



VIZSGABIZTOS KÉPZÉS

Kiegészítő képzés

2-M.3. Haszonjárművek futóművei

Kádár Lehel

Budapest, 2010.

Haszonjármű futóművek

Ebben a kurzusban a 3,5 tonnánál nagyobb össztömegű haszonjárművek (teherautók, autóbuszok és azok pótkocsijai) futóműveivel foglalkozunk. A 3,5 tonnánál kisebb haszonjárműveket egyre szélesebb körben alkalmazzák, de ezek szerkezetiileg a személygépkocsikkal megegyező futóművekkel rendelkeznek. Ezek jellemző példája a VW Caddy, a Peugeot Boxer, a Ford Transit, stb...)



Mercedes Travego háromtengelyes autóbusz



Háromtengelyes Scania gépjármű vonóháromszöges pótkocsival



Mercedes Actros kamion

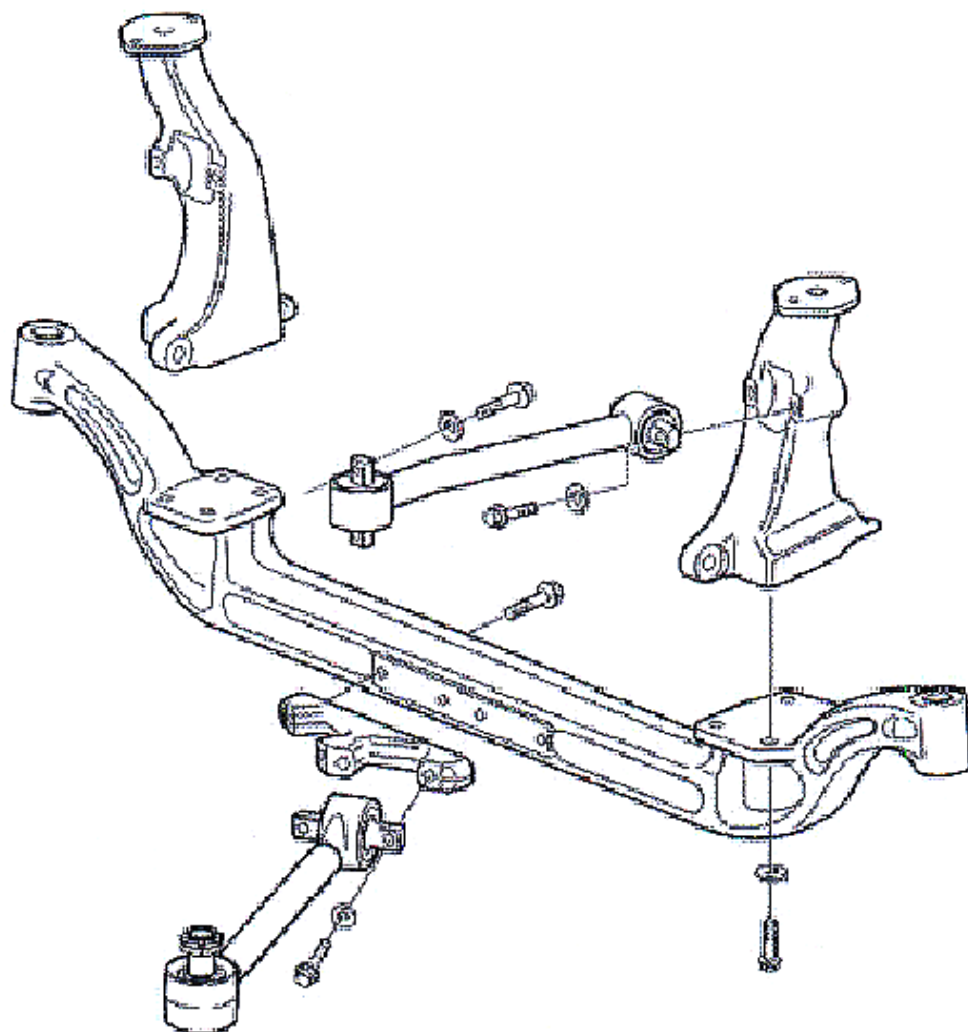


Csepel 588 négytengelyes jármű

1. Haszonjármű futóművek jellemző típusai

A haszonjármű futóművek konstrukciós kialakítását elsősorban az erőátviteli rendszer szerkezete határozza meg.

Teherautóknál legjellemzőbb, leggyakoribb hajtás elrendezés: a motor, elöl a vezetőfülke előtt vagy alatt, soros váltó, kardántengely, differenciálmű, hátsó kerékhajtás. A hajtott kerekre leadott nyomaték nagysága (5000-20 000 Nm) miatt a hátsó futómű szinte kizárólag merev tengelyes, melynél a tengelyt a differenciálmű házzal egybeépített tengelytest képezi. Független felfüggesztésű hajtott hátsó futóművet a haszonjárműveknél alig találunk (pl. Tátra, Csepel 556). Még a legkorszerűbb autóbuszoknál is merevvidas hátsó futóműveket alkalmaznak (Pl. Mercedes Travego).



Volvo busz első tengely

Az első futóművek esetén is a merevhidas rendszerek uralkodnak, de már elsősorban autóbuszoknál terjed a független felfüggesztésű típus is.

Ennek menetdinamikai magyarázatát a jármű saját kormányzási tulajdonságainak elemzése során kapjuk meg.

A merevhidas futóműveket a felfüggesztés rendszere, szerkezete alapján tudjuk csoportosítani. A felfüggesztést viszont alapvetően a rugózás formája határozza meg. Haszonjárműveknél laprugókat, tekercsrugókat, torziós rugókat és lérugókat alkalmaznak. A laprugók kialakításuknál, merevségüknél fogva nemcsak a rugóerőt szolgáltatják, hanem képesek különböző irányú erőket és nyomatékokat is felvenni, vagyis felfüggesztő elemként is működhetnek. A többi rugó csak a rugóerő irányú mozgást szabályozza, más irányú mozgást nem tudja befolyásolni, tehát felfüggesztő elemként nem működhetnek.

1.1. Haszonjármű hátsó futóművek

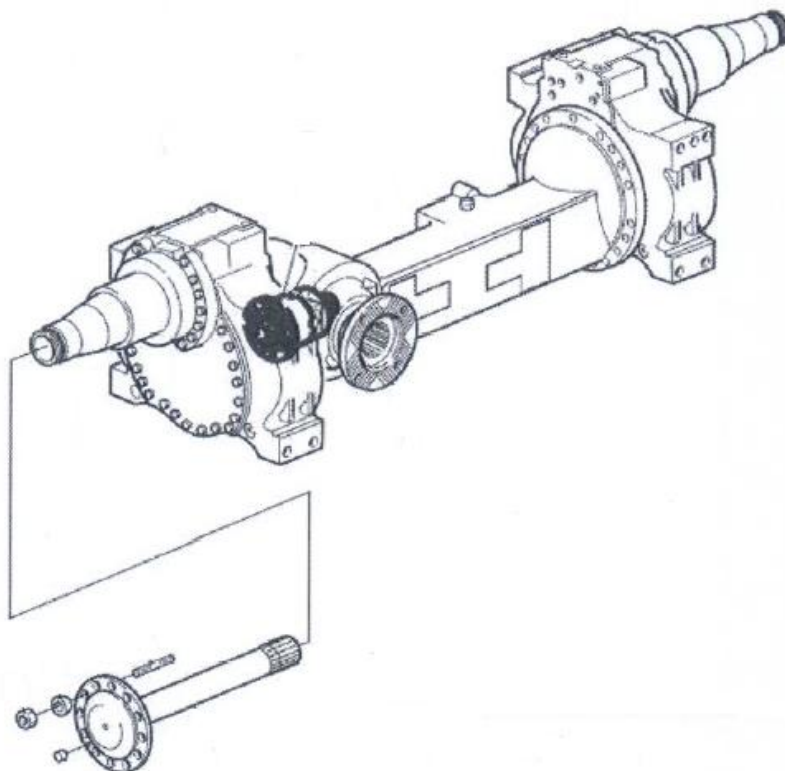
A haszonjármű hátsó futóművek elemzése keretében megvizsgáljuk a teherautók, autóbuszok, pótkocsik hátsó ill. nem kormányzott futóműveit, részletesebben a merevhidas és csak érintőlegesen a független felfüggesztésű típusait.

1.1.1. Merevhidas hátsó futóművek

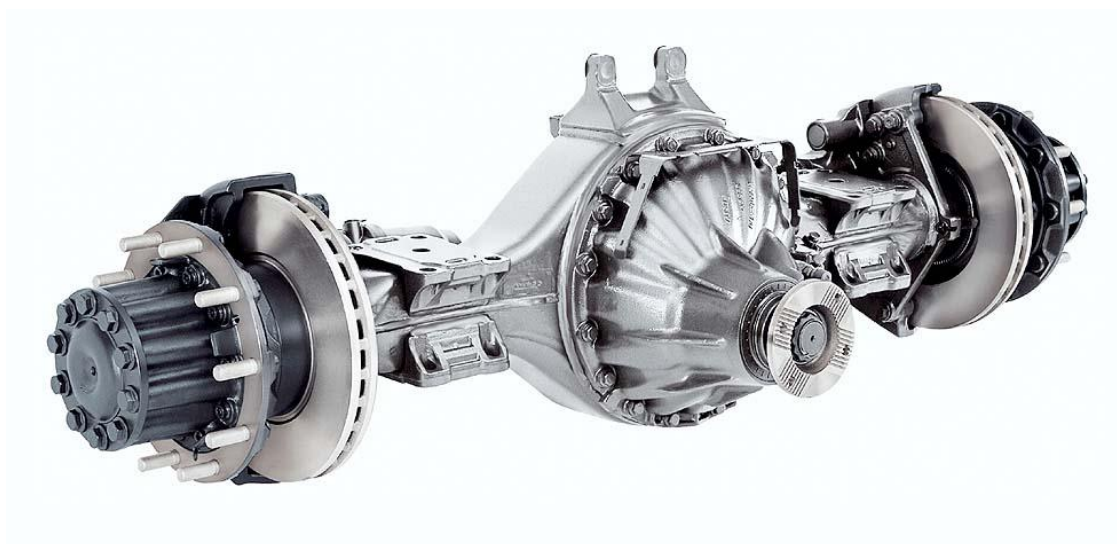
A merev hidas nem kormányzott futóműveknél az egy tengelyhez tartozó kerekek egymáshoz viszonyított, relatív mozgási lehetősége, kinematikai elnevezéssel: szabadságfoka 0. Ugyanis a szilárdságilag is merev híd, tengelytest megakadályozza a bármely koordinátatengely irányú elmozdulást és tengely körüli elfordulást (ismétlésként: X tengely a menetirány, Y tengely a keresztirány, Z tengely a függőleges irány). A merev hídnak az alvázhoz, a kocsiesthez kapcsolásának konstrukcióját annak megfelelően kell kialakítani, hogy milyen mozgási lehetőséget, szabadságfokot engedünk meg a kerekek és a tengely együttesének a felépítményhez képest. A tengely nem mozdulhat el X és Y irányban, viszont a Z tengely a rugózás irányát jelenti, tehát az elmozdulás megengedett. Az egész híd nem fordulhat el az Y és a Z tengely körül, de szabad a billenés az X tengely körül.

Vagyis a merev hátsó hídnak 2 szabadságfoka van, ugyanakkor a további 4 szabadságfokot megfelelő kényszerítő elemmel akadályozni kell.

A rugózási rendszertől függ a kényszerítő elemek jellege, darabszáma és geometriája.



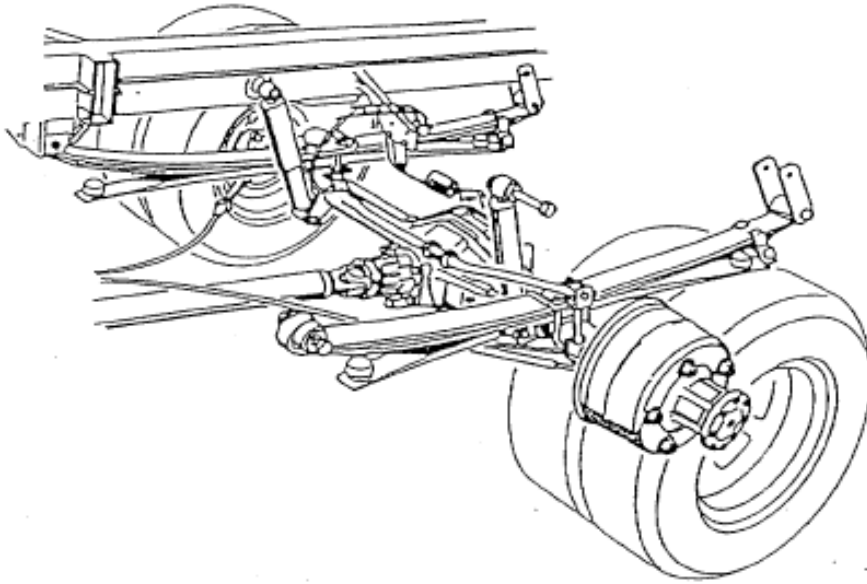
ZF portál híd alacsony padlós autóbuszokhoz



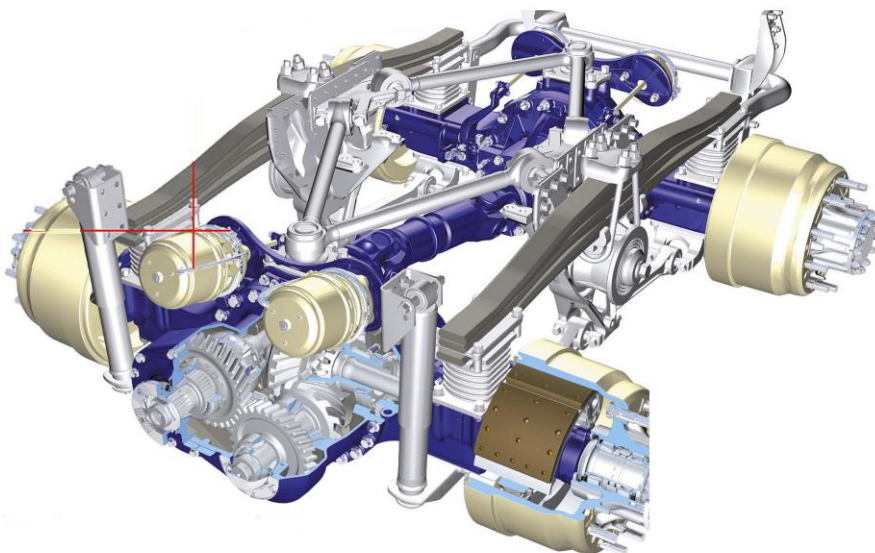
Mercedes tárcsafékes futómű

1.1.1.1. Laprugós merevhidas hátsó futóművek

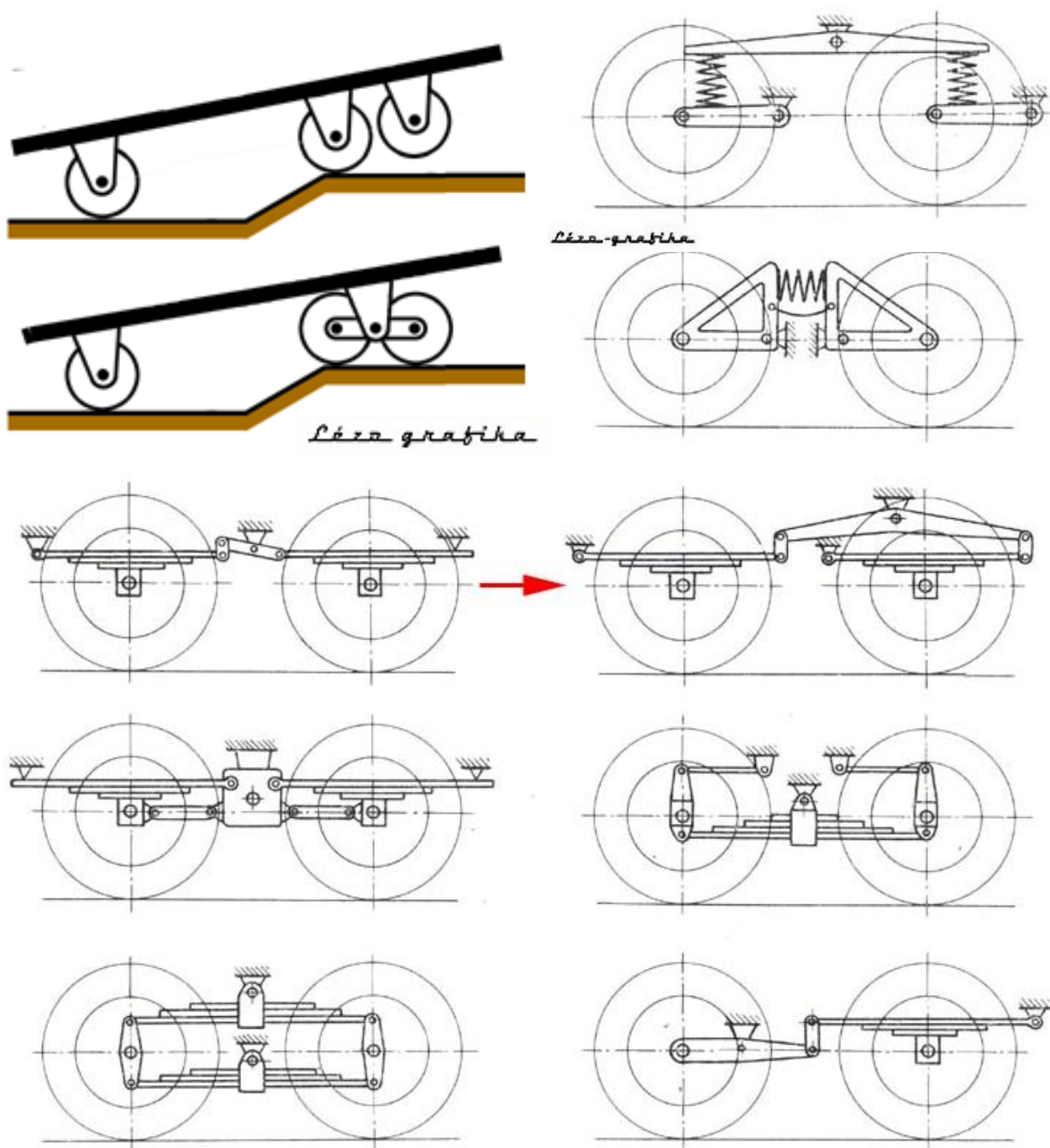
A laprugó kialakításból hossz- és keresztirányú merevségből adódóan nincs szükség külön felfüggesztő elemre, rúdra vagy lengőkarra. Így viszonylag egyszerű a laprugós hátsó futómű. Bonyolultabb szerkezeti megoldást kell alkalmazni, ha két vagy három tengelyes a futómű. Ilyen típusoknál gondoskodni kell az egyes tengelyek egyenlő terheléséről, erre különféle himbák, közvetítői rudak szolgálnak.



