

Dr. Lakatos István

Futóművek diagnosztikája és javítása
3500 kilogramm feletti összgördülő
súlyú járműveken



A követelménymodul megnevezése:

Gépjárműjavítás I.

A követelménymodul száma: 0675-06 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SZT-012-20



FUTÓMŰVEK DIAGNOSZTIKÁJA ÉS JAVÍTÁSA 3500 KILOGRAM FELETTI ÖSSZGÖRDÜLŐ SÚLYÚ JÁRMŰVEKEN

ESETFELVETÉS

A műhelybe érkező személygépkocsi hibája – a munkafelvétel alapján – a futómű, illetve rugózás, lengéscsillapítás területét érinti. A diagnosztikai műveletek elvégzése szükséges a további munkákhoz, legyen az beállítás vagy javítás.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

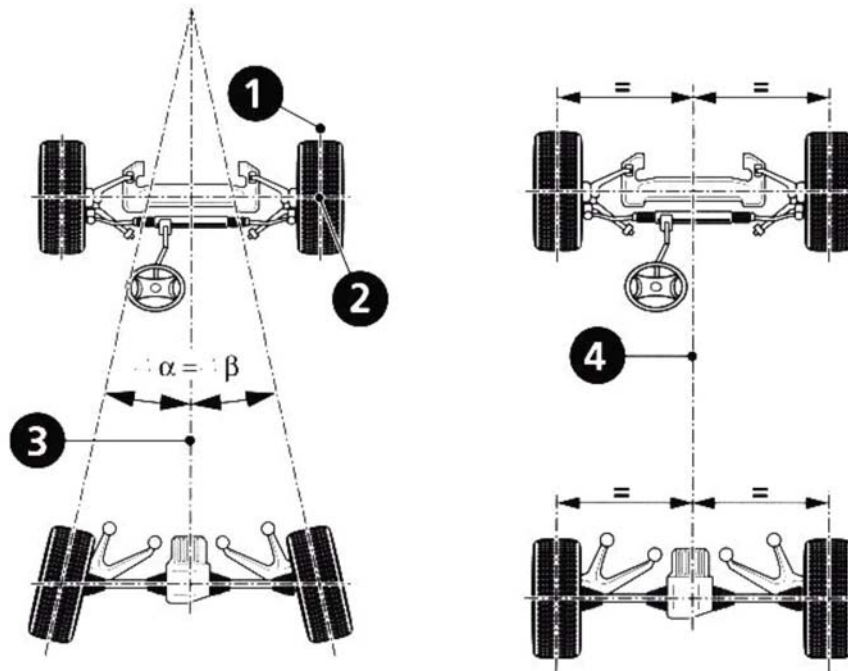
FUTÓMŰBEÁLLÍTÁSI JELLEMZŐK

A futómű diagnosztika a kerék- és futómű-beállítási paraméterek mérés technikája, amelyhez elsőként a mérési viszonyítási rendszert kell definiálni:

A futómű-beállító készülékek a futómű geometriai jellemzői közül számosat a gravitációs erőter irányához (a gravitáció-vektor által kijelölt **függőleges irány**) viszonyítanak. Emiatt előfeltétel, hogy a mérés során a jármű vízszintes síkon álljon.

A többi futómű jellemző mérése pedig valamilyen – a járműre jellemző – jellegzetes tengelyhez viszonyítva történik.

A legegyszerűbb lehetőség ebből a szempontból a jármű **szimmetria tengelye**, amely már kétféjes mérőműszerek esetében is alkalmazható (1. ábra). Ez azonban az első tengely paramétereinek mérésekor nem ad megfelelően pontos eredményt. A jármű ugyanis a hátsó kerekek középsíkainak szögfelezője által meghatározott irányba halad. Ezt az irányt nevezik **tényleges menettengelynek** (1. ábra). Menet közben ugyanis a jármű kormányzott kerekei ennek megfelelően állnak be egyenes-menetben. Célszerű tehát, ha az első kerekek beállítási paramétereit a **tényleges menettengelynek** megfelelően mérjük meg.



