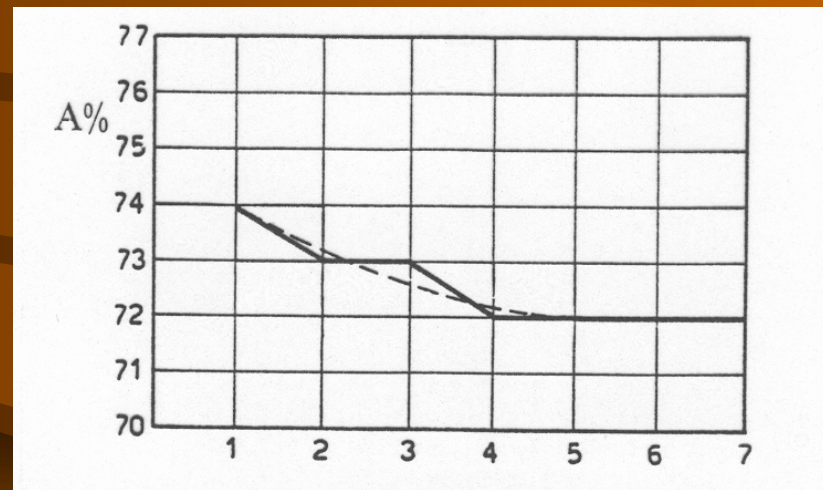


Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



*A dinamikus talperő változása az egymást követő mérési ciklusok során*



*A gyakorlatban elegendő EGYETLEN (+esetleg még egy ellenőrző) MÉRÉST végrehajtani, ennek a hatásnak nincs jelentősége.*

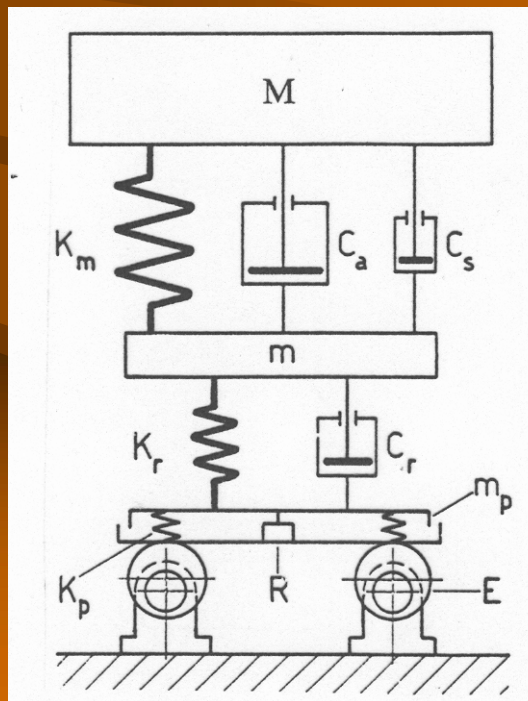
Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



Széchenyi István Egyetem, Győr

## **A TALPERŐMÉRŐ LENGÉSCSILLAPÍTÓ VIZSGÁLÓ PRÓBAPAD MŰKÖDÉSÉNEK ELMÉLETI ALAPJAI**

*A lengéscsillapító-vizsgáló próbapad modellje*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



*Ez egy többszabadságfokú lengőrendszer, amelynek matematikai kezelése meglehetősen bonyolult.*



***EGYSZERŰSÍTETT MODELLRE VAN SZÜKSÉG***

***Egyszerűsítő feltételek:***

- a  $C$  csillapítási tényező magában foglalja a lengéscsillapító, a gumiabroncs és a súrlódásos csillapítás hatását*
- elhanyagoljuk a keréktám tömegét és rugalmasságát*