VW hátsó futómű



Volvo ikertengelyes futómű himbás laprugóval

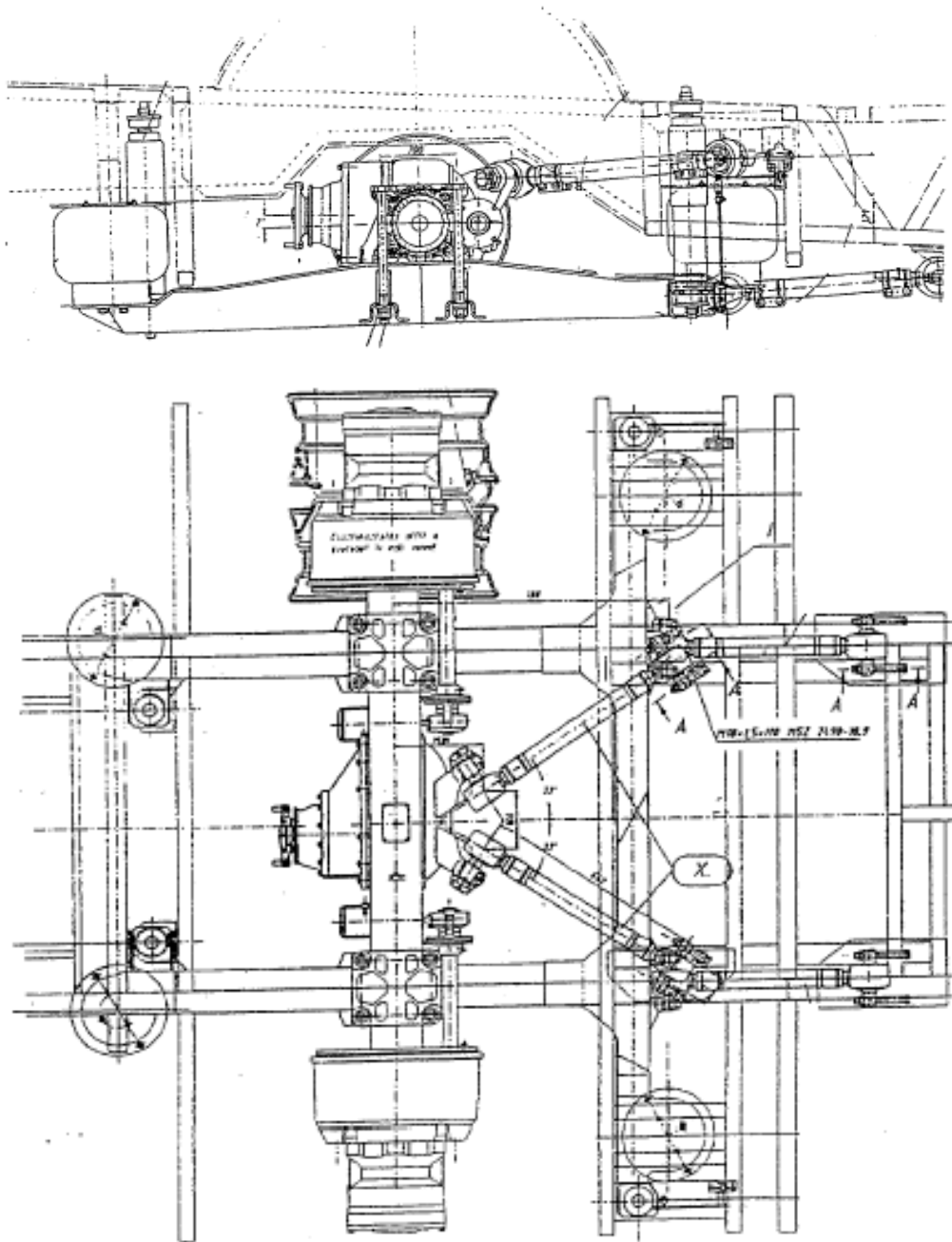


Terhelés kiegyenlítés laprugós futóműveknél

1.1.1.2. Légrugós merevhidas hátsó futóművek

A légrugók alkalmazása a korszerű autóbuszoknál általánossá vált, de teherautóknál dinamikusan terjed.

A légrugó csak a szimmetriatengelye irányában tud terhelést felvenni, ebből adódóan már megismert 4 irányú kényszert kell létrehozni a felfüggesztés elemeiből.



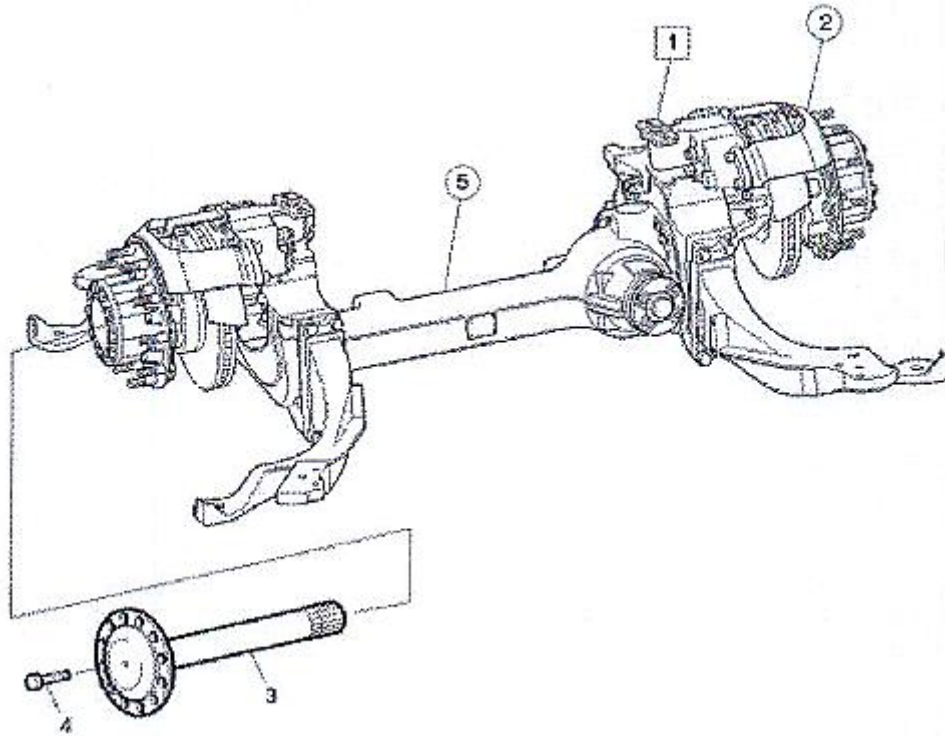
Ikarus 415 légrugós hátsó futómű π -kerettel

A leggyakoribb korszerűnek mondható felfüggesztés 4 lengőrúdból áll. Ezek kétféle elrendezésben használatosak:

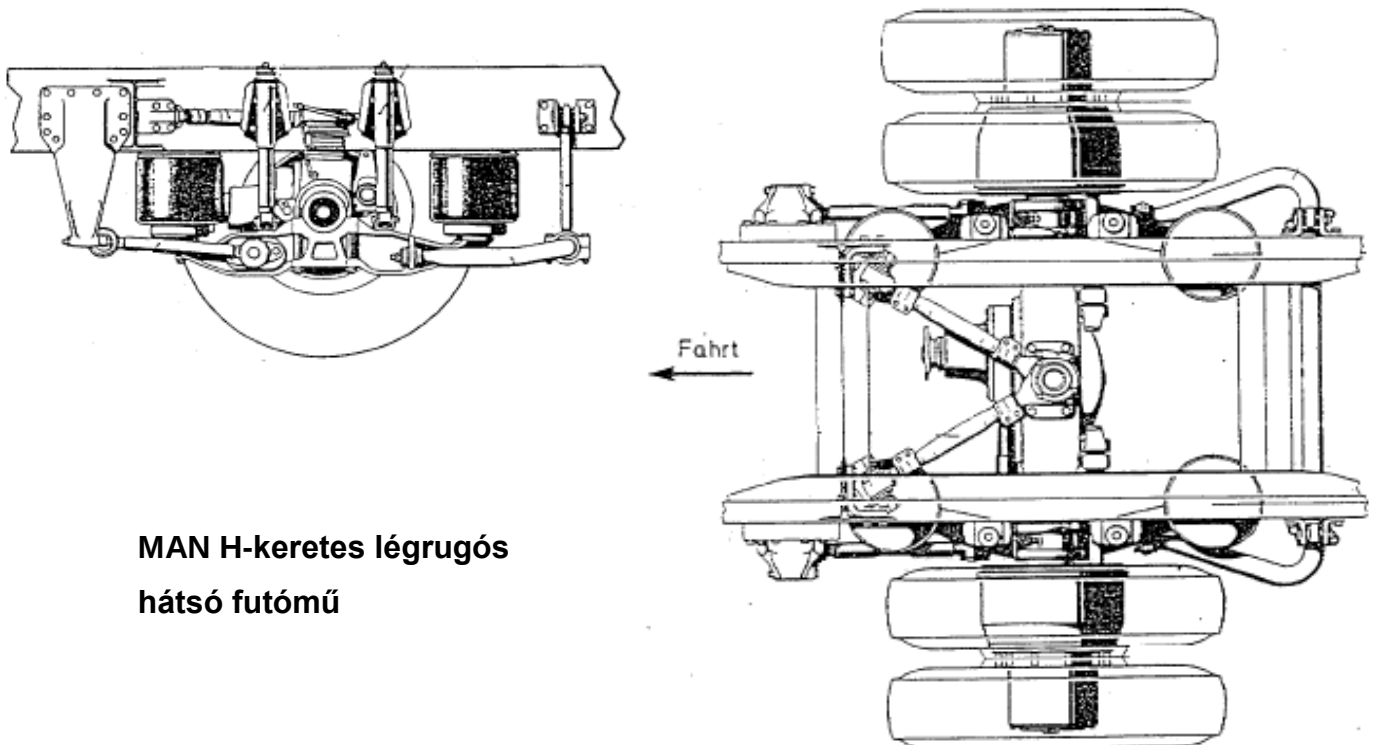
- 3 db X irányú és 1 db Y irányú rúd
- 2 db X irányú és 2 db V elrendezésű rúd,

A 10 tonna tengelyterhelésű hátsó futóművekbe leggyakrabban 4 db légrugót építenek be. Ez abból következik, hogy a járművek légrugózási rendszerét is a légfékrendszer levegőellátó hálózatából táplálják. Így egy-egy rugó statikus

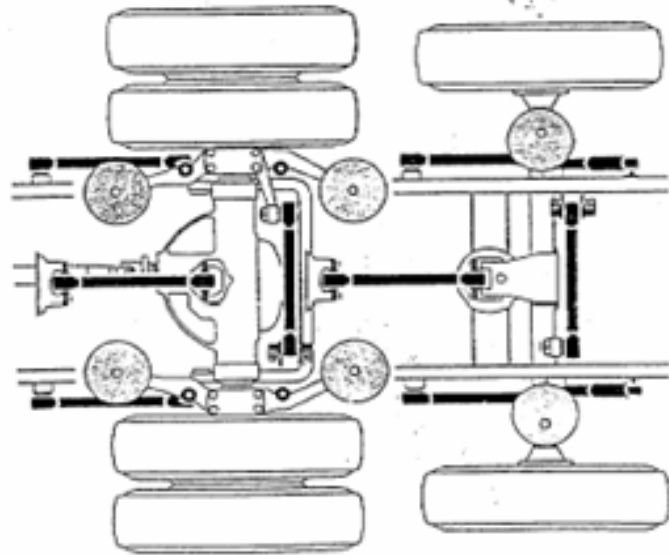
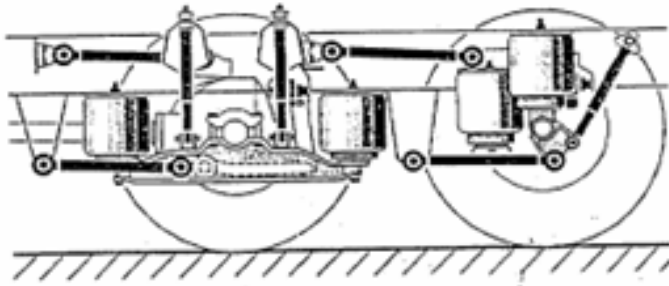
középnymását 5-6 bar körül lehet választani. A légrugók optimális geometriai méretéből következően egy légrugó statikus középterhelése 2,5 tonna lehet. Így nyilvánvalóan 4 db légrugó szükséges a 10 tonna terhelés felvételéhez. Ezeket a rugókat a futómű tengelytestéhez erősített segédkeretre lehet helyezni. A segédkeret alakjáról nevezik ezeket az elemeket H, π , C, CH keretnek.



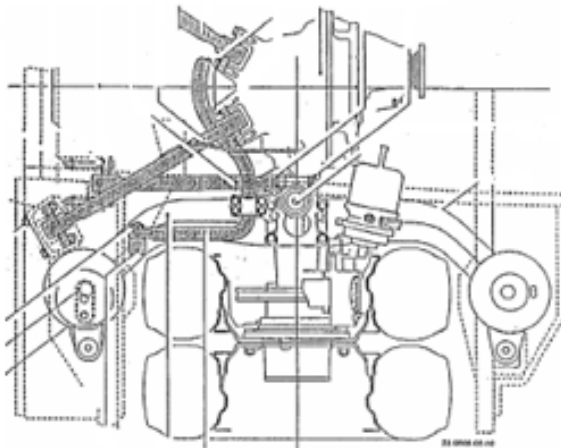
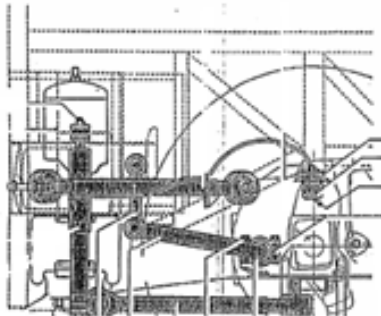
ZF C-keretes légrugós hátsó híd



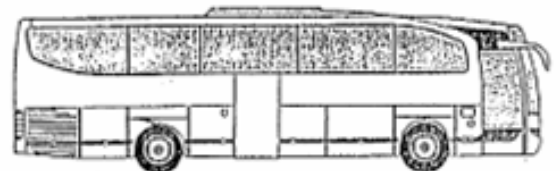
**MAN H-keretes légrugós
hátsó futómű**

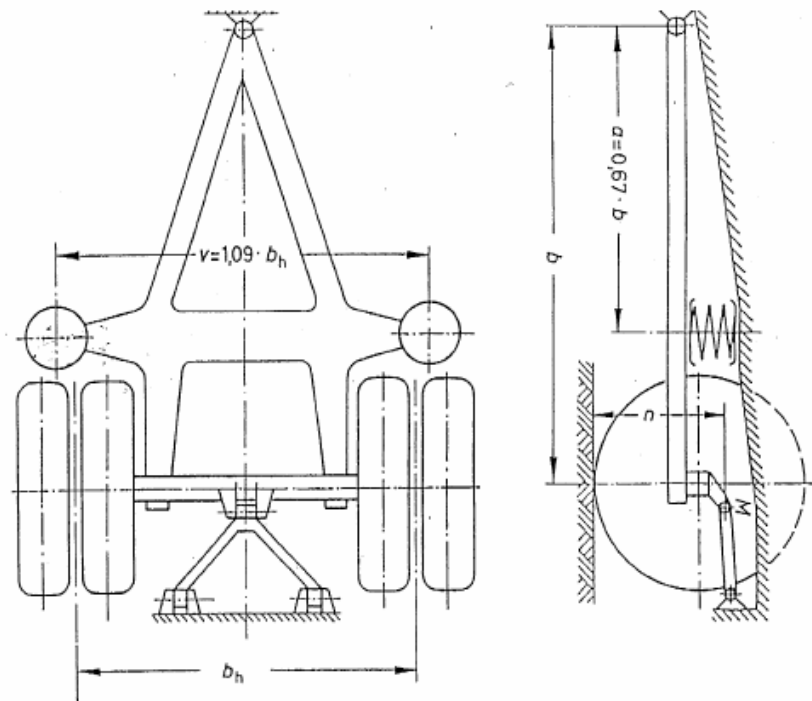


**Daimler-Benz
ikertengelyes
hátsó futómű**

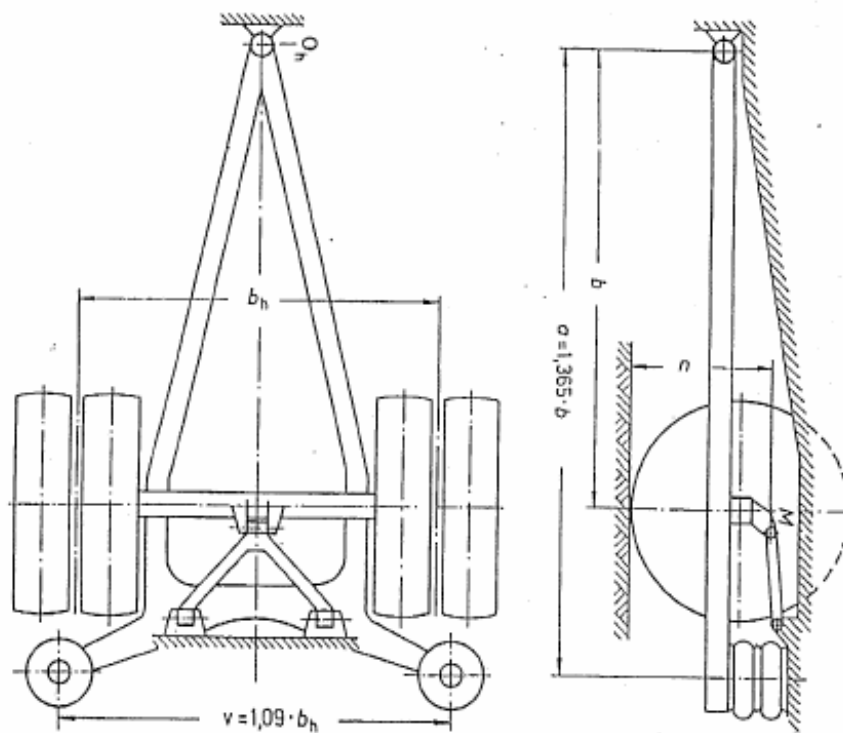


**Mercedes Travego
autóbusz hátsó
futómű**





MAN A-keretes hátsó futómű

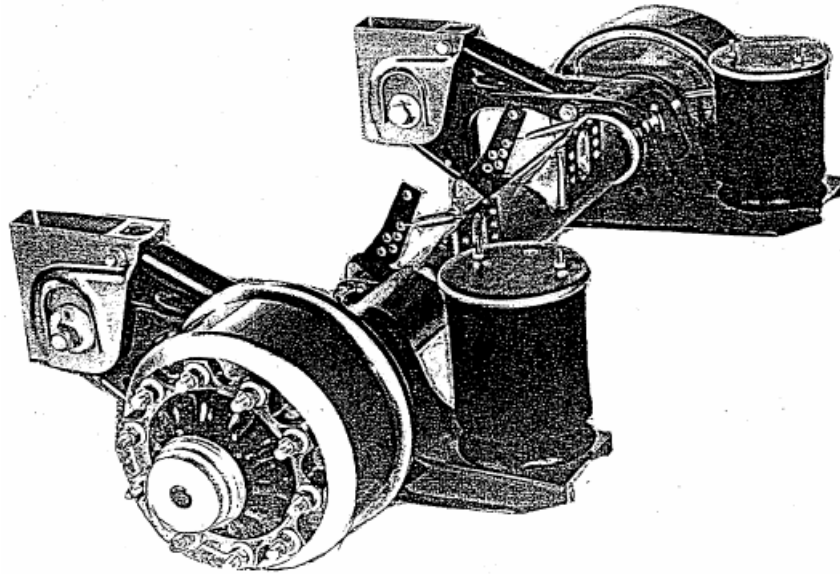


MAN Δ -keretes hátsó futómű

Az 1970-es évek elején a 6-8 tonna tengelyterhelésű autóbuszok hátsó rugózásához gyakran alkalmaztak A vagy Δ kerethez kapcsolt 2 db lérugót.

A vonóerőt a segédkeret csúcsában kialakított vonógömb adta át a kocsitestnek.

Ezek a megoldások éppen a gömbcsuklók túlzott igénybevétele, kopása miatt mára eltűntek az autóbuszokból.



SAF lérugós félpótkocsi futómű

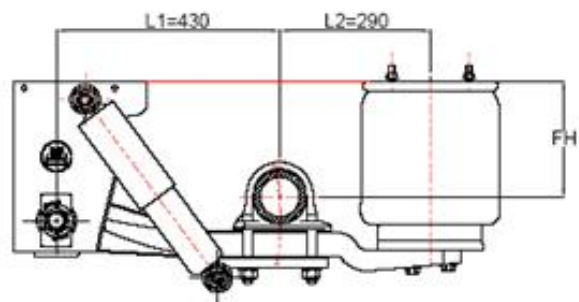
Európában a legnagyobb terhelésű teherszállító járművek jellegzetes típusa: kéttengelyes nyerges vontató és hozzákapcsolt háromtengelyes félpótkocsi. A vontató első merevtengelye leggyakrabban parabola alakú laprugó, míg a hátsó duplakerekes hajtott hídja 4 db lérugós, 4 lengőrudas felfüggesztéssel. A félpótkocsi tengelyeihez 2-2 db hosszirányú lengőkar mereven kapcsolódik, a karok nagytérfogatú gumiagyazással kapcsolódnak a felépítményhez, a karok hátsó konzoljaira egy-egy lérugó támaszkodik. Az ellasztikus gumiagyazások lehetővé teszik a tengely függőleges mozgását és a jármű hossz tengelye körüli billenését.

További felfüggesztő elem nem szükséges. Az oldalanként három lérugót közös légvezeték köti össze, melyben a levegő áramlását a középső tengely által vezérelt szintszabályozó szelep irányítja. Ez a kapcsolási és szabályozási rendszer az egyes tengelyek egyenlő terhelését és a pótkocsi kellő oldalbillenési merevségét eredményezi.