1. ábra. A jármű vonatkoztatási tengelyei (1 - kerék középsík, 2 - kerék-talppont, 3 - tényleges menettengely)¹

1. A kerék-beállítási paraméterek

A kerék-beállítási paraméterek alapvetően befolyásolják a jármű egyenes- és ívmeneti tulajdonságait, a tapadási viszonyokat és a gumiabroncsok kopását.

A kerék-beállítási és kormányzási paraméterek az alábbiak:

- tengelytávolság,
- nyomtáv,
- kerékösszetartás,
- kerékdőlés,
- csapterpesztés,
- utánfutás,
- kanyarodási szögeltérés,
- maximális alákormányzási szög.

¹ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

Tengelytávolság:

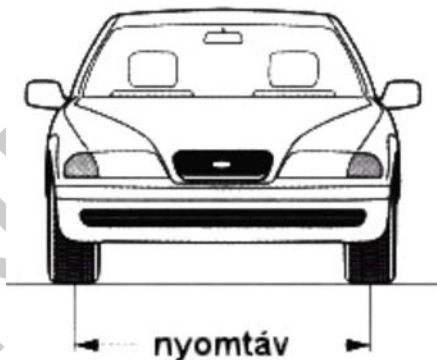
A tengelytávolság az első tengely és a hátsó tengely középvonala között mért távolságot jelenti (2. ábra). Többtengelyes járművek esetén az egyes tengelytávolságokat előlről hátrafelé adják meg. Nagyobb tengelytávolság esetén nagyobb hasznos teret lehet kialakítani a járműben és jobb a menetkomfort is. A jármű ilyenkor kevésbé érzékeny a bólintó lengésekre. Kis tengelytávolság esetén viszont könnyebben vehetők be a szűk kanyarok.



2. ábra. Tengelytávolság²

Nyomtáv:

A nyomtáv az azonos tengelyen levő kerekek talpfelület középpontjainak távolsága (3. ábra).



3. ábra. Nyomtáv³

Ikerkerekek esetében az ikerkerék-középpontok közötti távolságot értjük rajta.

A nyomtáv nagysága jelentős hatással van a jármű ívmeneti tulajdonságaira. A nagyobb nyomtáv nagyobb ívmeneti sebességet tesz lehetővé.

² Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

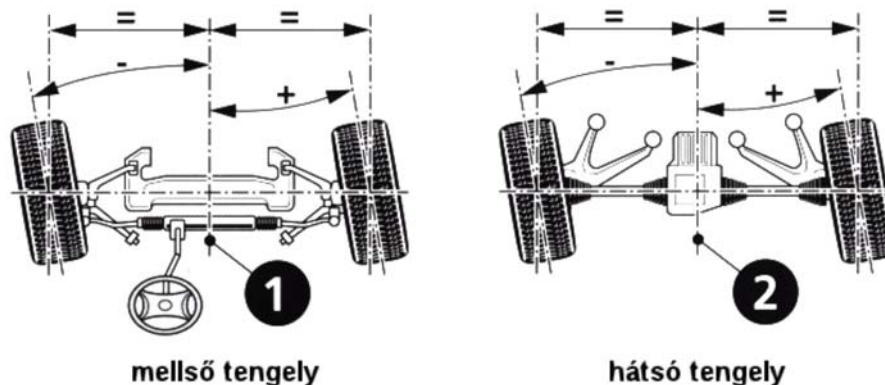
³ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

A kereszt- és ferde-lengőkaros független kerékfelfüggesztések esetében ki- és berugózáskor nyomtáv-változás lép fel. Ez növeli a gördülési ellenállást és az abroncskopást. Ilyen esetekben romlanak a jármű egyenes-meneti tulajdonságai is.