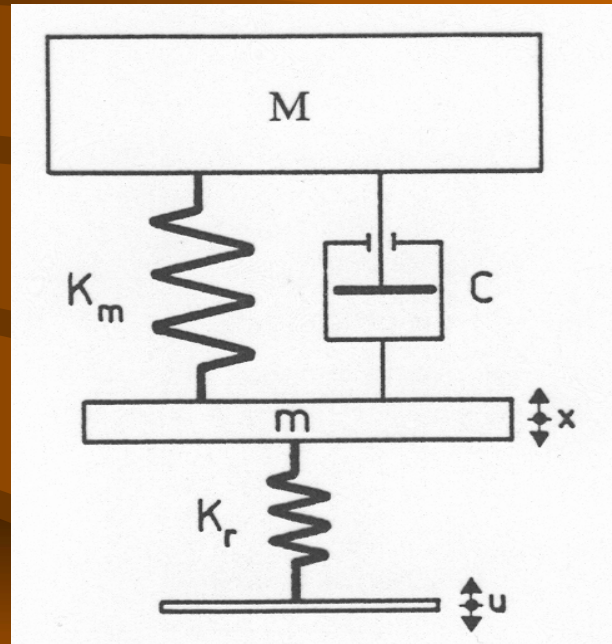


Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

*Széchenyi István Egyetem, Győr*



### *Az egyszerűsített modell*



*Ha az excenteres hajtást mozgásba hozzuk, akkor a keréktám szinuszos gerjesztést kap.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



Széchenyi István Egyetem, Győr

*Ennek elmozdulás egyenlete komplex számsíkon:*

$$U = U_0 \cdot e^{j \cdot \omega \cdot t}$$

Ahol:  $U_0$  - gerjesztési amplitúdó  
 $\omega$  - gerjesztési körfrekvencia

*A keréktám teljes függőleges irányú elmozdulása tehát  $2 \cdot U_0$*

*A felfüggesztés lengési egyenlete az alábbi formában adható meg:*

$$x = x_0 \cdot e^{j \cdot \omega \cdot t}$$

Ahol:  $x$  - *a kerékfelfüggesztés súlypontjának kitérése a nyugalmi helyzethez viszonyítva*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



*A kétszabságfokú lengőrendszer egyenletei*

$$m \cdot (x'' - y'') + c \cdot (x' - y') + k_m \cdot (x - y) = (u - x) \cdot k_z$$

$$M \cdot y'' + c \cdot y' + k_m \cdot y = 0$$

*Az egyenletek sajátértékei a rezonancia frekvenciák, amelyek felhasználásával az alábbi alakra jutunk:*

$$\frac{x_0}{U_0} = \frac{(1 - \beta_a^2) + 2 \cdot \xi \cdot \beta_a \cdot j}{(1 - \beta_a^2) + 2 \cdot \xi \cdot \beta_a \cdot j - \beta^2 [(1 - \beta_a^2) + 2 \cdot \xi \cdot \beta_a \cdot j + \mu \cdot (1 - 2 \cdot \xi \cdot \beta_a \cdot j)]}$$

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



Széchenyi István Egyetem, Győr

*Ahol:*

$$\beta_a^2 = \left( \frac{\omega}{\omega_a} \right)^2 = \frac{M}{K_m} \cdot \omega^2$$

$\omega_a =$  *rugózott tömeg*

*rezonancia frekvenciája:*

$$\omega_a = \sqrt{\frac{K_m}{M}}$$

$$\beta^2 = \left( \frac{\omega}{\omega_r} \right)^2 = \frac{m}{K_r} \cdot \omega^2$$