1.1.1.3 Kombinált lap-és légrugós hátsó futóművek



**BPW pótkocsi
hátsó futómű**



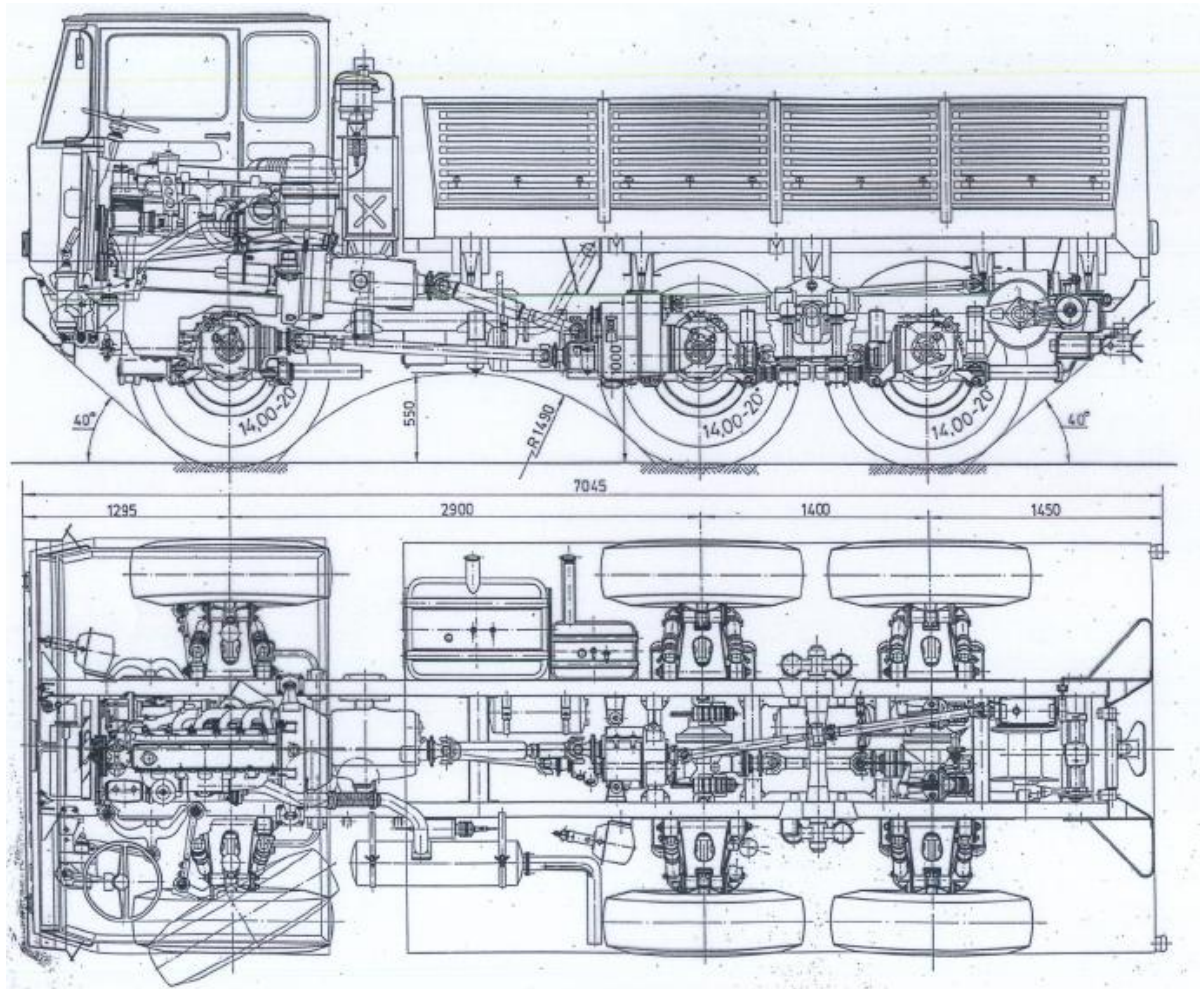
A kombinált lap-és légrugós futóműveket kisebb autóbuszoknál alkalmaznak. Ilyen például az IKARUS 405 városi midibusz. A laprugók a rugózásban is szerepet vállalnak, de elsősorban a felfüggesztő rudakat, lengőkarokat helyettesítik. A laprugók egyszerűbbek, olcsóbbak a gumiperselyes, gömbcsuklós lengőrudaknál. Az 1980-as években kezdték ezeket alkalmazni, de nem hozták a várt előnyöket. A laprugók, mint felfüggesztő elemek terhelése igen összetett, hajlítás, kihajtás, csavarás, nyírás véletlenszerűen összegeződik, több esetben kifáradás, törés is fellépett (az Ikarus 405 autóbusznál is). A futómű felfüggesztéseknél természetesen a biztonsági követelmények dominálnak, így ez a futómű típus háttérbe szorult.

1.1.2. Független felfüggesztésű hátsó futóművek

Haszongépjárműveken ritkán alkalmaznak független felfüggesztésű hátsó futóműveket. Még a kisebb teherbírású (3,5-6 tonna) teherautóknál, autóbuszoknál is döntő arányban merevhidas futóművekkel találkozunk.

Független hátsó futóműveket általában a nehéz terepen, gyakran földúton is közlekedő teherautókba építenek be. Leggyakrabban az olyan teherautókon alkalmazzák, amelyeket katonai és polgári célokra is használnak. A független

felfüggesztésű hátsó futóművek kisebb teherbírása, bonyolultabb szerkezete, a meghajtó féltengelycsuklók korlátozott igénybevétele következtében az épített úton közlekedő teherautók, autóbuszok, esetén nem jelentenek olyan meghatározó menetdinamikai, stabilitási előnyöket, amely alkalmazásukat indokoltá és gazdaságossá tenné.



Csepel 566 független felfüggesztésű torziós rugós futóművel

Sajátos konstrukciójú független felfüggesztésű hátsó futóművet alkalmaznak a jelenleg is gyártott Tatra teherautókon. Az egy keresztlengőkaros futómű kerékdőlési tulajdonsága feltűnő és szembetűnő. A lengési középpont megfelelő megválasztásával olyan féltengely konstrukcióval rendelkezik, amelyik nem igényel kardáncsuklót, vagy homokinetikus golyós csuklót. A kerékdőlés nagymértékű változása a gumiabroncsok kopását, rövid élettartamát okozza.

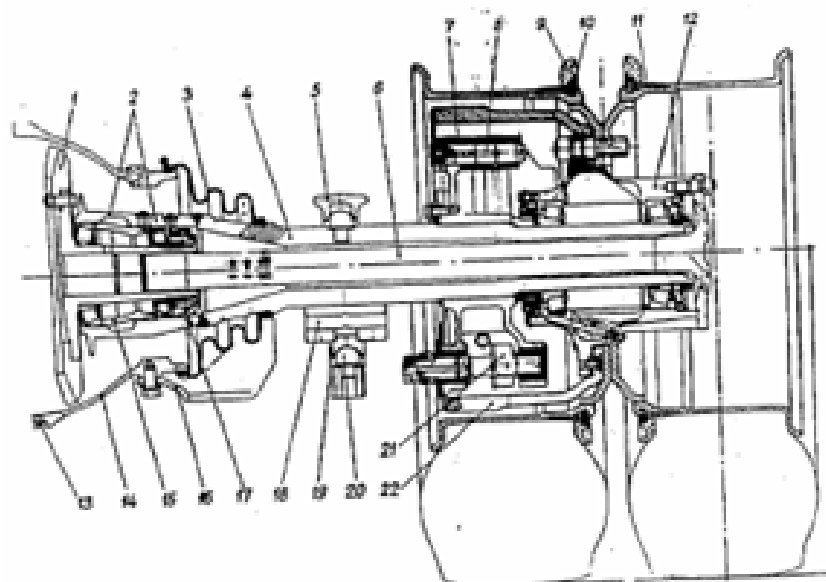
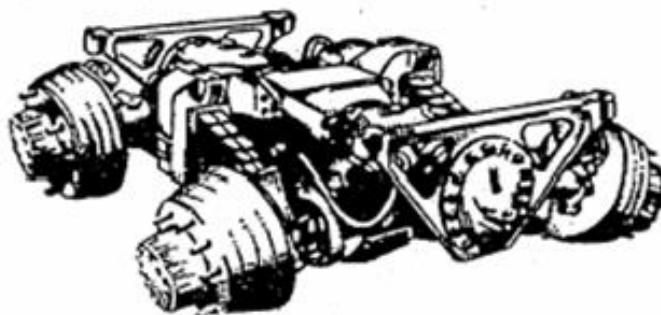
Különleges független kerékfelfüggesztésű futóművekkel gyártották a Csepel Autógyár egyik utolsó teherautó típusát, az 566-os jelzésű három vagy négy tengelyes terepjáró járművet. Ezt elsősorban katonai célra fejlesztették ki, de a

polgári közlekedésben is alkalmazták. Ennek négytengelyes, autódarus típusváltozatát a BME Gépjárművek Tanszék tervezte. A háromszög-trapéz keresztlengőkaros futómű és a torziós acélrudas rugózás következtében a jármű kiváló terepjáró képességgel rendelkezett.



Tatra 148

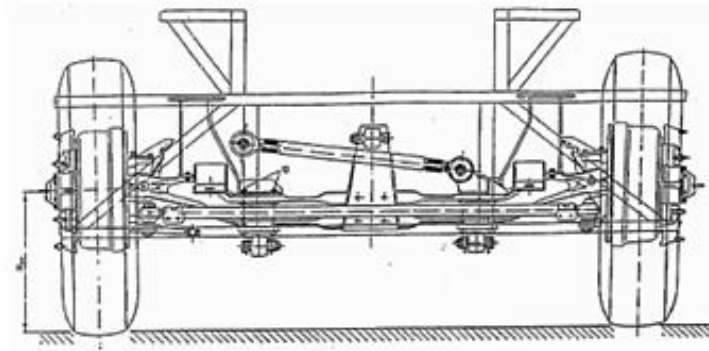
**3 tengelyes
teherautó**



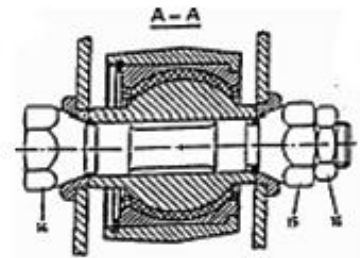
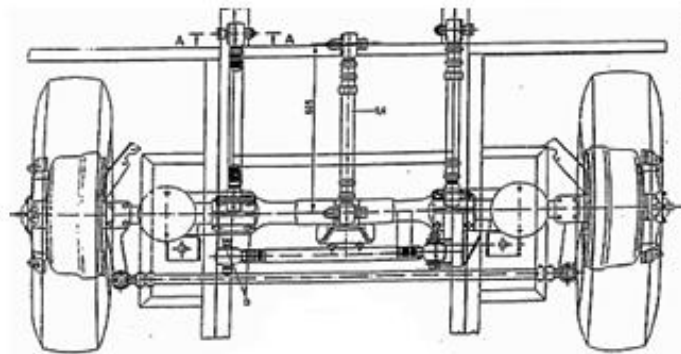
1. Tányérkerék
2. A függő kar belső villája
3. Gumi védő burkolat
4. A féltengely függő karja
5. A hátsó rugó kengyele
6. A kerék tengelye
7. Fékpofa tartója
8. Fékpofa csapja
9. Abroncs szélső gyűrűje
10. Abroncs záró gyűrűje
11. Ék alakú gyűrű
12. Kerékagy
13. Lefejtő záró csavar
14. Ösztómű háza
15. Állító persely
16. Védőkosár
17. Állító anya
18. Hátsó laprugó

19. Támasztó
20. Gömbcsap
21. Fékkulcs
22. Fékdob

1.2. Haszonjármű első futóművek



Ikarus 200 első futómű



A haszonjárművek első futóművei nagyobb konstrukciós változatokat mutatnak, mint a hátsó futóművek. Az európai előírások szerint a kormányzott első futóművek tengelyterhelése maximum 6 tonna lehet. Ilyen teherbírási határig már a merevhidas, a háromszög-trapéz keresztlengőkaros és a McPherson futóművek is gazdaságosan alkalmazhatóak. Merevhidas első futóműveket építenek be:

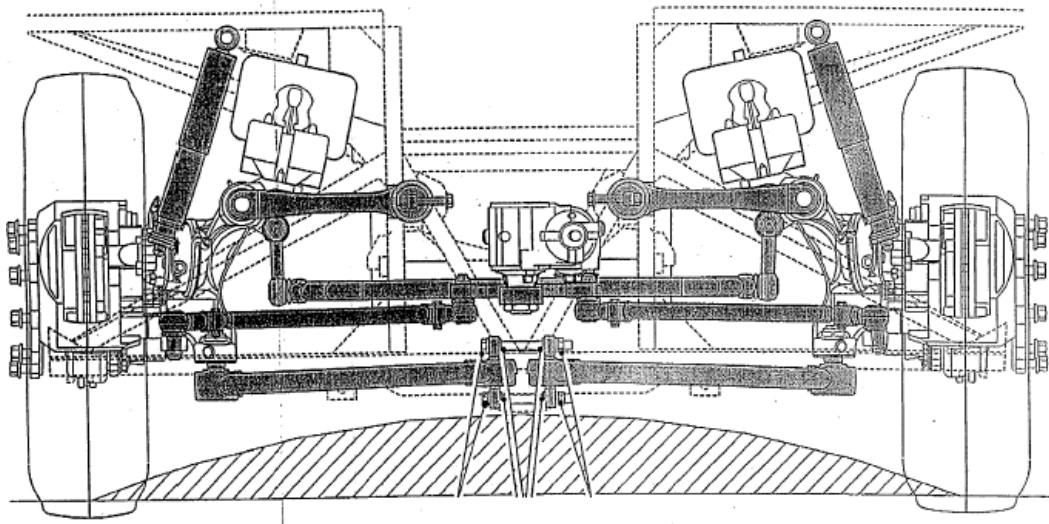
- nagyobb teherbírású teherautókba
- városi autóbuszok többségébe

Háromszög-trapéz keresztlengőkaros futóművek alkalmazási területe:

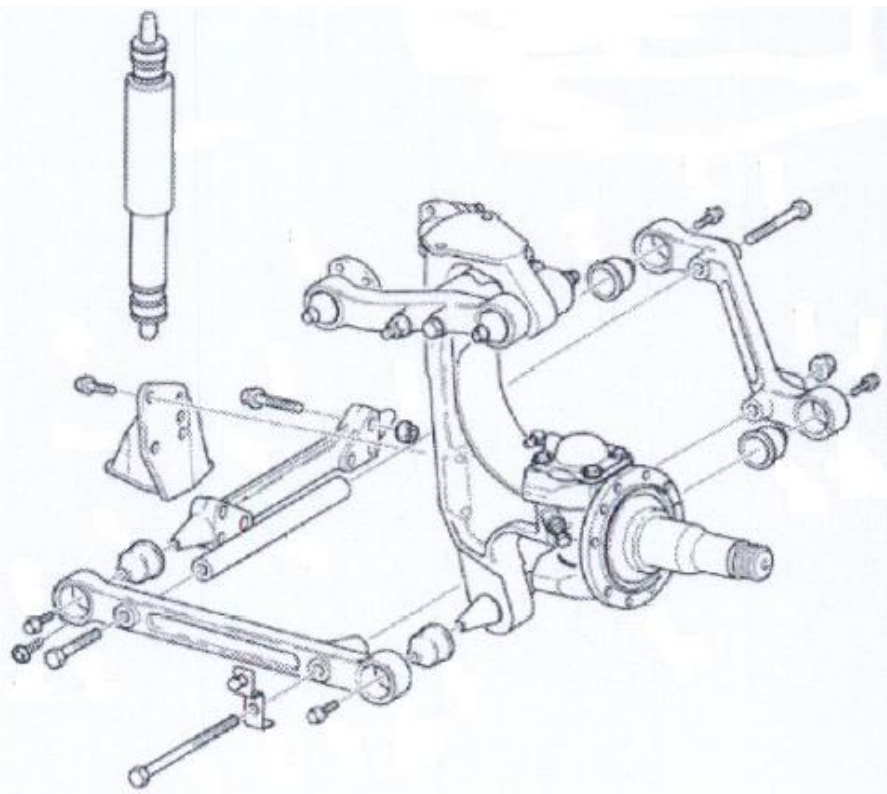
- városközi autóbuszok
- emeletes autóbuszok
- kisebb teherbírású teherautók
- midibuszok.

McPherson típusú első futóműveket - éppen szerkezeti egyszerűségük miatt - egyre gyakrabban építenek be a zárt áruszállító teherautókba, minibuszokba.

A független felfüggesztésű első futóművek alkalmazásának előnyei elsősorban a járművek egyenes haladás közbeni menetstabilitására, saját kormányzási tulajdonságok mérséklésére kifejtett kedvező hatásában nyilvánul meg (l. a Haszonjárművek kormányzása c. fejezetet).



Mercedes Travego autóbusz első futómű

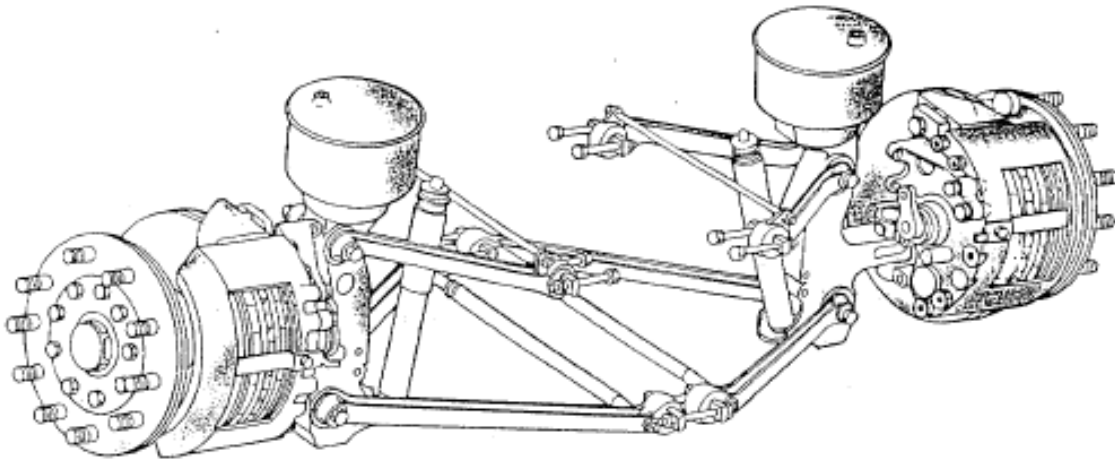


Volvo Alfabusz első futómű

Az autóbuszoknál kialakult a háromszög –trapéz keresztelengőkaros futómű jellegzetes típusa. A tengelycsonk két elemből áll:

- keréktartó tengelycsonk, amelyik a kerékcsapágyak közbeiktatásával a kerékagyat hordozza
- csonknyúlvány rész, amelyhez kapcsolódnak a keresztirányú lengőkarok vagy lengőrudak.

A tengelycsonk két elemét a függőcsapszeg kapcsolja össze, a klasszikus támcsapágyazási rendszerrel. A tengelycsonk elkormányzási tengelyét a függőcsapszeg középvonala képezi, míg a tengelycsonk lengési tengelyét a csonknyúlványok gömbcsuklóinak vagy gumiperselyeinek középpontját összekötő egyenes adja. A tengelycsonk ezen jellegzetes konstrukcióját kéttengelyű tengelycsonknak nevezhetjük. Az ilyen konstrukciók már megjelentek a személy gépkocsiknál is, Peugeot 407.