Kerékösszetartás

A kerékösszetartás a kétoldali keréksíkok kerékpánt átmérőnyi hosszra vett távolságváltozásának nagysága a vízszintes síkban. A definíció szerinti mértékegysége mm. Amennyiben azonban a jármű vonatkoztatási tengelyéhez (szimmetriatengely, tényleges menettengely) viszonyítva mérjük, fok-szögperc dimenzióban kapjuk meg értékét. Végül, ha a kerékpánt átmérőnél nagyobb hosszra vonatkoztatjuk (pl. a tengelytávra), akkor mértékegysége mm/m. A kerékösszetartás pozitív, ha a kerékpántok távolsága a menetirány szerint elől kisebb, mint hátul.

Az egyedi kerékösszetartás az egyik oldali kerék vonatkoztatási tengellyel bezárt szögét jelenti. Négyfejes műszer esetén a vonatkoztatási tengely a hátsó tengelynél a jármű szimmetriatengelye, míg az első tengelynél a tényleges menettengely (4. ábra).



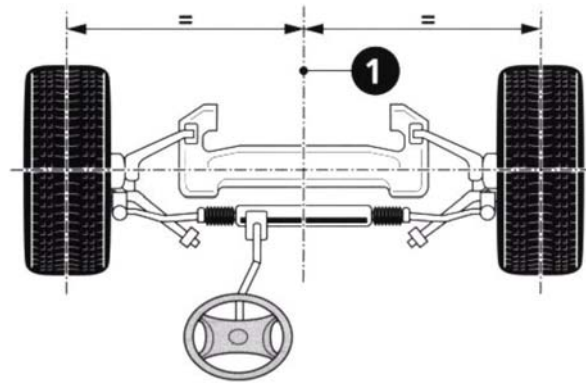
4. ábra. Kerékösszetartás (1 - tényleges menettengely, 2 - jármű szimmetriatengely⁴)

Amennyiben egy adott jármű hátsó tengelyének kerekeinél az egyedi összetartás értékek nem azonosak, akkor az első tengely kerekei által meghatározott szög szögfelezőjének a tényleges menettengellyel párhuzamosnak kell lennie: azaz az azonos egyedi kerékösszetartás értékeket a tényleges menettengelyhez kell beállítani (4. ábra). (Ilyenkor a jármű enyhén oldalazva halad és a kormánykerék nem áll középhelyzetben.)

Egyenesmeneti helyzet:

A kormányzott kerekek egyenesmeneti helyzetén azt értjük, ha az első kerekek egyedi kerékösszetartása megegyezik (5. ábra).