$\omega_r =$  *a rugózatlan tömeg*

*rezonancia frekvenciája:*

$$\omega_r = \sqrt{\frac{K_r}{m}}$$

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



Széchenyi István Egyetem, Győr

$$\xi = \frac{C}{C_c}$$

*$C_c$  = a rendszer kritikus csillapítása*

$$\mu = \frac{M}{m}$$

*a rugózott és rugózatlan tömeg viszonya*

*A fenti paraméterek felhasználásával az egyenlet az alábbi alakot ölti:*

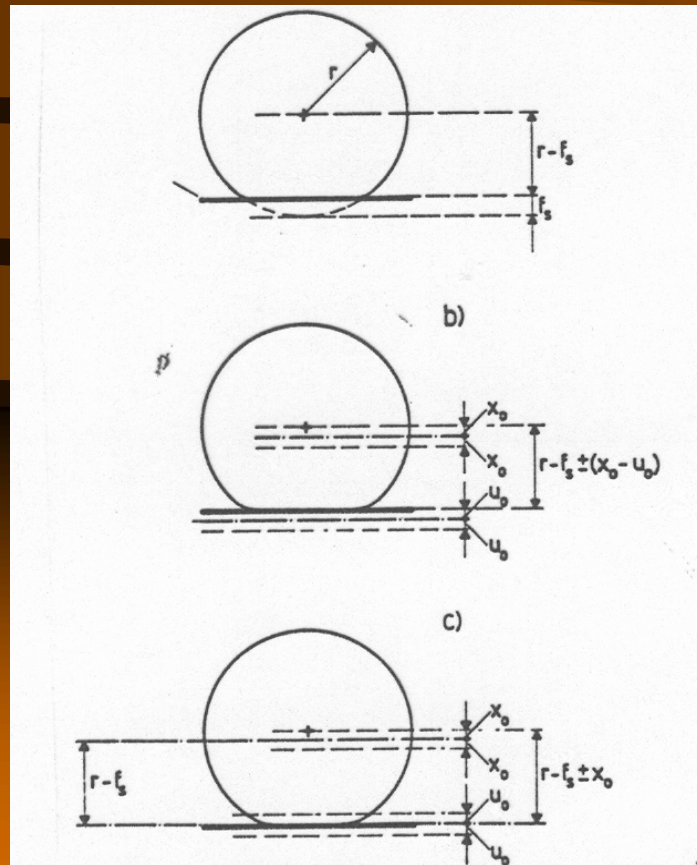
$$\frac{x_0}{U_0} = \left\{ \frac{\left(1 - \frac{M}{K_m} \cdot \omega^2\right)^2 + 4 \cdot \xi^2 \cdot \frac{M}{K_m} \cdot \omega^2}{\left[\left(1 - \frac{M}{K_m} \cdot \omega^2\right) \cdot \left(1 - \frac{m}{K_r} \cdot \omega^2\right) - \frac{m}{K_r} \cdot \omega^2 \cdot \frac{M}{m}\right]^2 + 4 \cdot \xi^2 \cdot \frac{M}{K_m} \cdot \omega^2 \cdot \left[1 - \frac{m}{K_r} \cdot \omega^2 - \frac{m}{K_r} \cdot \omega^2 \cdot \frac{M}{m}\right]^2} \right\}^{1/2}$$

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



*Az alábbi ábra első elemén a kerék nyugalmi helyzetben van.*



*A kerék statikus berugózása:*

$$f_s = \frac{P}{K_r}$$

*ahol P [kg] - a kerékterhelés*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



**Széchenyi István Egyetem, Győr**

*Ha a keréktámaszt lengésbe hozzuk, akkor a középső ábrán látható helyzet alakul ki. Ha a lengési frekvencia kicsi, akkor  $x_0 = U_0$ . Ilyenkor az átlagos dinamikus kerékterhelés egyenlő a statikus kerékterheléssel.*

*Amennyiben a gerjesztési frekvenciát növeljük, akkor a felfüggesztés lengési sajátosságai eltérően fognak viselkedni a gerjesztéstől. A talperő egy max. és egy min. érték között fog ingadozni.*

*Rezonancia állapotban  $90^\circ$  fáziseltolódás van  $x$  és  $U$  között.*

*A tapadási erő ugyanígy ingadozik.*

*A vizsgálat szempontjából a minimális értéknek van jelentősége. Ezt viszonyítjuk a statikus talperőhöz.*

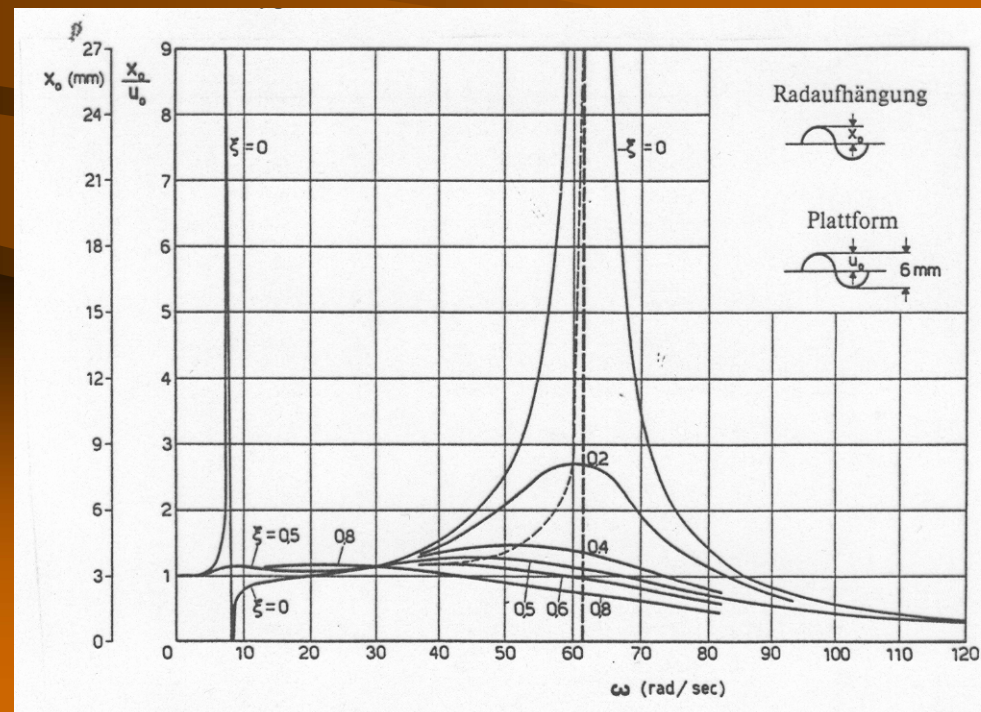
Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## *A lengéscsillapító hatása a tapadási erőre*