Van Hool T9 autóbusz első futóműve

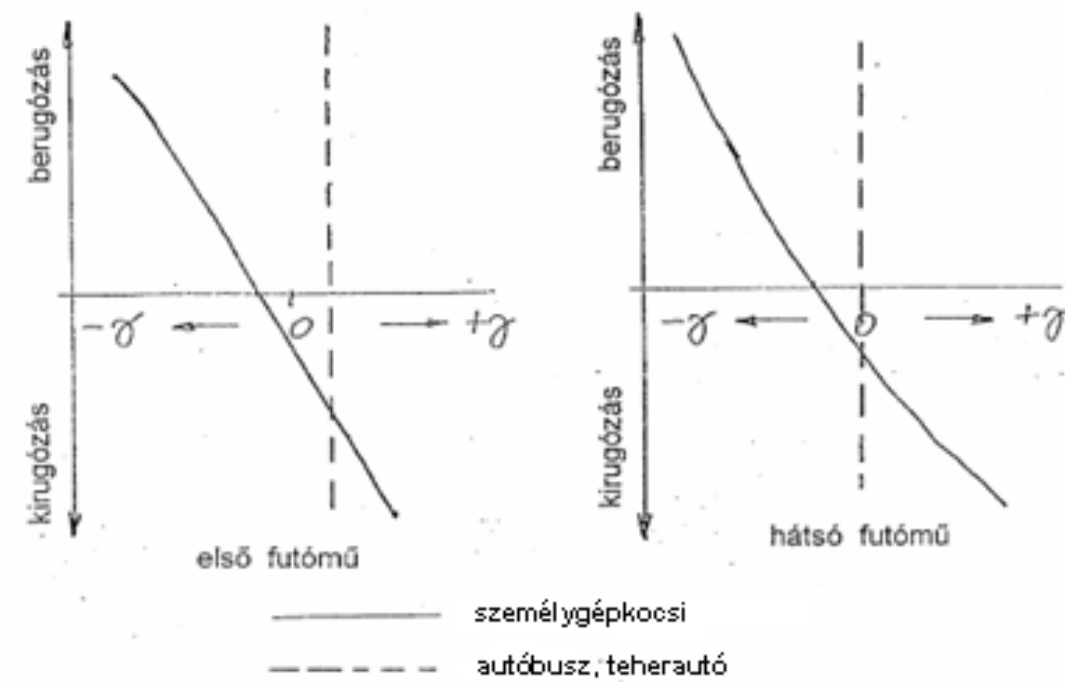
2. Haszongépjármű futóművek geometriája, jellemző paraméterei

A haszongépjármű futóművek kinematikáját és dinamikáját is ugyanazon paraméterek jellemzik, mint a többi közúti járművét. De a haszongépjárművek speciális terhelési viszonyai, üzemeltetési körülményei, sebességtartományai következtében az egyes paraméterek eltérő jelentőséget kapnak. Az ismert futómű paraméterek közül a haszongépjárműveknél elsősorban a következők dominálnak:

- kerékdőlés
- kerékdőlés változás
- kerékösszetartás
- kerékösszetartás változás
- billenési momentán centrum
- billenési momentán tengely
- tengelytávolság

2.1 Haszongépjárművek kerékdőlése, kerékdőlés változása

A hajtott merevhidas futóműveknél a differenciálmű és a féltengelyek konstrukciójából adódóan a kerékdőlés 0 értékű. A kerék ki-berugózásakor természetesen a kerékdőlés nem változik. Viszont kanyarodás közben a felépítmény billenése következtében a felépítményhez viszonyítva a kerék síkja a kanyar külső oldalán negatív, a kanyar belső oldalán pozitív irányba dől. Vagyis a relatív kerékdőlés változik, de a kerék síkja kanyarodáskor a felépítmény oldalbillenésétől függetlenül mindig merőleges az útfelületre. A független kerékfelfüggesztésű futóműveknél a kerékdőlés relatív változtatásával kell elérni, hogy a kerék síkjának az útfelülettel bezárt szöge vagy ne, vagy a kedvező irányba változzon. Kedvező a változás a kerék oldalerő felvétele szempontjából, ha a kerék teteje a kanyarodás középpontja felé dől. Ez csak akkor következik be, ha a kerék dőlése egyenlő vagy nagyobb a felépítmény oldaldőlésénél.

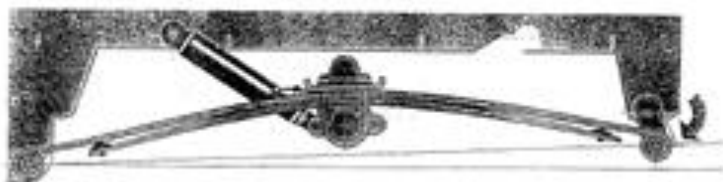
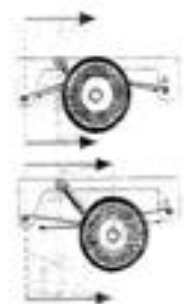
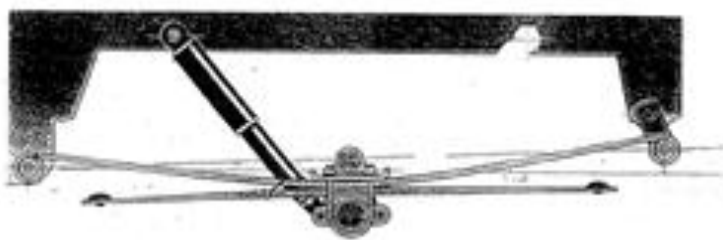
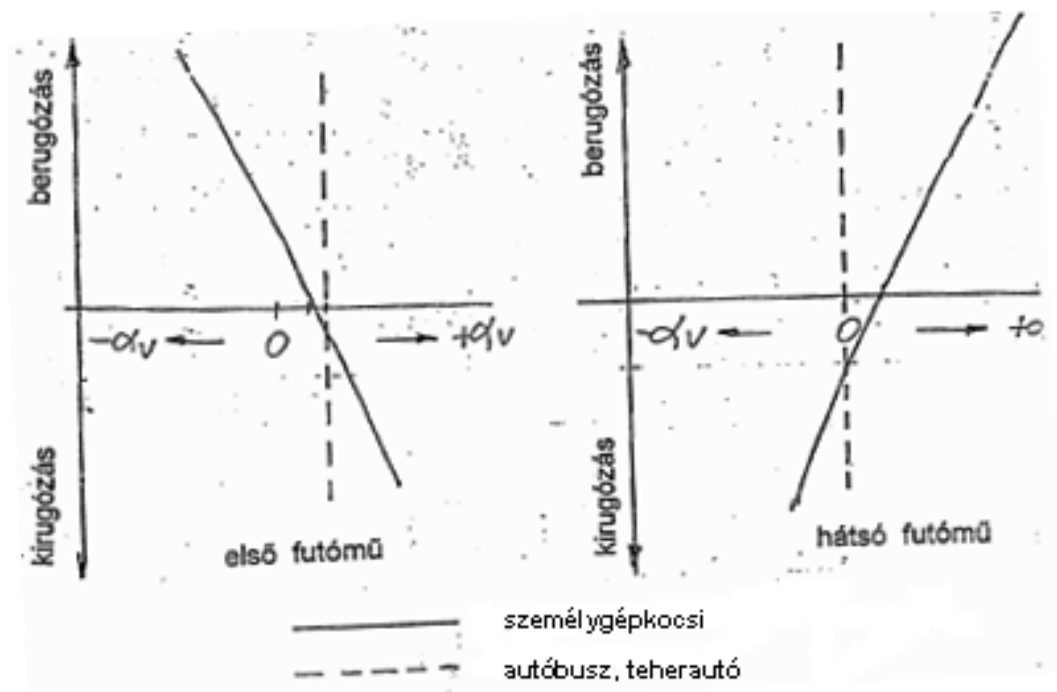


A hosszlengőkaros futóműveknél ez a követelmény nem teljesíthető, miután a kerék dőlése megegyezik a felépítmény dőlésével. A korszerű futóműveknél a kerékdőlési karakterisztika önszabályozó felfüggesztési rendszerrel valósítható meg. A merevhidas első futóműveknél a függőcsapszeg egyirányú terhelése érdekében a kerékdőlés pozitív irányú, de kismértékű, $0,5-2^\circ$ közötti. Viszont az útfelülethez viszonyított kerékdőlés a felépítmény oldalbillenésekor nem változik.

2.2 Haszongépjárművek kerékösszetartása és kerékösszetartás változása

A kerékösszetartás a hátsó merevhidas futóműveknél a konstrukcióból következően 0 értékű, az első merevhidas futóműveknél állítható, általában 3-6 mm értékű.

A jármű kanyarstabilitásának megőrzése vagy javítása érdekében a korszerű futóművek kerékösszetartása változtatható.



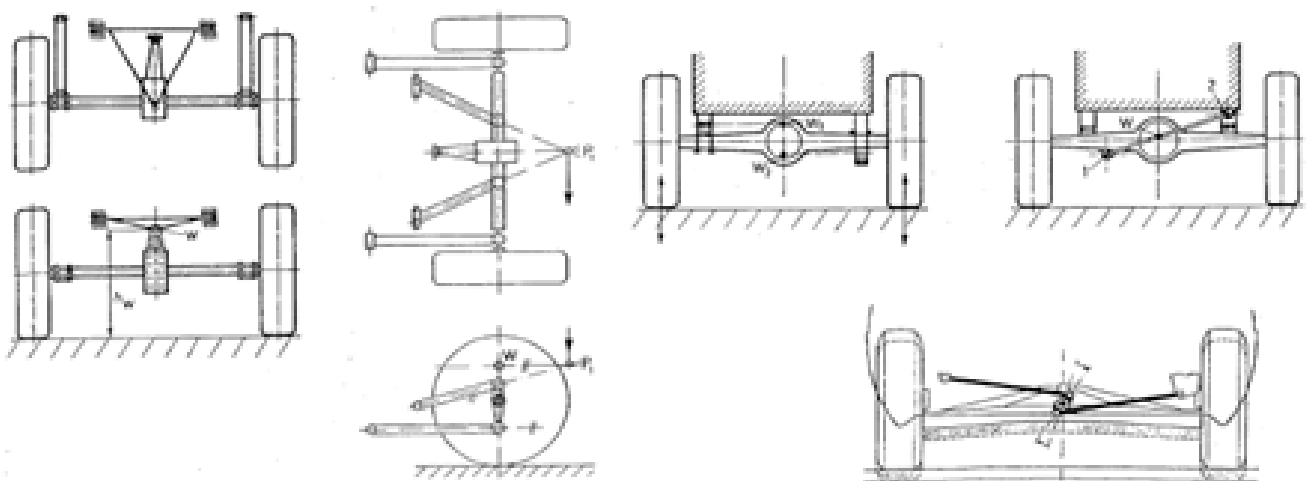
VW Caddy kisteherautó hátsó futómű

A kerékösszetartás változásának célfüggvénye eltérő az első és hátsó futóműnél. Az első futóműnél kanyarodás közben a külső kereket a széttartás, a belső kereket az összetartás irányába kell elkormányozni. A hátsó futóműnél éppen ellenkezőleg, a külső kereket az összetartás, a belső kereket a széttartás felé kell irányítani. Ez a kettős célfüggvény a jármű túlkormányzásának elkerülését szolgálja. A tervezett kerékösszetartás változása megvalósítható önszabályozással, vagy külső számítógépes irányítással.

A merevhidas hátsó futóműveknél a kerékösszetartás változtatását az egész futómű elfordításával lehet elérni. Önszabályozás a futómű felfüggesztés geometriájának megfelelő kialakításával oldható meg.

A laprugók vagy a hosszirányú lengőrudak tengelyének előre lejtésével elérhető, hogy a kocsitest oldalbillenésekor az egész futómű kismértékben elforduljon. Ez az önszabályzás a hátsó futóműnél alkalmazva csökkenti a jármű hátsó részének sodródását.

2.3 Haszonjárműnek billenési momentán centruma és tengelye



Merevhidas futóművek momentán centruma

A járművek felépítményének billenési momentán centruma és momentán tengelye alapvetően befolyásolják a jármű stabilitását, különösen a

kanyarstabilitását. Autóbuszoknál, főleg magas padlós és az emeletes autóbuszoknál a járműtervezők minél magasabb momentán centrumok és momentán tengely elérésére törekednek. A momentán centrum magassága laprugós futóműveknél a fix csuklós bekötés helyétől, légrugós autóbuszoknál a V alakú rudak tengelybekötésétől függ. Alacsony padlós városi autóbuszoknál a V-rudak a portál hidak alsó részéhez kapcsolódnak, ami alacsony momentán centrumot eredményez. Ezeknél a buszoknál a felépítmény oldalbillenését erős keresztstabilizátorral szükséges csökkenteni.

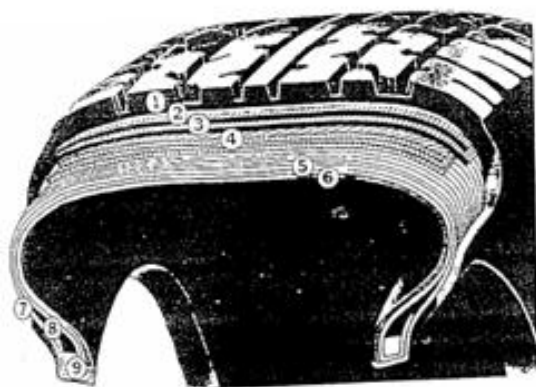
3. Haszonjármű futóművek szerkezeti elemzése

A haszonjármű futóművek szerkezeti felépítése, alkatrészeinek formája egyre inkább közelít a személygépkocsi futóművékéhez. A legnagyobb teherbírású haszonjárművekben is megjelentek a radiál gumibroncsok, az osztatlan, mélyágyas kerékpántok, a harmadik generációs kerékcsapágyak, a gumiperselyek (szilentblokkok), a nagytérfogatú gumiágyazások (elasztométerek). Természetesen formai hasonlóságról van szó, miután a haszonjármű futómű alkatrészének a mérete, igénybevétele, tervezett élettartama speciális anyag és szerkezeti jellemzőket igényel. Ma már a vezető haszonjármű márkák esetén gyakori az 1 millió km futásteljesítményre való tervezés.

3.1 Haszonjármű gumibroncsok

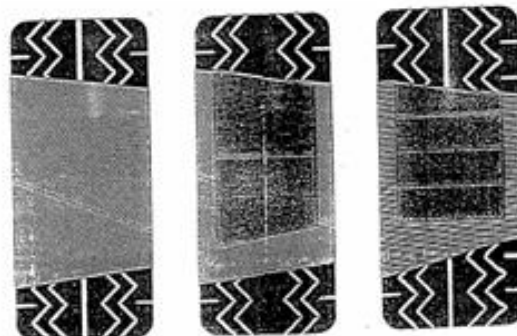
A haszonjármű gumibroncsok legfontosabb műszaki paramétereit, azok jelzéseit az ENSZ EGB (ECE) 54. sz. ajánlása részletesen előírja. A gumibroncsok oldalfelületén feltüntetett adatokból egyértelműen meghatározható a szerkezeti felépítés, a geometriai méretek, a terhelhetőség, a sebességhatár, a mintázat jellege, a gyártás időpontja.

A haszonjármű gumibroncsok szerkezeti felépítésében a diagonál és a radiál szövets szerkezetek egyaránt előfordulnak, miközben a korszerű, radiális, alacsony oldalfalú, erősített szerkezetű gumibroncsok dinamikusan terjednek, különösen az autóbuszoknál.



1. Futó
2. Alapgumi
3. Nylon stabilizáló betét
4. Acél öv
5. Radiál szálak
6. Légzáró lemez
7. Oldalfal
8. Perem
9. Peremhuzal

Gumiabroncsok szerkezete



diagonál

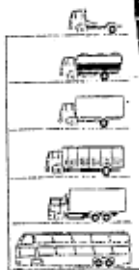
öves diagonál

radiál

Követelmény	Mintázat kialakítása
Kis kopás	Kevés mintaárok, sima kontúr, körkörös bordázat, nagy mintázat.
Jó vonókéesség	Sok mintaárok, sima keresztmetszet, keresztirányú mintázat.
Aquaplaning (vízen úzás)	Erőteljes – futófelület görbület, nyitott mintázat, kis mintaelemek, mély mintaárok.
Hajtás/Fékezés	Sima kontúr, széles futófelület, sok lamella, keresztirányú osztottság.
Zaj	Hosszirányú mintázatok keresztirányú bevágások nélkül, lamellák nélküli mintázat, mintázat szabálytalan elhelyezése.

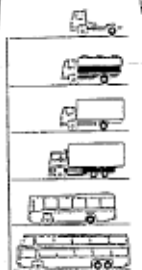
EURO-TRANS M 253

315/80 R 22.5 M.L



M&S-STEEL M 230

10.00 R 20 K
11.00 R 20 K
12.00 R 20 K
11 R 22.5 L
12 R 22.5 L
13 R 22.5 L



Semperit gumiabroncsok

Gumiabroncsok jellemző adatai, jelölése

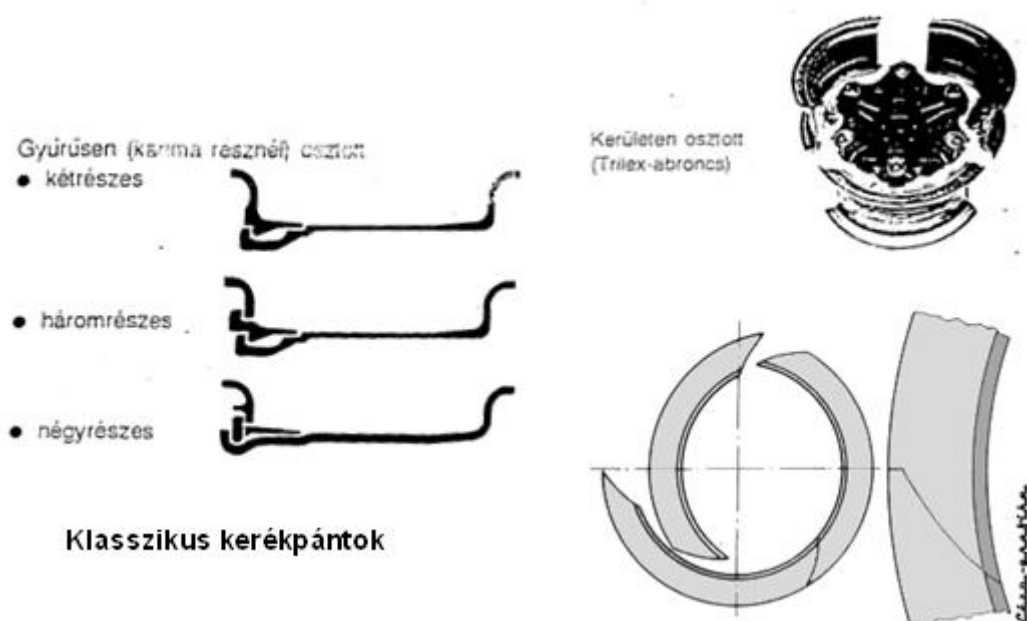
ENSZ, EGB (ECE) 30 szabvány személygépkocsik
54 szabvány haszongépjárművek

- abroncs gyártmánya, kereskedelmi megnevezése
- jóváhagyási jel: E...
- méretjel:
 - diagonál abroncs: 11.00-20 hagyományos
 - radiál abroncs: 11.00 R 20 hagyományos, tömlős, többrészes pánt
 - 11 R 22.5 korszerű egyrészes meredek vállú pánt, tömlő nélküli
 - 315/75 R22.5 peres, meredek vállú pánt, tömlő nélküli
- terhelhetőség (Li index)
 - Pl.: 149/146 teherbírása 3250/3000 kg
- sebességhatár
 - Pl.: L 120 km/h M 130 km/h

- gyártás időpontja
Pl.: DOT 257 1997.év 25. hete
- tömlőre utaló jelölés
nincs jel: tömlős
TUBE TYPE, TT tömlős
TUBELESS tömlő nélküli
- mintázat
nincs jel: általános használatú
M+S téli mintázatú
- kopásmutató
TWI

3.2 Haszonjárművek kerékpántja, keréktárcsája

Haszonjárművek kerékpántjainak szerkezeti felépítésében évtizedekig uralkodó volt az úgynevezett trilex konstrukció, amelyben a kerékpánt a kerülete mentén három részre osztott, a tömlős gumiabroncsba az egyes elemeket belülről lehetett behelyezni, majd a három részt az öntött keréktárcsa szorította össze. A nyilvánvaló járműdinamikai hátrányok mellett előnye volt a viszonylag könnyű szerelhetőség.

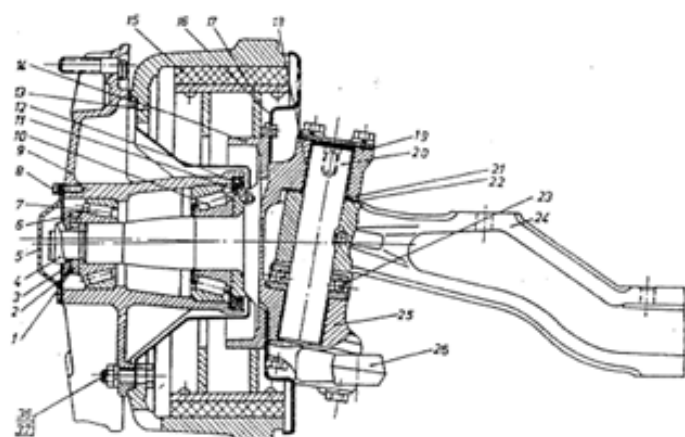


A trilex rendszert a gyűrűsen osztott kerékpántok váltották fel, amelyek kisebb tömeget, jó kiegyensúlyozottságot nyújtottak, de továbbra sem tették lehetővé a tömlő nélküli gumiabroncsok használatát. Az utóbbi évtizedben tanúi lehettünk a személygépkocsiknál uralkodóvá vált osztatlan mélyágyas kerékpántok és a tömlő nélküli (tubeless) gumiabroncsok rohamos terjedésének a haszongépjárműveknél is.