⁴ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

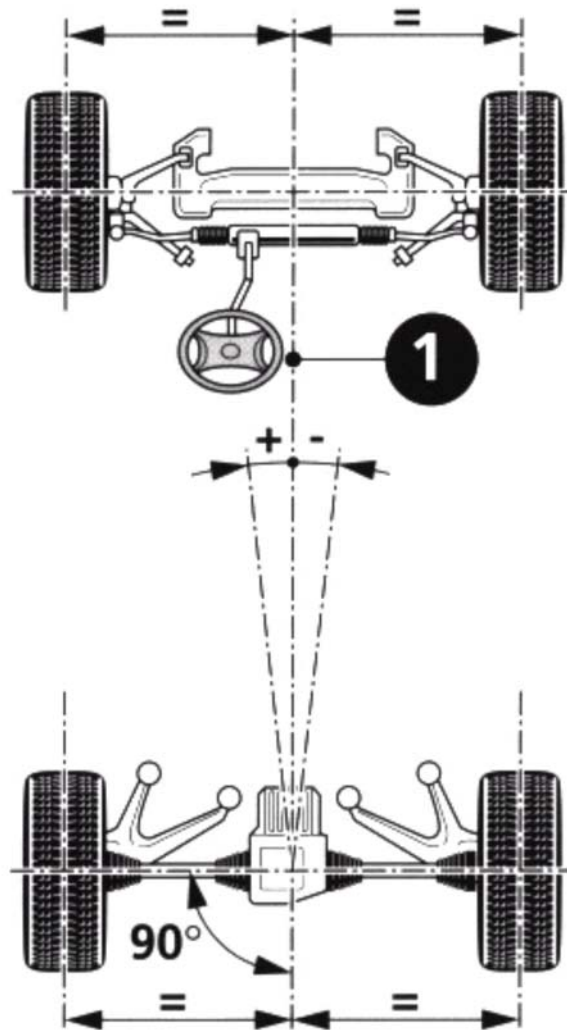


5. ábra. Egyenesmeneti kerékállás⁵

Menettengely szög:

A menettengely szög (6. ábra) a tényleges menettengely és a jármű szimmetriatengelye által bezárt szög. Értéke pozitív, ha a tényleges menettengely előre és balra mutat. A jármű a tényleges menettengely által meghatározott irányban halad egyenesen.

⁵ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.



6. ábra. Menettengely szög⁶

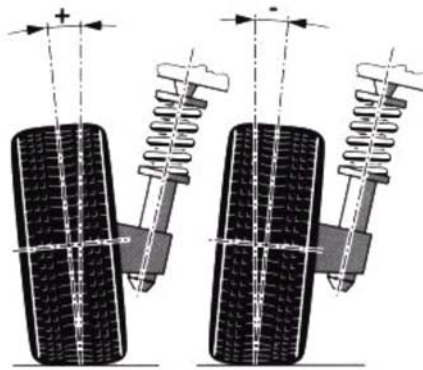
A tényleges menettengely helyzetét az alábbi paraméterek határozzák meg:

- a hátsó kerekek kerékösszetartása,
- a hátsó tengely ferdeállása,
- a hátsó tengely oldalirányú eltolódása.

Kerékdőlés

A kerékdőlés a kerék síkja és a jármű menetirányára merőleges sík metszévonalának a függőlegessel bezárt szöge (7. ábra).

⁶ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.



7. ábra. Kerékdőlés⁷

Értéke pozitív, ha a kerék a függőlegeshez képest kifelé és negatív, ha befelé dől.

A dőlést fokban mérjük az alábbi peremfeltételek mellett:

- hátsó kerekek dőlése: egyenesmeneti helyzetben,
- első kerekek dőlése: kormánykerék középhelyzetben.

A kerékdőlés nem megfelelő értéke az alábbi hibákat okozhatja:

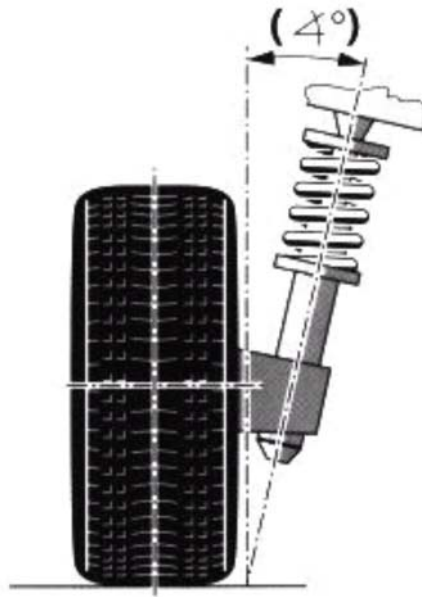
- túlságosan nagy negatív kerékdőlés: nagy sebességnél jobb oldalvezetés, de egyben növekvő tengelyterhelés és túlhevülő a gumiabroncs,
- túlságosan kis mértékű kerékdőlés (pozitív): rosszabb oldalvezetés, nagyobb mértékű abroncskopás.

Csapterpesztés

A csapterpesztés a tengelycsuk-csap középvonala (valóságos vagy képzetes) és a függőleges által bezárt szög vetülete a menetirányra merőleges síkon (8. ábra). Értéke pozitív, ha a tengelycsuk-csap felső vége a függőlegestől befelé dől.