*Az elméleti megfontolásokkal levezetett képlet alapján az alábbi diagram vehető fel:*





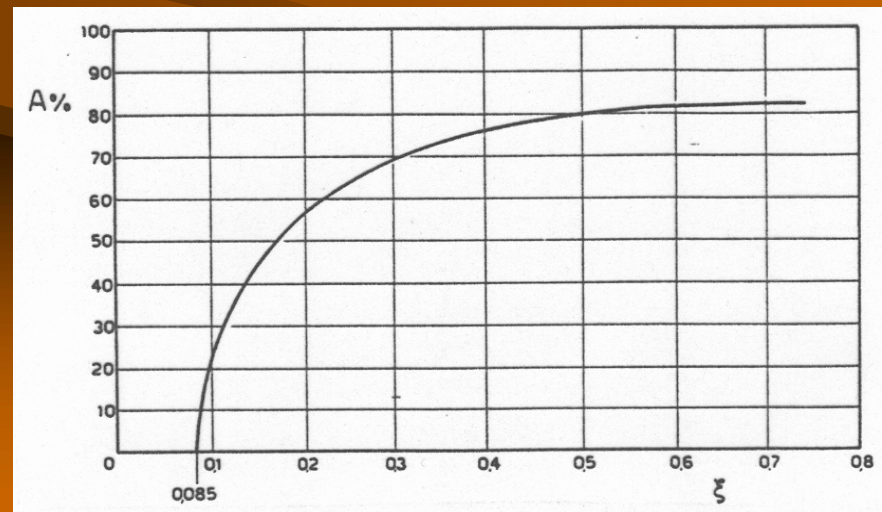
Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



Széchenyi István Egyetem, Győr

*A diagram különböző csillapítási értékeknél ábrázolja a gerjesztett lengés nagyítási tényezőjét. Az ábrán a rezonancia frekvenciák szépen felismerhetők.*

*A lengéstanai egyenletek alapján, a csillapítási tényező függvényében meghatározható a keréktalperő %-os változása.*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



*Személygépkocsiknál a csillapítási tényező általában 0,5 ... 0,7. Így jó közelítéssel a 0,6-os értékből indulhatunk ki. Ennek környezete viszont a fenti görbén meglehetősen lapos. Ez azt jelenti, hogy 10 ... 20 %-os csillapítási tényező csökkenés még csekély mértékben csökkenti a tapadási erőt, míg az ennél további hatásosság romlás már erőteljesen rontja a tapadási viszonyokat.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## *A tömegek hatása a tapadási viszonyokra*