Meredek peremes pánt	Széles pánt
	
11,75 x 22,5	W 12 x 30 DW 12 x 30
A peremtávolság 0,25 többszöröse. Az pántátmérőt 0,5 collban kifejezve adják meg.	A peremtávolságot tizedes érték nélkül adják meg. W: Normál mély-ágy (wide base = széles alap) DW: lépcsőzött mély-ágy.

3.3 Haszongépjármű kerékcsapágyak

A haszongépjárművek nagy tengelyterhelése (statikusan 10 tonna, dinamikusan akár 20-25 tonna is lehet), a hosszú élettartam és a minimális karbantartás igénye alapvetően meghatározza a kerékcsapágyazás szerkezeti felépítését és métereit. Az SKF osztályozás szerint a haszongépjármű csapágyak ma már az 1., a 2., és a 3. generációs kategóriákba sorolhatók. Az 1. generációs csapágyak a haszongépjárműveknél a kúpgörgős csapágyak, amelyekből kerekenként kettőt kell alkalmazni, gondoskodva a két csapágy játékmentes axiális rögzítéséről és megfelelő kenéséről. Erre szolgálnak a különböző roppantó hüvelyek, rögzíthető csapágyanyák, tömítőgyűrűk (szimmeringek). A 2. generációs csapágyak lényegében 2 egysoros gördülő csapágy egyesítéséből állnak össze, a külső gyűrűk egy alkatrészt képeznek. A 3. generációs csapágyak kétsorosak, de már a külső vagy belső csapágygyűrűk szerepét a tengelycsonk vagy a kerékagy veszi át. A korszerű haszongépjármű csapágyak kenőolajban futnak. A kerékagy oldalán kialakított átlátszó ablakon lehet ellenőrizni az olajsíntet.

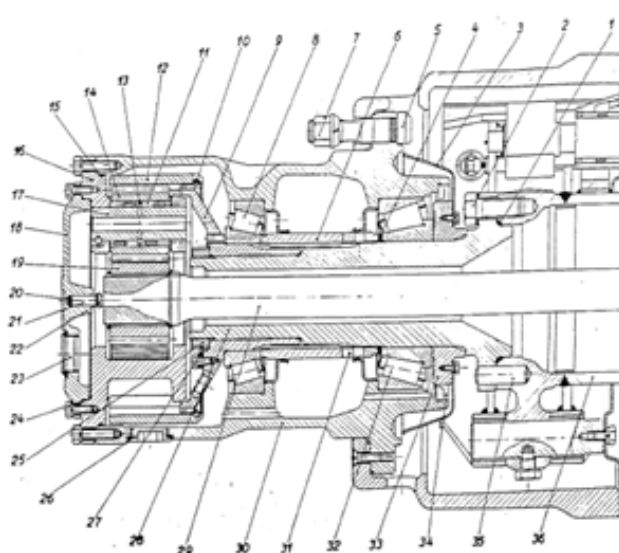


**Ikarus 415 autóbusz
első kerécsapágyazás**

- 20. Tengelycsonk csapszeg
- 21. Szabályozó tárcsa
- 22. Tárcsa
- 23. Tengelycsonk csapágy
- 24. Tengely
- 25. Tengelycsonk
- 26. Nyomtávkar, bal

A mellső futómű metszete

- 1. Csapágyanya
- 2. Zárógyűrű
- 3. Zárótárcsa
- 4. Anya
- 5. Kerékagy sapka
- 6. Tömítés
- 7. Külső csapágy
- 8. Csavar
- 9. Kerékagy
- 10. Belső csapágy
- 11. Támgyűrű
- 12. Tömítőgyűrű
- 13. Fékdob
- 14. Féktartó
- 15. Fékbetét
- 16. Féktakaró lemez
- 17. Fékpofa
- 18. Tengelycsonk persely
- 19. Tömítés



Ikarus autóbusz hátsó futómű

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1- O-gyűrű | 19- napkerék |
| 2- hatlapfejű csavar | 20- állító alátét |
| 3- olajfogó harang | 21- támasztócsap |
| 4- állító alátét | 22- fejcs támasztócsap |
| 5- kerécsavar | 23- olajtöltés zárócsavarja |
| 6- fogazott távtartóhüvely | 24- O-gyűrű |
| 7- kerékanya | 25- tengelyvéscanya |
| 8- kuporgörős csapágy | 26- olajleeresztő csavar |
| 9- koszoruagy | 27- biztosítólemez |
| 10- rögzítőkarika | 28- tengelycsonk |
| 11- hengergörős csapágy | 29- féltengely |
| 12- fogaskoszoru | 30- kerékagy |
| 13- választógyűrű | 31- távtartó |
| 14- bolygókerék | 32- kuporgörős csapágy |
| 15- O-gyűrű | 33- vállgyűrű |
| 16- bolygótartó | 34- rugós tömítőgyűrű |
| 17- bolygócsapszeg | 35- illesztőszeg |
| 18- zárófedél | 36- hidház |

1a. Kerékagysapka

1b. O-gyűrű

2. Záródugó

3. Kerékagyanya

4. Rögzítőgyűrű

5. Rögzítő alátét

6. Biztosító alátét

7. Külső csapágy

8. Külső gyűrű

9. Távtartó

10. Rugós alátét

11. Roppantógyűrű

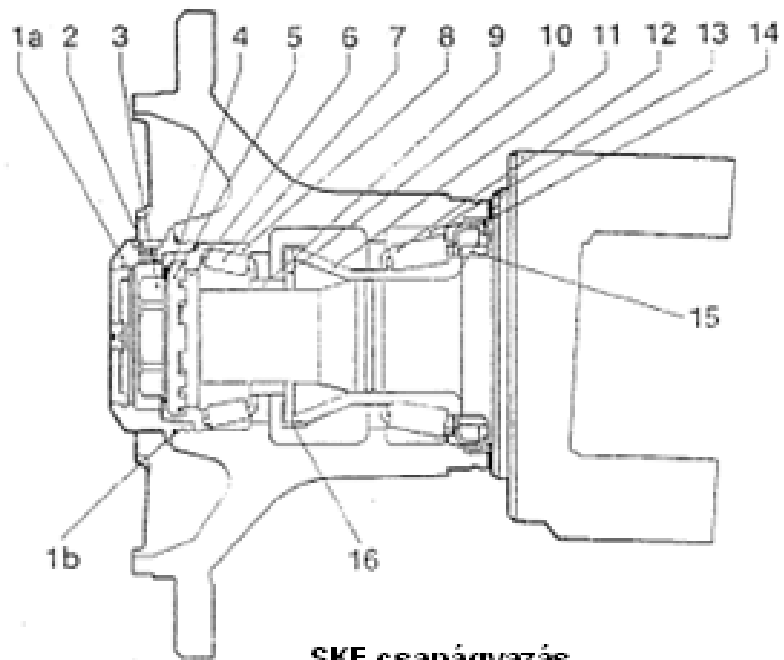
12. Belső csapágy

13. Külső gyűrű

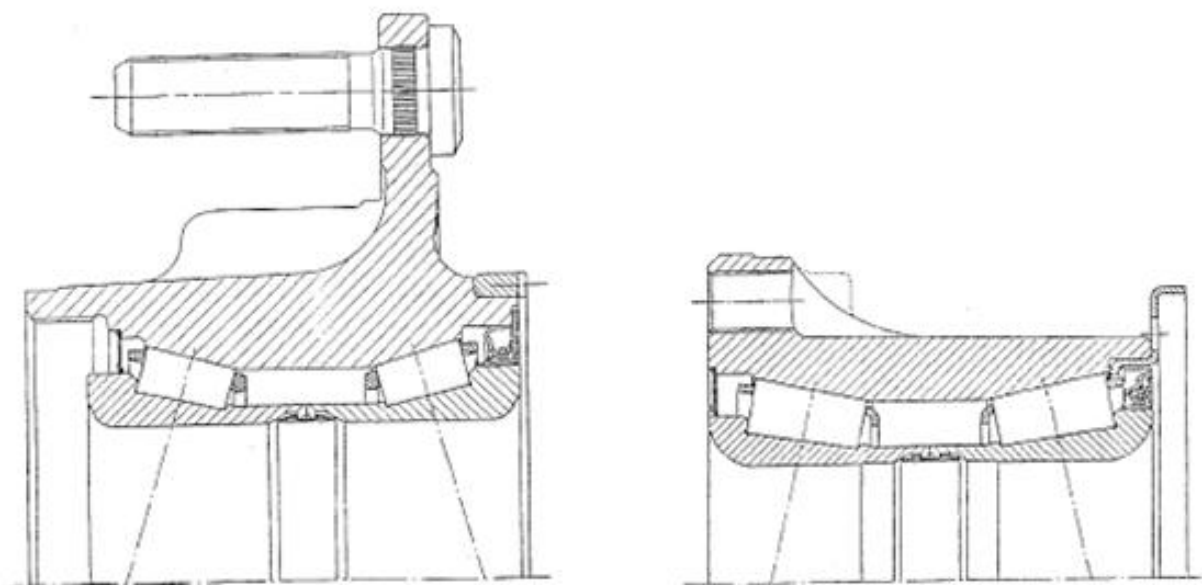
14. Tömítő gyűrű

15. Csúszógyűrű

16. Alátétrögzítő fül



SKF csapágyazás

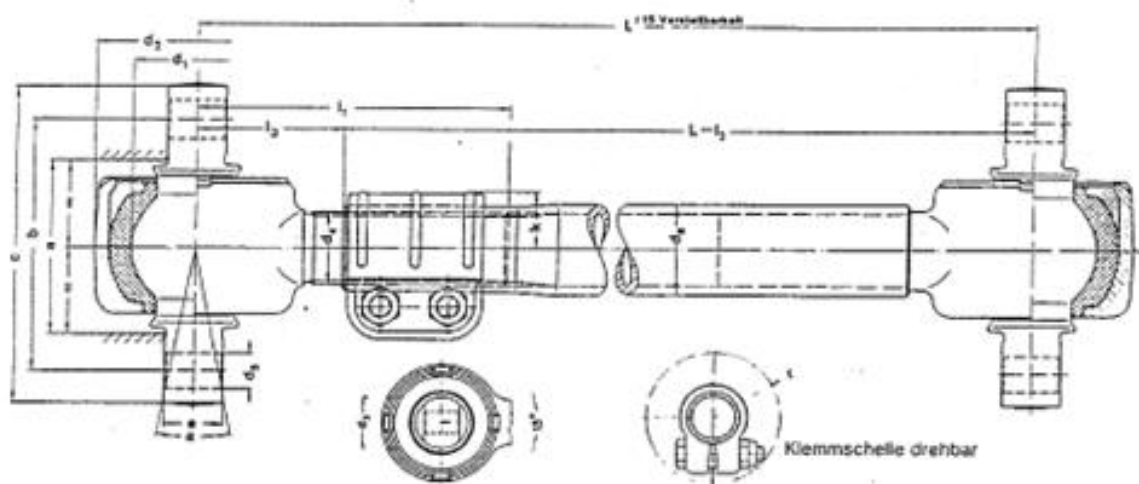


SKF harmadik generációs csapágyazás

3.4 Kerékfelfüggesztő alkatrészek

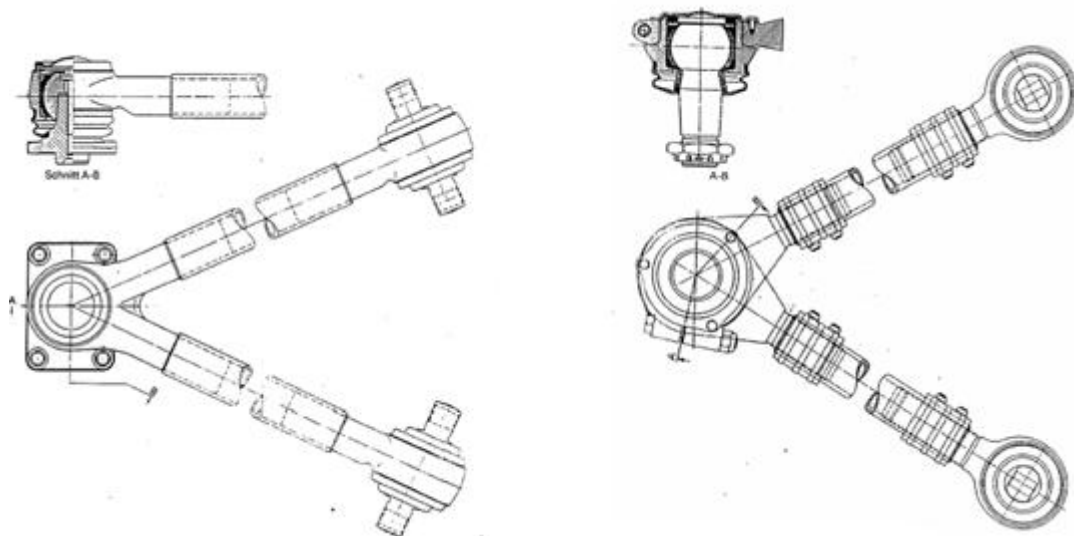
A laprugós haszonjárművek felfüggesztő alkatrészét maga a laprugó alkotja. A laprugó szemekbe gumiperselyek kerülnek, amelyek garantálják a karbantartásmentességet és a rezgésszigetelést.

Légrugós futóműveknél lengőrudak (Panhard-rudak) kapcsolják a tengelytestet vagy tengelycsonkot az alvázhhoz. A rudakhoz belső gömbös rúdfejek csatlakoznak, amelybe gumiperselyek közbeiktatásával sajtolják be a rögzítő csapokat. A rögzítő csapokat két csavarral lehet hozzáerősíteni a tengelytesthez illetve az alvázhhoz hozzáhegesztett menetfuratos kengyelekhez. A tengelytest pozíciójának beállítása céljából a két rúdfej jobb-bal menetes szárral kapcsolódik a csőből készült rúdhoz, ezáltal a lengőrúd kiszorítása nélkül is lehet szabályozni a két bekötési pont távolságát.



d ₁ Nenn- größe	α zul.	α max.	a	b ± 0,2	c	e	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅ H 12	d ₆			k			f			h	l ₂
												Rohr- messung			für Rohr- messung			für Rohr- messung				
												A	B	C	A	B	C	A	B	C		
40	15°	20°	60	90	120	20	69	32	M30x1,5	15	36x3,7 ¹⁾	40x5,7 ¹⁾	42x6,7 ¹⁾	23	27	28	45	52	53	120	55	
50	15°	20°	75	110	150	22	85	35	M38x1,5	15	48x5	50x6	52x7	30	31	33	54	56	58	150	70	
65	15°	20°	90	130	164	30	105	42	M38x1,5	19	48x5	50x6	52x7	30	31	33	54	56	58	160	75	
80	15°	22°	105	152	185	35	130	50	M48x1,5	21		60x6	62x7		34	34		61	61	200	100	
100	15°	22°	140	190	235	42	155	70	M48x1,5	25		60x6	62x7		34	34		61	61	205	120	

A független felfüggesztésű légrugós futóműveknél már megjelentek a teflon (tetrafluoretilén) bevonatú acél gömbcsuklók, amelyek a tengelycsonk precíz megvezetésére alkalmasak.



4. Haszonjárművek rugózási rendszerei és jellemző alkatrészei

4.1 Lengésdinamikai követelmények

A haszonjárművek rugózási rendszereinek tervezésekor vagy minősítő vizsgálatokkor külön elemzik a vezető lengéskényelmét és a szállítandó személyek vagy áruk lengésdinamikai jellemzőit. A vezető számára az ülés és környezet jelenti a munkahelyét, ahol esetenként akár napi nyolc órát is eltölthet. Ennek figyelembe vételével alakítják ki a vezetőülés ergonómiáját és lengési szerkezetét. Autóbuszoknál a vezetőig terjedő rugózási láncolatot a gumiabroncs, a fő rugó és lengéscsillapító, az ülés rugója és lengéscsillapítója képezi. Vagyis a vezetőülés háromszor rugózott. Korszerű teherautóknál négyszeresen rugózott a vezetőülés: gumiabroncs, fő rugó és lengéscsillapító, vezetőfülke rugó és lengéscsillapító, vezetőülés és lengéscsillapító. A járművezető lengéskényelmét az 1 Hz körüli sajátfrekvencia és 0,1g lengésgyorsulás követelményszint írja elő. Ezt a kényelmet a háromszoros illetve négyszeres rugózás garantálja.

Autóbuszok utasaira vonatkozó lengéskényelmi előírások: 1,2 Hz sajátfrekvencia és 0,1-0,3g lengésgyorsulás. Teherautóknál a rakfelületen a sajátfrekvencia 1,5 Hz, a lengésgyorsulás max. 0,7g lehet.

Autóbuszoknál további lengésdinamikai követelmény a padlószint terheléstől független magassága, a korszerű távolsági buszoknál már a padlószint szabályozása is. A megállóknál az utasok kényelmes fel-leszállása érdekében a padlószintet a lehető legalacsonyabbra lesüllyeszti (letérdepelteti az autóbuszt), majd a jármű

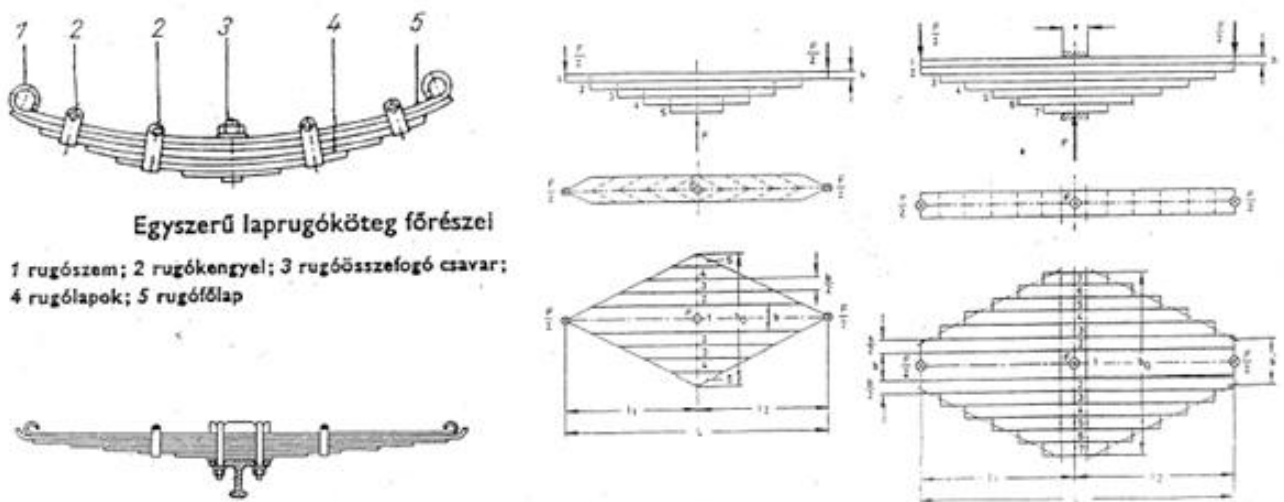
sebességétől és az útviszonyoktól függően a padlósínt automatikusan beáll az optimális magasságra.

Teherautóknál is általános követelmény lehetne a padlósínt szabályozása, de a laprugós futóművek erre nem adnak lehetőséget. A nyerges szerelvények vontatóinál egy kompromisszumos megoldás alakult ki: az első futómű laprugós, míg a hátsó, a pótkocsivontató nyereg alatti viszont légrugós, állítható, szabályozott szintállítással.

4.2 Haszonjárművek rugózási elemei

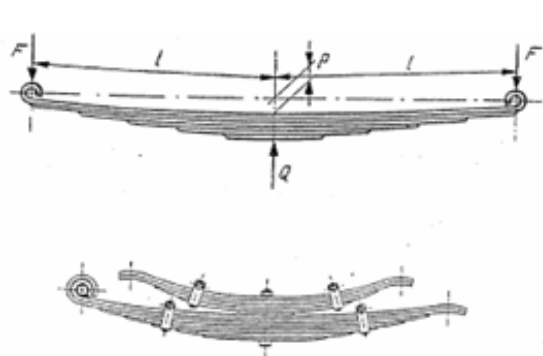
A haszonjárművek rugózási rendszereinek meghatározó elemei a laprugók, légrugók és a hidraulikus teleszkópos lengéscsillapítók.