A csapterpesztés értéke alákormányzáskor megnő, ami visszatérítő erőt eredményez.

⁷ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.



8. ábra. Csapterpesztés⁸

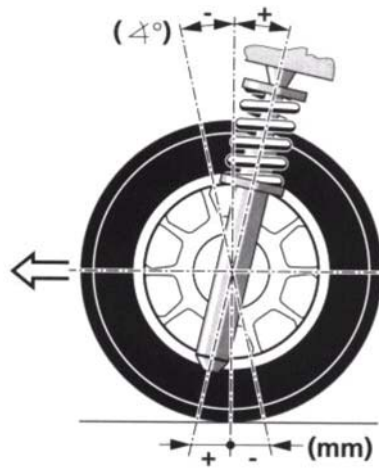
A csapterpesztés nem megfelelő értékéből eredő hibajelenségek:

- a csapterpesztés értéke túlságosan nagy: nagy kormányzási erő-szükséglet,
- a csapterpesztés értéke túlságosan kicsi: rossz kormány-visszatérítő hatás, gumibroncs élettartam csökkenés,
- eltérő kétoldali csapterpesztés: az autó „elhúz”.

Utánfutás (csaphátradóllás):

A csapterpesztés a tengelycsuk-csap középvonala (valóságos vagy képzetes) és a függőleges által bezárt szög vetülete a menetiránnyal párhuzamos függőleges síkon (9. ábra).

⁸ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.



9. ábra. Utánfutás⁹

Értéke pozitív, ha a tengelycsuk-csap felső vége a függőlegestől hátrafelé dől.

Az utánfutás nem megfelelő értékéből eredő hibajelenségek:

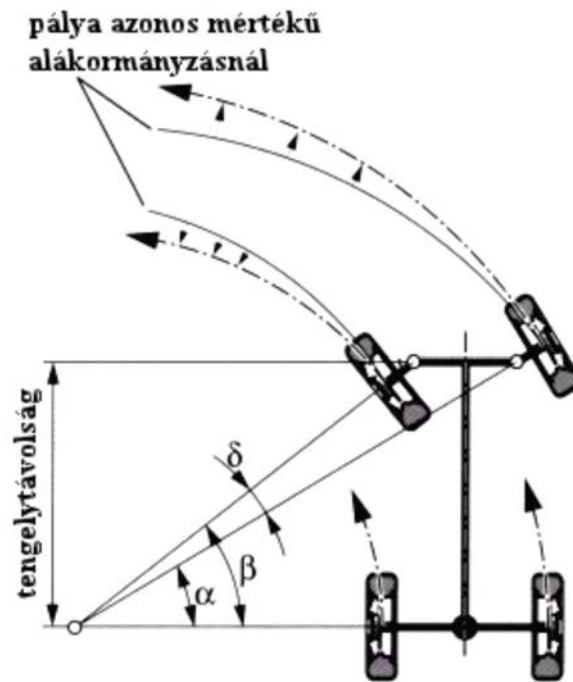
- az utánfutás értéke túlságosan nagy (pozitív): nagy kormányzási erő-szükséglet,
- az utánfutás értéke túlságosan kicsi (negatív): rossz kormány-visszatérítő hatás, gumiabroncs élettartam csökkenés,
- eltérő kétoldali utánfutás: az autó „elhúz”.

A csapterpesztés és az utánfutás értéke csupán közvetetten, balra-jobbra 20°-kal (illetve egyes esetekben 10°-kal) történő alákormányzás során mérhető meg.