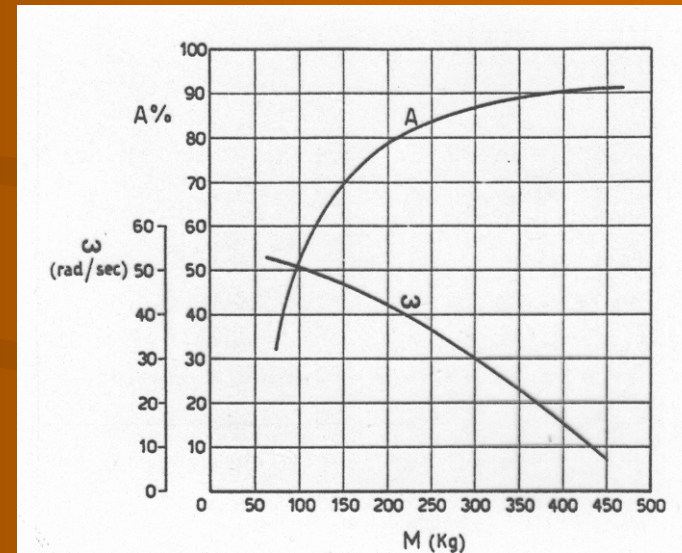
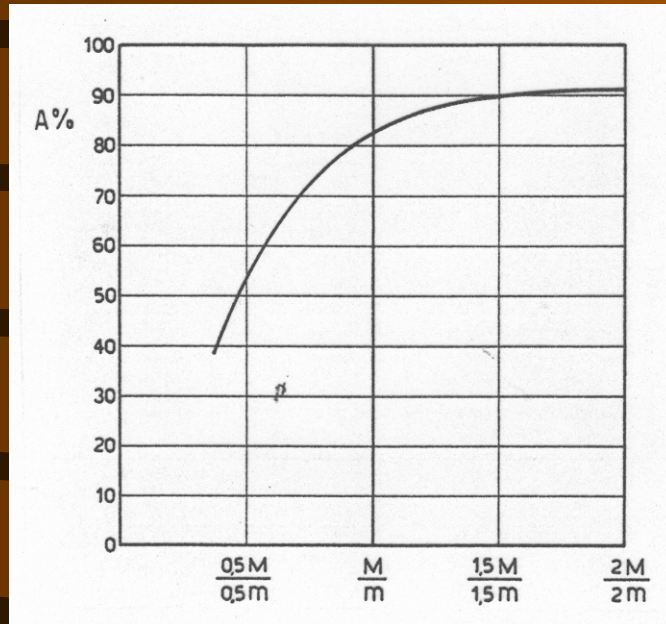
*Ennél a vizsgálódásnál is a lengéstanai elemzés szolgál alapul.*

*Ha az  $m$ -et és az  $M$ -et úgy változtatjuk, hogy viszonyuk állandó marad, akkor enyhén nő a tapadási erő, ha a tömegek nőnek és fordítva.*

Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*



Széchenyi István Egyetem, Győr



*A második ábra arra mutat példát, hogy hogyan változnak a tapadási viszonyok, ha a rugózott tömeget változtatjuk (utasok, terhelés).*

*A terhelés növelése jelentősen javítja a tapadási viszonyokat.*

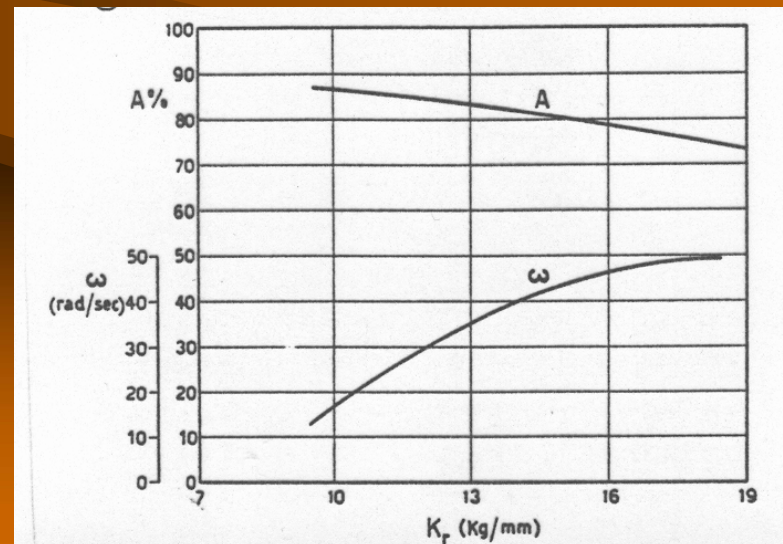
Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## *A gumiabroncs hatása a talperőviszonyokra*

*Az abroncs típusának és nyomásának megváltozása módosítja a gumiabroncs rugóállandóját. Az alábbi ábra a gumiabroncs rugóállandó változásának hatását elemzi.*



Előadó: *Dr. Lakatos István Ph.D., egyetemi docens*

Széchenyi István Egyetem, Győr



## *A rugó hatása a dinamikus talperőre*