4.2.1 Laprugók

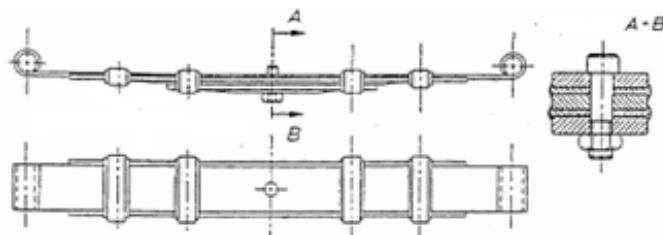


A hagyományos kivitelű laprugók ma is nagy arányban fordulnak elő a haszonjárművekben, főleg a kis és közepes teherbírású teherautókban. A hagyományos laprugó egy-két főlapból és több melléklapból áll. A rugólapok szélessége és vastagsága állandó. Méretüket, lapszámukat a tengelyterhelés alapján lehet meghatározni. Tervezéskor elsődleges követelmény az egyenszilárdság. Ezt a kiterített lemez megfelelő darabolásával lehet elérni. A laprugók széleskörű alkalmazását az indokolja, hogy azok nem csak rugóerőt, hanem hossz- és keresztirányú erőt is képesek felvenni, ezáltal felfüggesztő

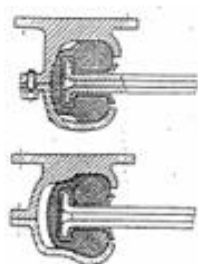
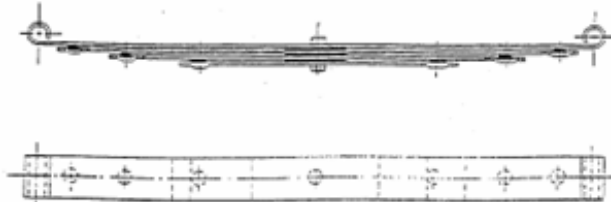
elemként is szolgálnak. A futómű ki-berugózásakor a laprugó íveltsége és így a két vége közötti távolság változik. Ebből következőleg a laprugóköteg sajátos bekötése alakult ki. A főlap egyik szeme fix bekötésű fém vagy gumiperselyen átdugott csapszeggel csatlakozik az alvázhoz, míg a másik vége lengő kengyel vagy ívelt támaszték közbeiktatásával elmozdulhat.



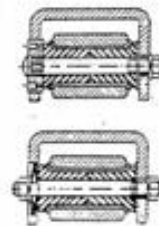
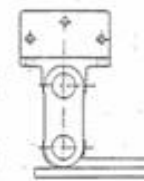
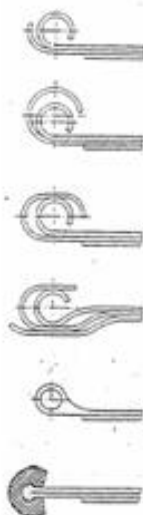
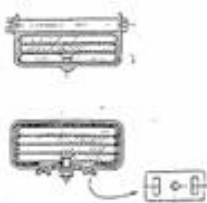
**Laprugóköteg
segédrugóval**



Súrlódáscsökkentő betétek

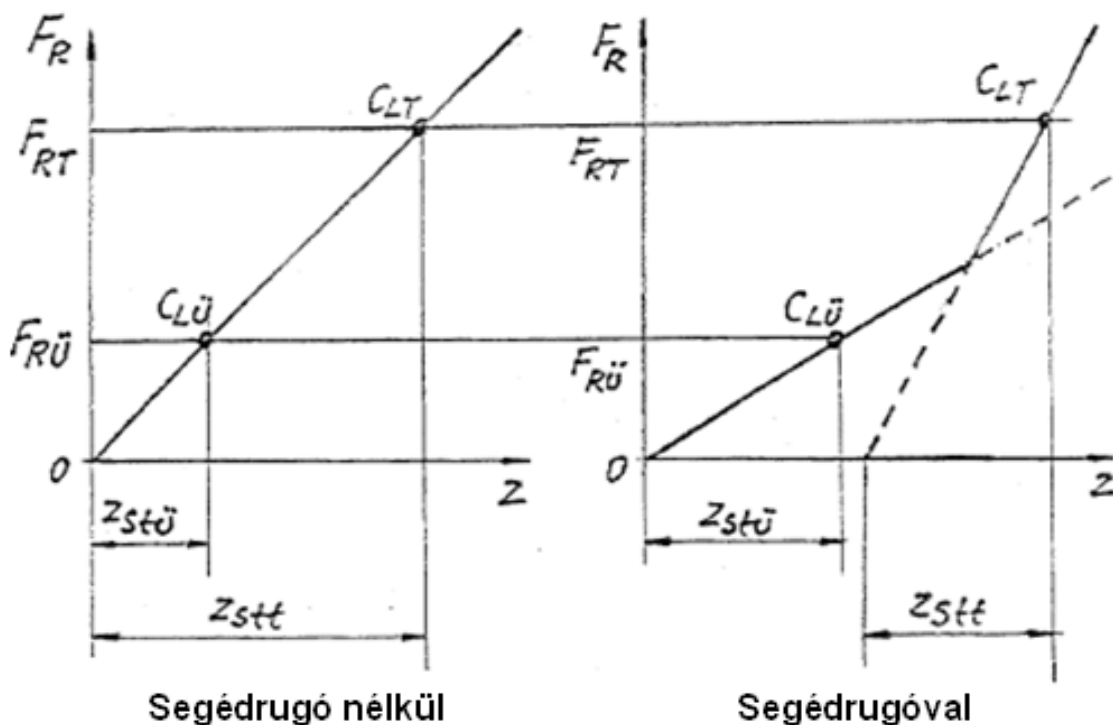


Laprugó szemek



A laprugó előnye a viszonylag egyszerű szerkezet, kis karbantartási igény, a felfüggesztés egyszerűsítése, a kis helyigénye.

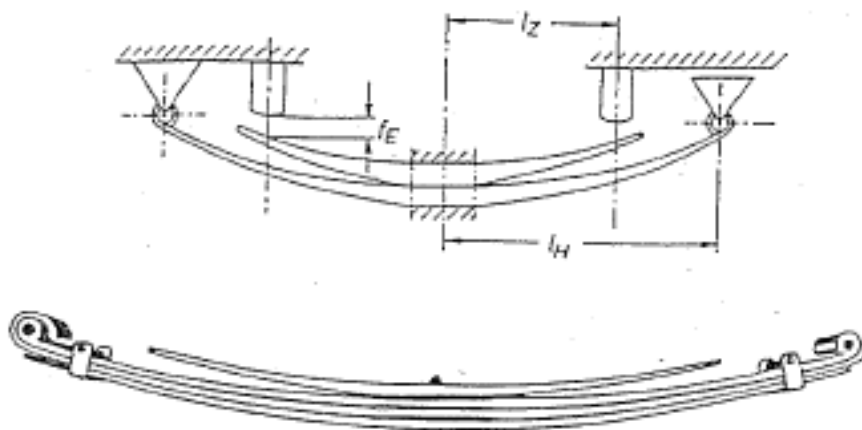
Hátrányai elsősorban lengésdinamikai szempontból jelentkeznek. A több lap egymáson elcsúszása következtében nagy a hiszterézise, a belső csillapítása. Ez a csillapítás a Coulomb súrlódásból adódik, ami a rugózási sebességtől függetlenül közel állandó csillapító erőt ad. Ennek következtében kis járműsebességnél, rosszabb útfelületen túl nagy a csillapítás, nagyobb sebességnél viszont nem elegendő. Ezt a hátrányos tulajdonságát az egyes lapok közé behelyezett súrlódáscsökkentő műanyag betétekkel lehet csökkenteni.



A laprugó másik hátránya karakterisztikájában rejlik. A rugókarakterisztika a rugóerő (rugóterhelés) és az elmozdulás (besüllyedés) közötti összefüggést mutatja. Ez a karakterisztika laprugónál lineáris, vagyis kétszer akkora terheléshez kétszer akkora besüllyedés tartozik. A lineáris karakterisztika következményeként a lengési frekvencia a terheléstől függően változik, méghozzá fordított arányban. Ha nő a terhelés, csökken a frekvencia. E lengéskényelmi szempontból kedvezőtlen tulajdonságon segédrugó beiktatásával lehet két fokozatban javítani.

A laprugós felfüggesztés esetén egyáltalán nem vagy csak bonyolult és drága mechanizmus révén lehet padlószintet, rakfelület magasságot változtatni.

A laprugók korszerű generációját jelentik az úgynevezett parabolikus rugók. Ezeknél a rugólap vastagsága az egyenszilárdság követelményének megfelelően változó. Így elegendő egy esetleg két-három lap alkalmazása. De továbbra is lineáris marad ennek a rugótípusnak is a karakterisztikája.

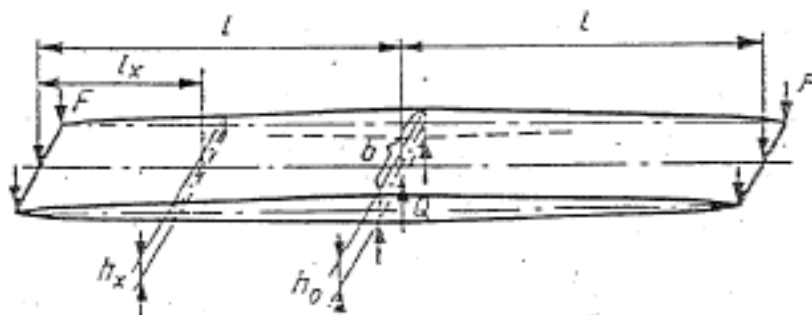


A méretek, a deformáció és a feszültség közti összefüggések

$$f = \frac{4Ql^3}{Eb v_o^3} = \frac{4l^2 \cdot \sigma}{3E v_o}; \quad \sigma = \frac{3Ql}{b v_o^2}.$$

A rugómerevség:

$$C = \frac{Eb v_o^3}{4l^3}; \quad v_x = v_o \sqrt{\frac{l_x}{l}}.$$



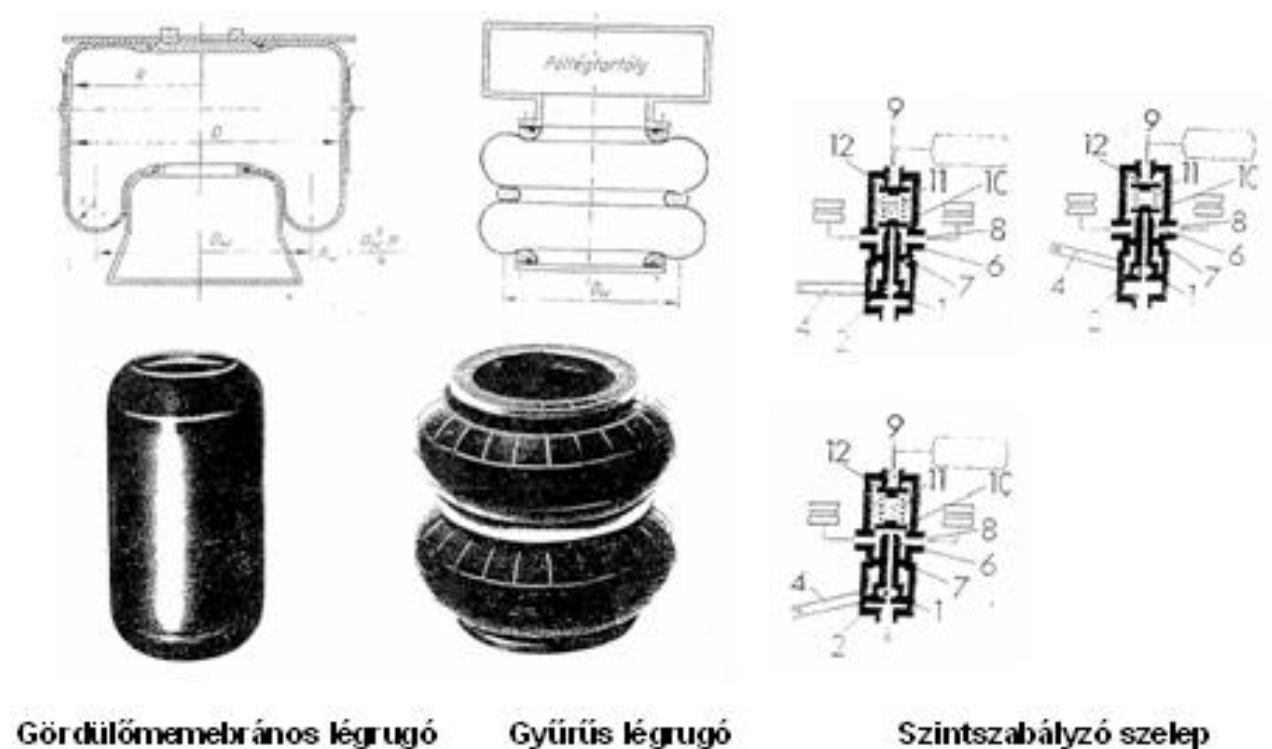
Szimmetrikus parabolarugó

4.2.2 Légrugók

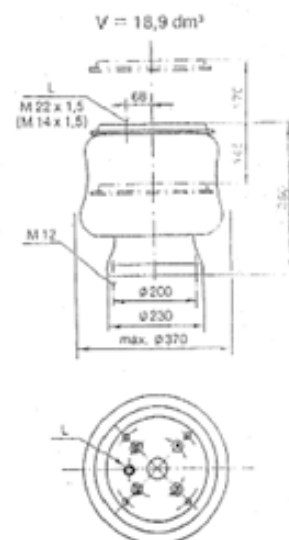
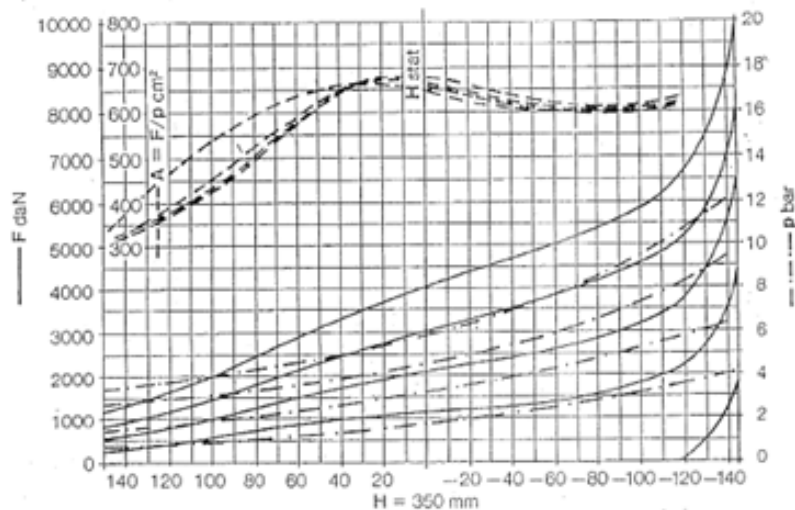
A korszerű autóbuszoknál szinte általános, teherautóknál pedig rohamosan terjed a légrugók alkalmazása. Haszonjárműveknél két típusú légrugó használatos:

- gördülőmembrános
- gyűrűs légrugó.

Mindkét légrugó csővezetékes összeköttetésben áll a jármű légfékrendszerével, a légrugó levegőáramlását szint szabályozó szelep irányítja. Ezek a légrugók állandó térfogatú, változó töltésű gázrugónak nevezhetők, melyekben ki-berugózaskor politrópikus állapotváltozás zajlik, ami kedvező progresszív rugókarakterisztikát eredményez.

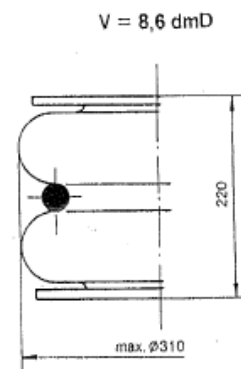
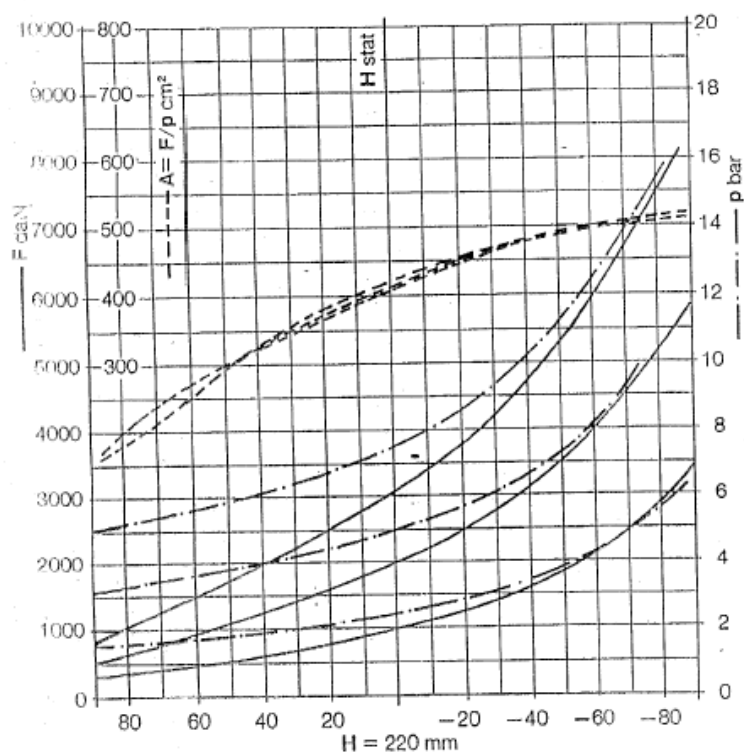


Taurus 285-385 TI-104-00 dinamikus karakterisztika



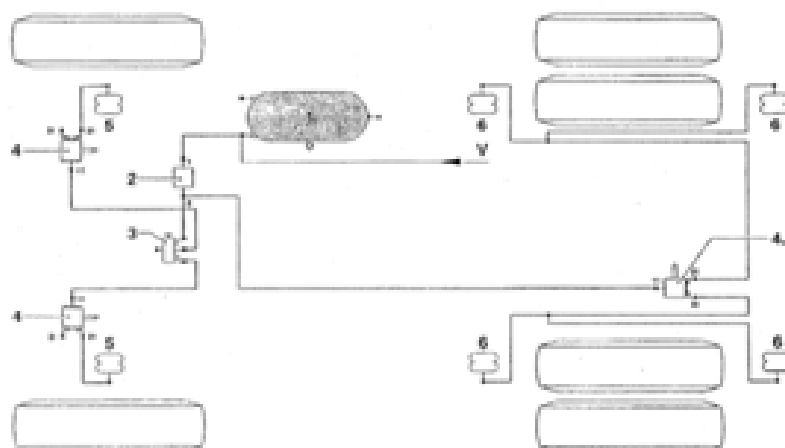
F	p	c	Hz
daN	bar	daN/cm	1/s
4000	5,9	177	1,05
3000	4,5	137	1,06
2000	3,0	97	1,10
1000	1,5	57	1,20

TAURUS 290 x 2 x 200 TI-111-00 DINAMIKUS KARAKTERISZTIKA



F	p	c	Hz
daN	bar	daN/cm	1/s
3000	7,5	334	1,66
2000	4,9	226	1,67
1000	2,4	117	1,71
500	1,2	63	1,77

A légrugózás sűrített levegő rendszere magasságállítás nélkül



V. Négykörös védőszelep 23-as csatlakozójának nyomása

1. Mellékfogyasztók tartálya

2. Áteresztő szelep

3. Elosztó

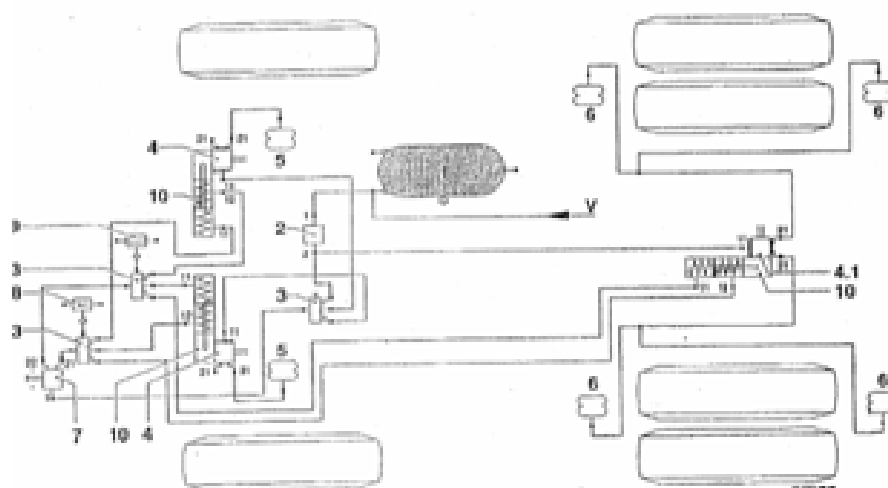
4. Légrugó szintszabályozó

5. Légrugó szintszabályozó szelep, hátul 1 db

6. Légrugó ballon, első tengely

7. Légrugó ballon, hajtó tengely

A légrugózás sűrített levegő rendszere magasságállítóval



V. Négykörös védőszelep
23-as csatlakozójának
nyomása

1. Mellékfogyasztók
tartálya

2. Áteresztő szelep

3. Elosztó

4. Légrugó
szintszabályozó

4.1. Légrugó
szintszabályozó
szelep, hátul 1 db

5. Légrugó ballon, első
tengely

6. Légrugó ballon, hajtó
tengely

7. A pneumatikus magasságállító rendszer szabályozó
szelepe

8. Membrános nyomáskapcsoló süllyesztés

9. Membrános nyomáskapcsoló emelés

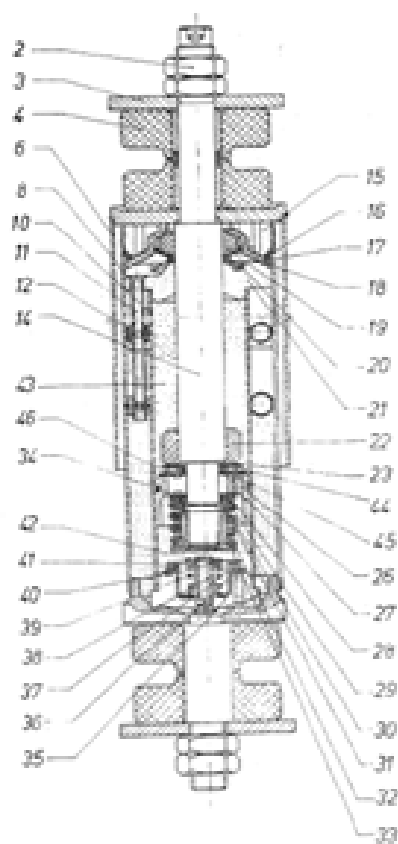
10. Állító elem / 1 légrugó szelepenként

4.2.3 Lengéscsillapítók

Haszonjárműveknél ma kizárólagosan teleszkópos lengéscsillapítókat alkalmaznak. A teleszkópos lengéscsillapító tulajdonképpen kettős működésű dugattyús hidraulikus munkahenger. A csillapítóerőt a dugattyú furatain átömlő folyadék ellenállása hozza létre. A dugattyú szára egy irányban van kivezetve a munkahengerből, aminek következtében a dugattyú két oldalán nem azonos a térfogatváltozás. A térfogatváltozás különbségét kétféle műszaki megoldással lehet kiegyenlíteni:

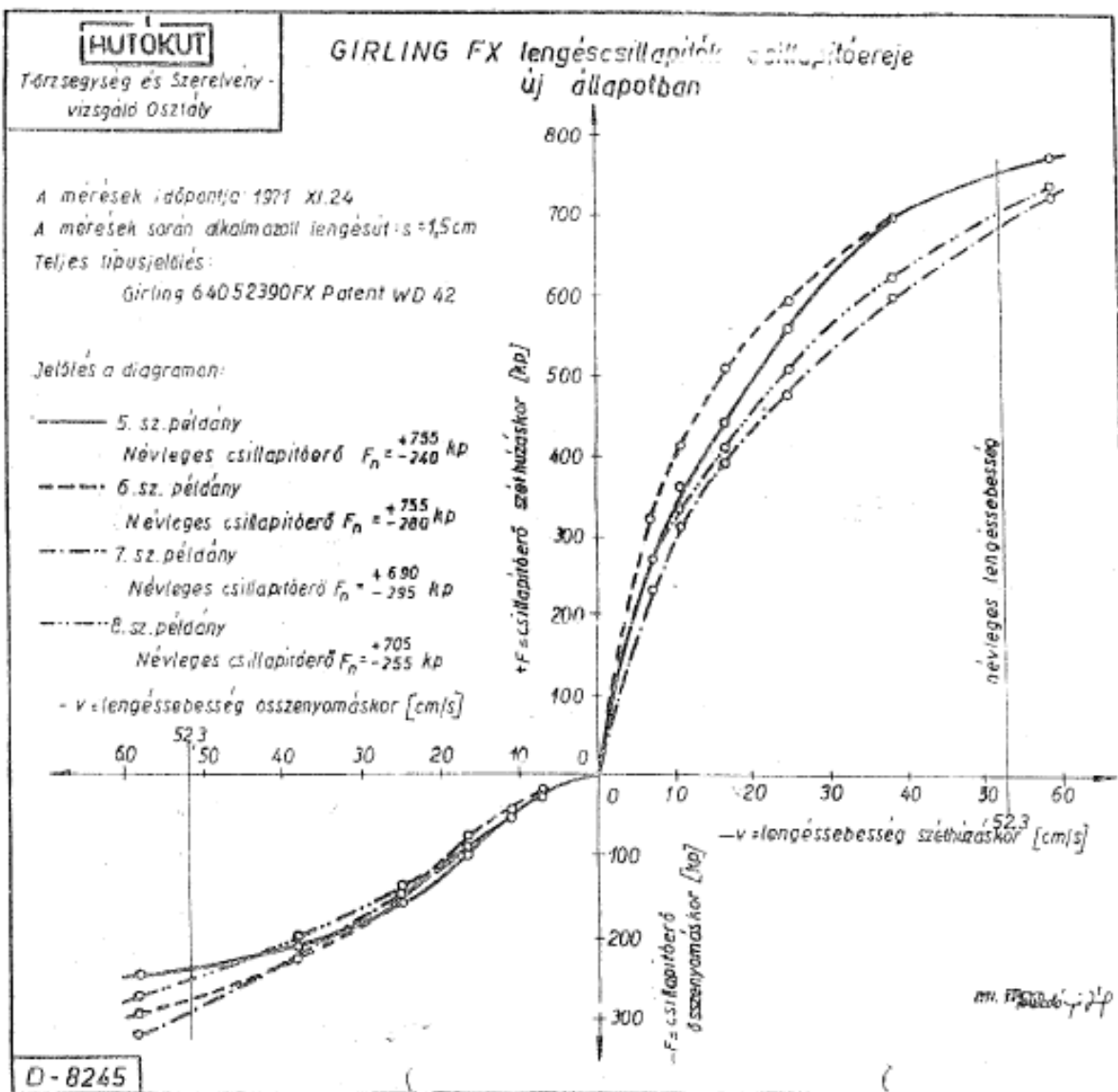
- kétcsöves munkahengerrel
- gáztöltésű kettős térrel.

Haszonjárműveknél legnagyobb arányban a kétcsöves lengéscsillapítókat alkalmazzák. Gáztöltésű lengéscsillapítókat személygépkocsiknál és kisteherautóknál találunk.



Girling FX lengéscsillapító

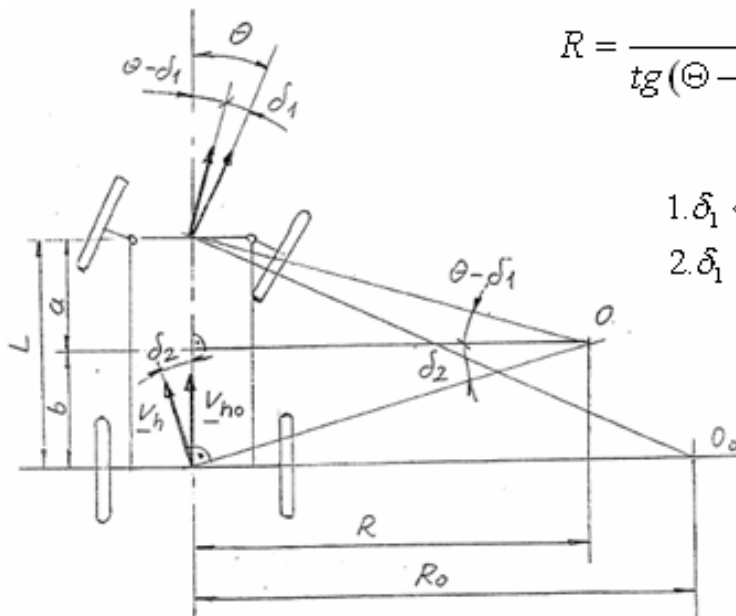
2. Rögzítő anya	26. Alsó szelep (2 db)
3. Külső tárcsa	27. Dugattyú
4. Gumipogácsa	28. Hornyos szelep-lap
6. Porvédőcső	29. Szelepalátét
8. Hegesztett tartálycső	30. Alátétgyűrű
9. Szerelt dugattyúrúd	31. Rugótámasz
10. Hengercső	32. Szeleprugó
11. Visszafolyócső	33. Dugattyúrúd anya
12. Tartórugó	35. Zárófedél
13. Szerelt zárófedél	36. beömlőszelep-lap
14. Dugattyúrúd egység	37. beömlőszelep-rúd
15. Zárócsavar	38. Rugótányér
16. Tömítőgyűrű	39. Szeleprugó
17. Tömítésház	40. Rugótartó
18. Dugattyúrúd tömítés	41. Fojtószelep
19. Tömítéstámasztó	42. Rugógyűrű
20. Kúpos rugó	43. „M” lengéscsillapító olaj
21. Dugattyúrúd vezeték	44. Támasztógyűrű
22. Ütközőgyűrű	45. Távtartógyűrű
23. Támasztólap	46. Kúpos szeleprugó



GIRLING FX lengéscsillapító karakterisztikája

megváltozna, a jármű kisebb vagy nagyobb sugáron kanyarodik a sebesség, illetve az oldalgyorsulás függvényében. Tehát a jármű túlkormányzott vagy alulkormányzottként viselkedik.

A rugalmas gumiabroncsú jármű kanyarodási geometriája



$$L = a + b = R \cdot \tan(\Theta - \delta_1) + R \cdot \tan \delta_2$$

$$R = \frac{L}{\tan(\Theta - \delta_1) + \tan \delta_2} \quad R \approx \frac{L}{\Theta - \delta_1 - \delta_2}$$

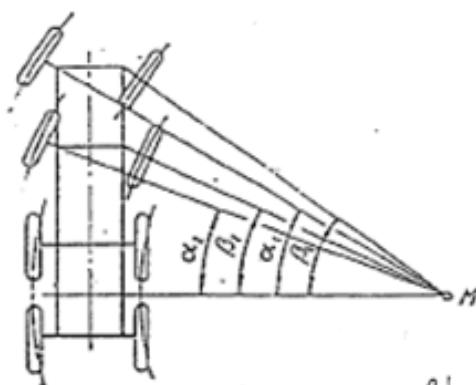
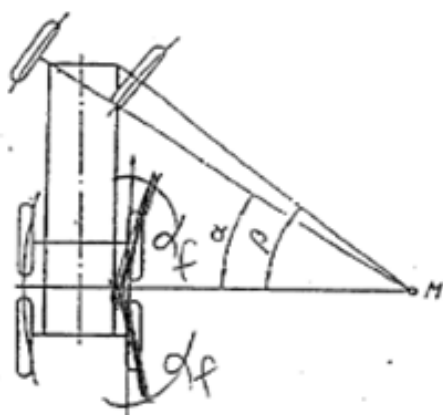
$$1. \delta_1 < \delta_2 \Rightarrow R < R_0 \Rightarrow \text{túlkormányzott}$$

$$2. \delta_1 > \delta_2 \Rightarrow R > R_0 \Rightarrow \text{alulkormányzott}$$

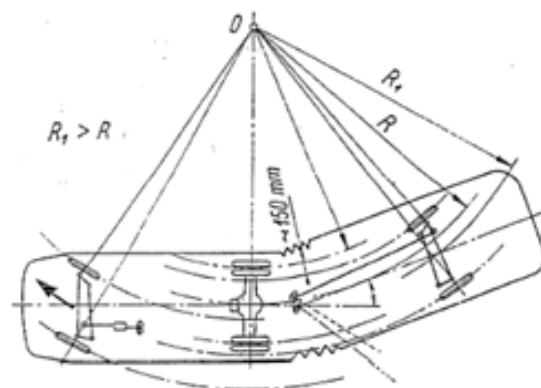
Háromtengelyes járműveknél az első tengely kormányzott, a kanyarodás középpontja a két hátsó tengely terhelési súlypontján átmenő egyenesre esik. Ennek következtében a hátsó kerekek forgástengelyei már nem futnak át a kanyarodás középpontján. A hátsó kerekek rádióznak, oldalra elcsúsznak. Ezen a harmadik tengely számítógépes szabályozású kormányzásával lehet javítani. Korszerű, nagy méretű autóbuszoknál ilyen megoldás már megjelent.

Négytengelyes járműveknél a két első tengely kormányzott, a kanyarodás középpontja a két hátsó tengely terhelési súlypontján átmenő egyenesre esik, ennek következtében a hátsó kerekek már nem saját síkjukban gördülnek, rádióznak, esetleg oldalra is csúsznak. Ilyen járművek Európában az ömlesztett áruk szállításának kedvelt, gyakran alkalmazott billenőplatós teherautói.

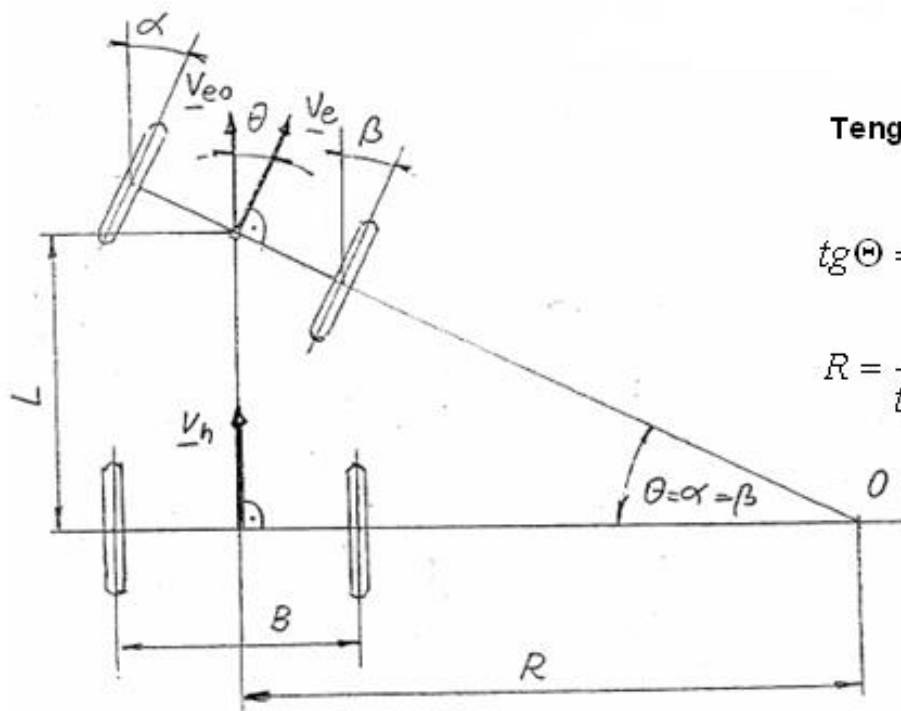
A két vagy három tengelyes vonóháromszöges pótkocsi kanyarodási geometriája viszonylag egyszerű. A golyóskoszorún elfordítható első tengely vonalának és hátsó tengely vonalának metszéspontja adja a kanyarodás középpontját. A kormányzott első kerekek azonos szögben fordulnak el, nincs szükség külön kormánymechanizmusra.



**Nehéz teherautó, csuklós busz
kormányzása**



Háromtengelyes nyerges pótkocsiknál a középső tengely vonala minden szabályzó mechanizmus nélkül átmegy a kanyarodás középpontján, így ezek a kerekek oldalcsúszás nélkül gördülnek. Az első és harmadik tengely kerekei viszont már nem tudnak csúszásmentesen forogni. Kis kanyarodási sugárnál már itt fellép a kerekek radirozása, oldalcsúszása is. Ennek csökkentése érdekében gyakran alkalmazott a harmadik tengely úgynevezett talajkormányzása. Ennél a konstrukciónál a harmadik futóművet tengelycsonk kormányzásúvá alakították át és a jelentős utánfutás következtében a két kerék automatikusan beállt a saját kanyarodási körére. Ennek a tengelynek a maximális terhelése 6 tonna lehet. Alapvető hátránya, hogy tolatáskor a kerekek kifordulnának, ezért megfelelő szerkezettel ilyenkor középhehelyzetben rögzíteni kell a kormánymechanizmust. Emiatt ma már alig használjuk ezt a kormányzási rendszert.

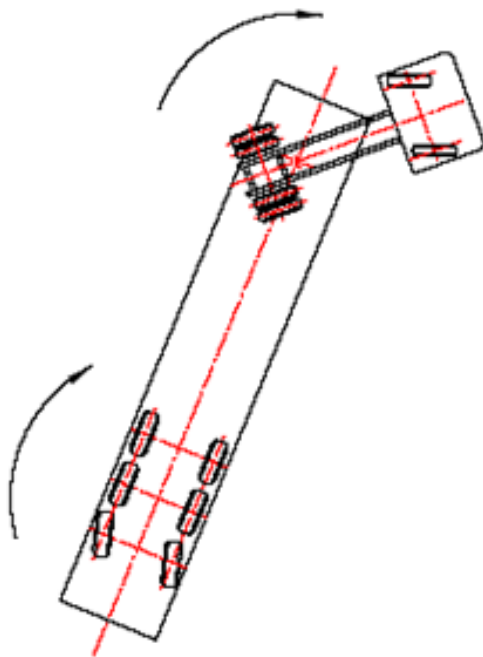


Tengelykormányzás

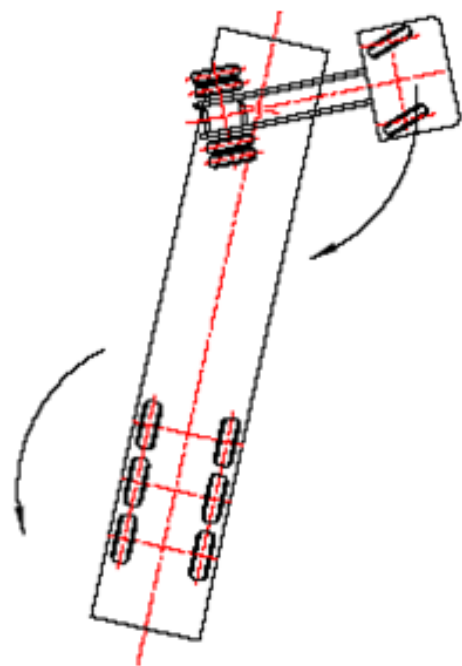
$$\operatorname{tg} \Theta = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta = \frac{L}{R}$$

$$R = \frac{L}{\operatorname{tg} \Theta}$$

Vonóháromszöges kéttengelyes pótkocsi tengelykormányzása



Előremenet



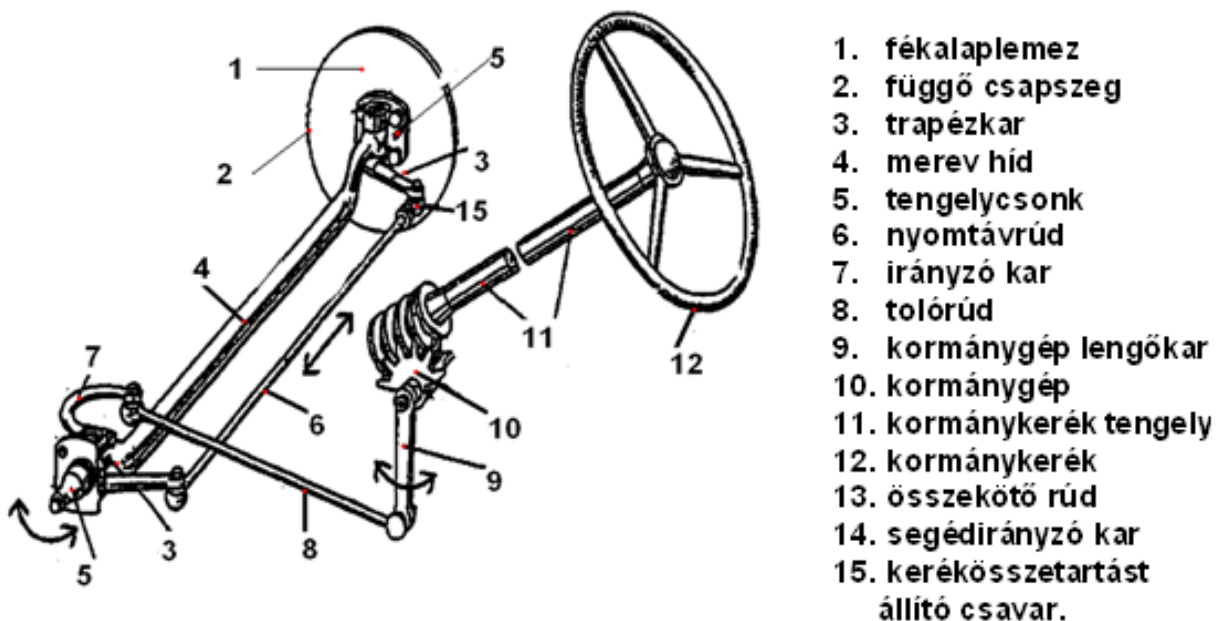
Hátramenet

Háromtengelyes félpótkocsi hátsókerék kormányzással

5.2 Haszonjárművek kormánymechanizmusa

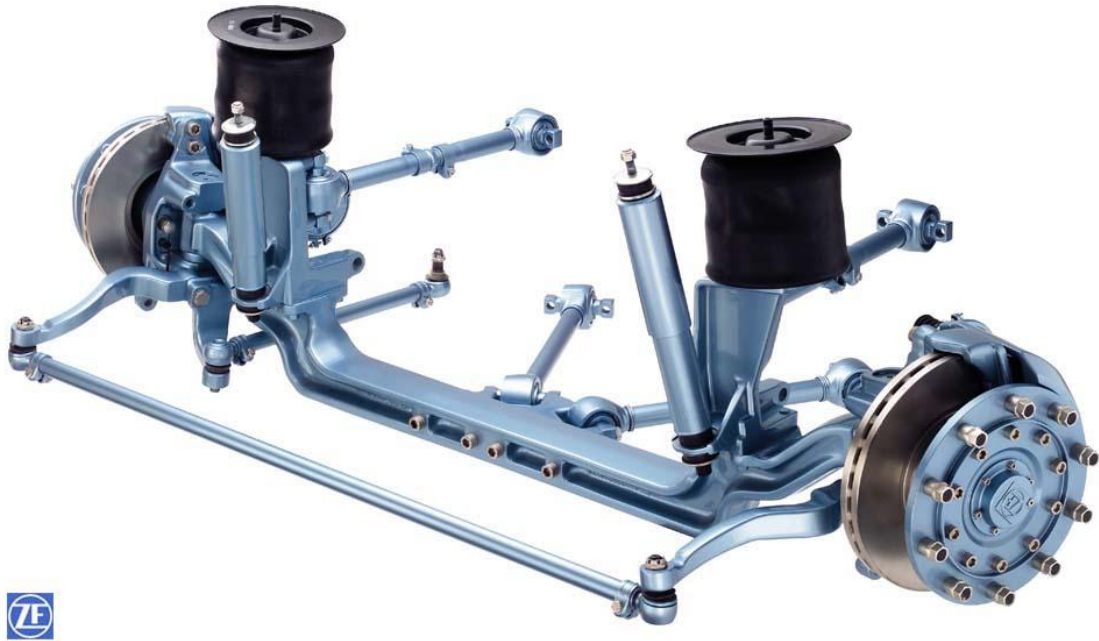
A kormányzási geometria során meghatározott kerékelkormányzási szögeket a kormánymechanizmus valósítja meg. Az ENSZ EGB (ECE) 79. ajánlása szerint a kormánykerék és a kormányzott kerekek között mechanikus kapcsolatnak kell lenni minden közúti járműnél. A kormánykerék kerületén kifejthető erő maximum 150 N lehet. Ha a kormányrendszer szervokormánygéppel működik, akkor a szervo hatás kiesése esetén a kormánykerék erő maximum 400 N-ra emelkedhet, de a kormánymechanizmusnak ekkor is működni kell. Ilyen szigorú feltételekből kiindulva kell a kormánymechanizmust megtervezni.

5.2.1 Merevhidas futómű kormánymechanizmusa



A merevhidas futómű kormánymechanizmusa haszonjárművek esetén a következő elemekből áll:

- kormánykerék
- kormánykeréktengely csapágyszakaszával és csuklóival együtt
- kormánygép
- irányzórúd, tolórúd
- irányzókar
- trapézkarok
- nyomtávrúd, összekötő rúd
- tengelycsonkok.



A kormánymechanizmust úgy kell kialakítani, hogy a kormányzott kerekek ki-berugózásakor, vagyis a kocsitest bólintó mozgásakor – ami ütemes váltakozó gázadáskor és fékezésakor lép fel – a kerekek ne kormányzódjanak el. Ez nem egyszerű feladat, miután a kocsitesttel együtt mozgó vezető a vele mozgó kormánykerékkel irányítja a szintén függőlegesen mozgó kerekek elkormányzását. Tehát két koordinátarendszer összekapcsolását kell rudakkal megoldani. Vagyis meg kell találni a két koordinátarendszer kapcsolódási pontját, és onnan kell elindulni a kormánykerék és a kormányzott kerekek felé. Ezt a kapcsolódási pontot a kormánymechanizmus póluspontjának nevezzük. Megtalálása viszonylag egyszerű, a függőlegesen mozgó kerekek talppontjából kell kiindulni, és haladni a kormánykerék felé. Az első álló pont a kormánymechanizmus póluspontja.

Merevhidas futóműnél minkét kerékből kiindulva egy álló pontot találunk, ez pedig a kormánygépből közvetlenül mozgatott kar gömbcsuklójának középpontja, melyből kiindulva az irányzó rúd mozgatja a kerék felé irányuló mechanizmus részt. A kerekek ki-berugózásakor az irányzó karon lévő gömbcsukló valamilyen görbe pályát ír le, amelyik a tengelyfelfüggesztés geometriájától függ. A kormányzott kerekek akkor nem kormányzódnak el, ha ezt a pályát írja le az álló kormánykerék mellett az irányzórúd másik vége. Ha a két pálya egybeesik, akkor a kormányzott kerekek nem fordulnak el, ha nem esik egybe, azzal hiba adódik a kormánymechanizmus geometriájában, így a kerekek elkormányzódnak. De miután a két kerék a nyomtávrúddal össze van kapcsolva, azok egyirányba fordulnak, a jármű

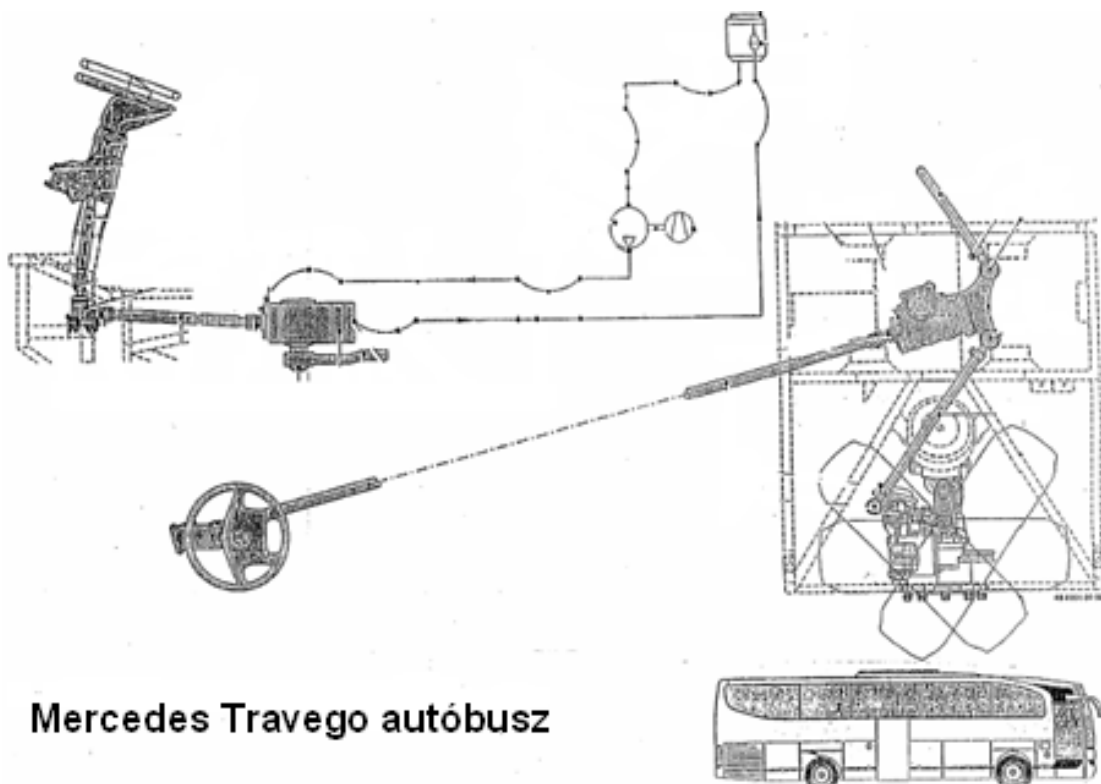
A merevhidás futóművek ezen igen veszélyes hátrányuk miatt a nagyobb sebességű luxus autóbuszokból már elkezdtek kiszorulni. Ez a tendencia várhatóan továbbhalad más haszonjármű típusok felé.

3. trapézkar
5. tengelycsonk
6. nyomtávruúd
9. kormánygép lengőkar
10. kormánygép
11. kormánykerék tengely
12. kormánykerék
13. összekötő rúd
14. segédírányzó kar
15. kerékösszetartást állító csavar.

- kormánykerék
- kormánykeréktengely
- csapággyakkal és csuklókkal
- kormánygép
- segéd irányzókar
- irányzókarokat összekötő rúd
- jobb és baloldali nyomtávrrúd
- trapézkarok
- tengelycsonkok

47

álló pontot. Ez a nyomtávrúd belső gömbcsuklójának középpontja. A másik keréktől kiindulva egy másik álló ponthoz jutunk, amelyik a másik nyomtávrúd belső gömbcsuklójának középpontja. Tehát ennek a futóműtípusnak két póluspontja van, ezek szimmetrikusan helyezkednek el a jármű hossz tengelyéhez viszonyítva.



Mercedes Travego autóbusz

A kocsitest váltakozó bólintó mozgásakor a trapézkaron lévő gömbcsukló középpontja a kerékfelfüggesztés geometriájától függő görbe vonalú pályát ír le. Ezt a pályát kell megközelíteni a póluspontból kiinduló, a nyomtávrúd hosszával megegyező sugarú körrel. Ha a megközelítés eltérésmentes, akkor a kerék nem kormányzódik el. Hiba esetén viszont jobb és bal irányú elkormányzás következik be. De miután a másik kereket a másik póluspontból kormányozzuk, így az elkormányzás tükörszimmetrikus lesz, azaz a két kerék mindig ellenkező irányban fordul el. Szaknyelven a kerekek tapsolnak. Az elkormányzott kerekek által létrehozott oldalerők egymással ellentétes irányúak, így kioltják egymást, a jármű egyenesen halad tovább, és a pörgettyűhatás is elmarad. Túlzott keréktapsolás esetén a kerekek radírozhatnak, oldalra megcsúszhatnak. Ez a kedvezőtlen jelenség viszont a mechanizmus precíz megtervezésével elkerülhető. Az autóbuszoknál és a kisebb teherautóknál éppen a kormányzási tulajdonsága miatt terjed dinamikusan a független kerékfelfüggesztésű első futómű.



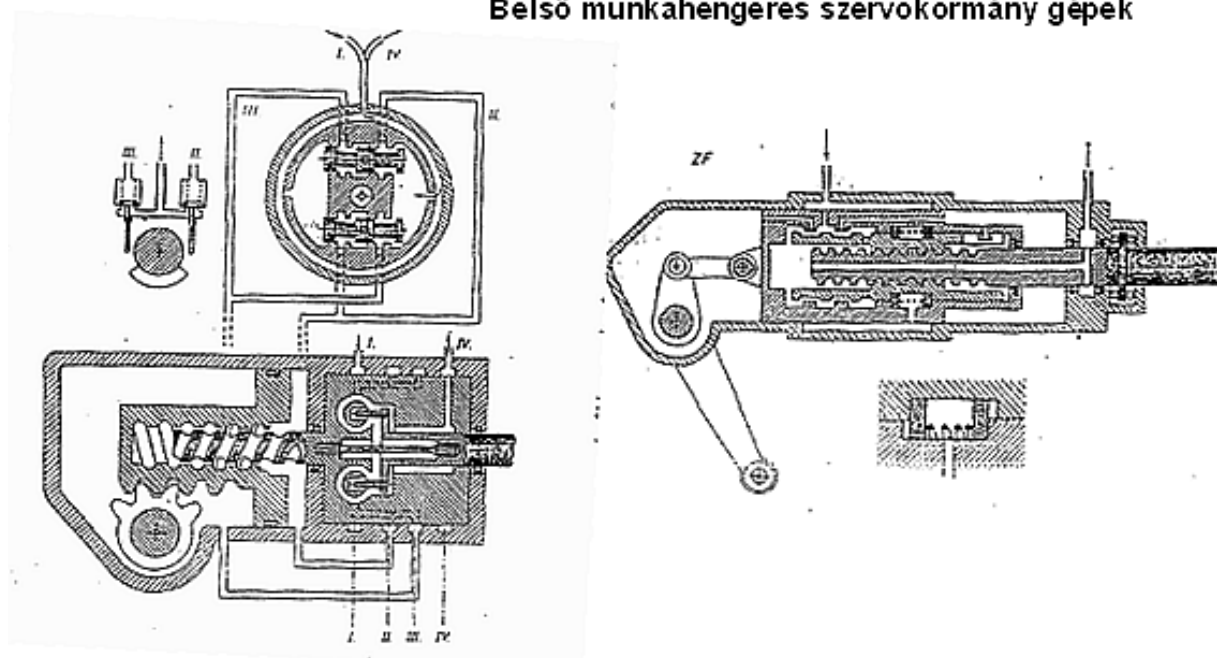
BPW légrugós talajkormányzott pótkocsi futómű

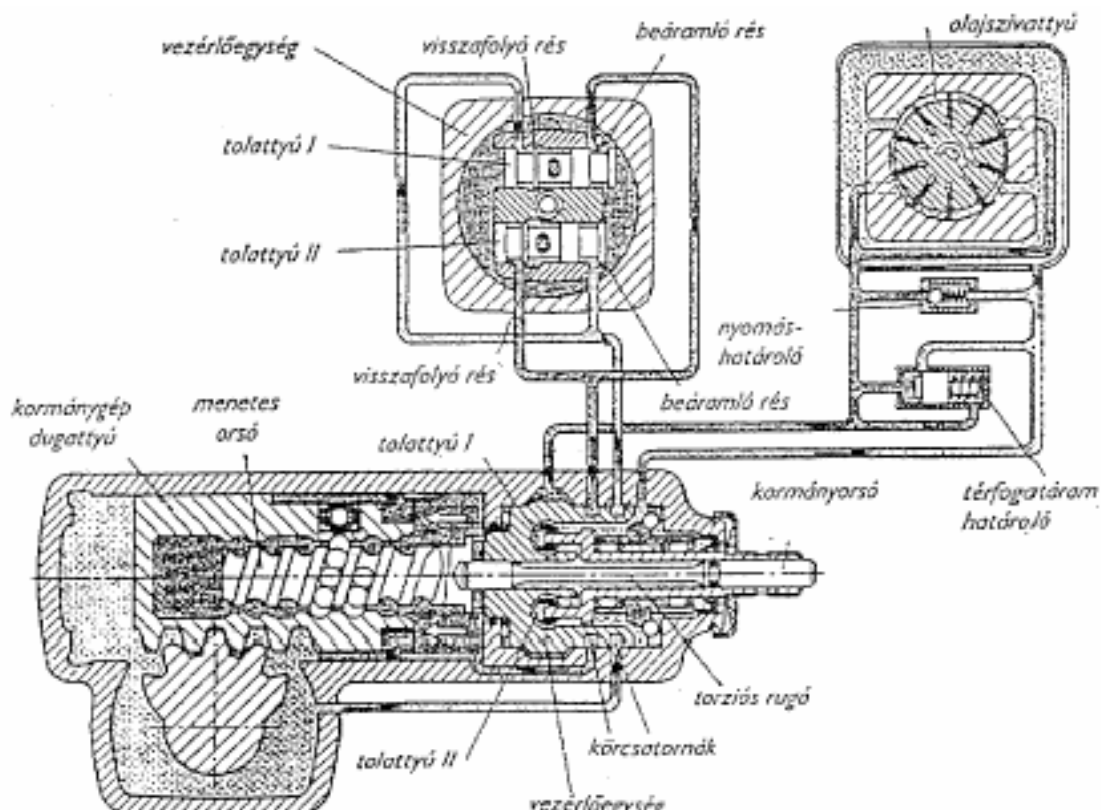
5.3 Haszonjárművek szervo kormányrendszere

A kormánykeréken kifejtendő erő illetve nyomaték csökkentése érdekében valamennyi haszonjárművön (beleértve a VAN kisteherautókat is) alkalmaznak szervokormányt. A szervokormány az intelligens kormányrendszer alsó fokozata. A rendszer szenzora a vezető által kifejtett nyomatékot és az elkormányzás irányát figyeli, de nem ellenőrzi az elkormányzott kerekek pozícióját, vagyis erőrásegítést végez.

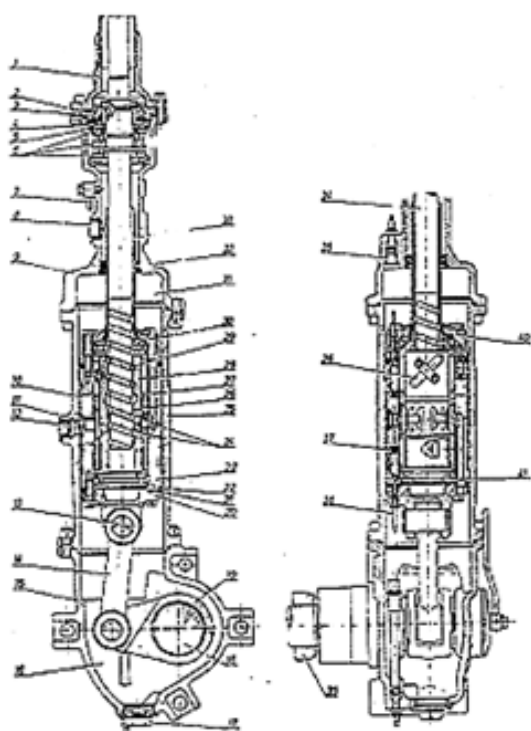
Autóbuszoknál, teherautóknál szinte kizárólag hidraulikus szervokormányrendszert alkalmaznak. A szenzor szerepét vagy torziós rugó, vagy tekercsrugó tölti be. A rugó deformációja arányos a kormánykeréken kifejtett nyomatékkal, a rugóelmozdulással viszont arányos a részvezérlésű elemek elmozdítása, amelyek a hidraulikus munkahenger megfelelő oldalának olajmennyiségét és nyomását szabályozzák. A hidraulikus szervorendszer kormánygépe úgynevezett integrált rendszerű. A kormánykerékkel forgatott csavarorsó hatására elmozduló golyósoros csavaranya egyben a kétoldalas munkahenger dugattyúját képezi. Az anya mozgása vagy hajtórúdon vagy fogasíven keresztül alternáló forgómozgássá változik a forgatótengelyre erősített irányzó karon. Ennek a kétféle működési módnak egy-egy típusa található leggyakrabban a haszonjárművekben.

Belső munkahengeres szervokormány gépek





Golyósoros hidraulikus szervokormány rendszer felépítése kivezérelt állapotban



- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Kormányoszlop | 23. Dugattyú |
| 2. Tömítés | 24. Átersztő furat |
| 3. Tömítéstartó | 25. Munkahenger |
| 4. Gömbfészek tárcsa | 27. Olajvisszavezető |
| 5. Gömbtárcsa | 28. Vezérlőanya |
| 6. Tárcsás | 29. Golyó |
| 7. golyóscsapágy | 30. Tárcsás |
| 8. Olajvisszavezető | golyóscsapágy |
| 9. Visszafolyó csatl. | 31. Felső olajtár |
| 10. Ház, felső | 32. Tömítő |
| 11. Olajtér | karmantyú |
| 12. Átersztő furat | 33. Csúszóhívely |
| 13. Beömlőnyílás | 34. Kormányorsó |
| 14. Tolórúd | 35. Határoló csavar |
| 15. Kormányműház | 36. Golyóvisszavezető |
| 16. Alsó olajtár | cső |
| 17. Zárócsavar | 37. Rugó |
| 18. Kormánytengely | 38. Határolószelep |
| 19. Forgattyúkar | 39. Kormányfőkar |
| 20. Dug.fedél, alsó | 40. Dug. fedél, felső |
| 21. Kúpos gyűrű | 41. Tárcsás |
| 22. Tömítés | golyóscsapágy |

Ikarus 200 típusú autóbuszok szervokormányja