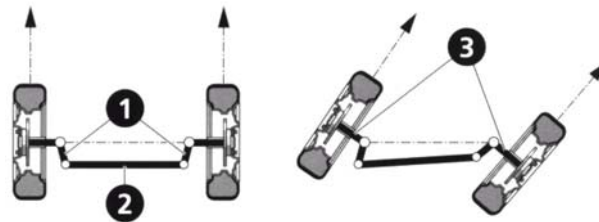
Kanyarodási szögeltérés:

A kanyarodási szögeltérés a kétoldali kormányzott kerekek talpfelületének elfordulási szögkülönbsége az egyik (általában a belső) kerék 20°-os bekormányzása esetén (10. ábra). Szükségessége a külső és belső íven haladó kerekek fordulási sugár-eltéréséből adódik. A kormányzási szögeltérés mérése a kormánytrapéz megfelelő működéséről ad felvilágosítást (11. ábra).

⁹ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.



10. ábra. Jármű kanyarodása¹⁰



11. ábra. kormánytrapéz (1 nyomtávrúd 2 nyomtávrúd 3 tengelycsenk)¹¹

A kanyarodási szögeltérés nem megfelelő értéke esetén megnő az abroncskopás és ívmenetben a jármű kitörhet a kanyarból.

Maximális alákormányzási szög

A maximális alákormányzási szög a kerék középsík és a jármű szimmetriatengelye által bezárt szöget jelenti, bal- illetve jobboldali teljes alákormányzás esetén.

Amennyiben a két irányban mérhető értéke nem egyezik meg, különböző fordulási körátmérővel kell számolnunk jobbra, illetve balra.

Egyesített szög

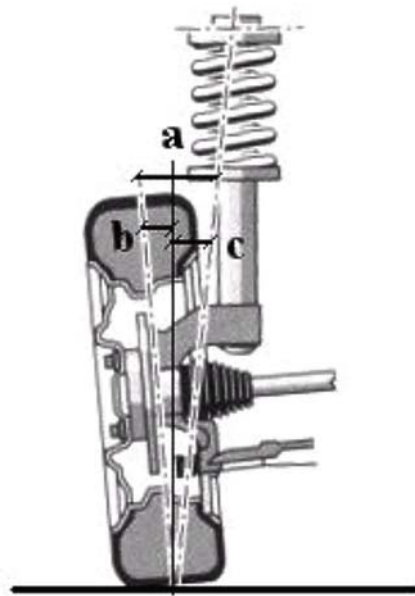
¹⁰ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

¹¹ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

Az egyesített szög a kerékdőlés és a csapterpesztés előjelhelyes összege (12. ábra). Az egyesített szög tulajdonképpen „természetes” szög, mert két szára a konstrukció által kijelölt irány:

- a kormányzási tengely (függőcsap-tengely vagy két támasztópont közötti egyenes) és
- a keréksík egy átmérőjének iránya.

A csapterpesztés és a kerékdőlés szögei az egyesített szög megosztásából származnak. A megosztást a gravitáció iránya (függőleges) határozza meg.



12. ábra. Egyesített szög¹²

Ebből következően akkor és csak akkor kapunk helyes csapterpesztés és kerékdőlés értéket, ha az autó vízszintes síkon áll. Ha az autó ferdén áll, akkor a műszer helytelenül osztja ketté az egyesített szöget, annak értékét azonban a ferde állás nem befolyásolja.

Az egyesített szög értéke elvileg nem változhat (kivéve például a deformációt), de elfordulhat. Erre jó példa, hogy ha a McPherson felfüggesztés felső bekötési pontja mozdult el. Erre az alábbi mért adatsor utalhat:

	1. eset	2. eset
kerékdőlés	nagyobb, mint a névleges	kisebb, mint a névleges
csapterpesztés	kisebb, mint a névleges	nagyobb, mint a névleges

¹² Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

egyesített szög	jó értékű	jó értékű
------------------------	------------------	------------------

Tehát az egyesített szög értéke akkor változhat meg, ha deformálódnak azok a szerkezeti elemek, amelyek a szög két szárának irányát határozzák meg (pl. a felfüggesztő karok meggörbülnek).

A 2. táblázat a deformációra utaló mérési eredmény variációkat tekinti át (a táblázat alsó 5 sora szerkezeti elem deformációra utal).

Ezek a hibák az elhúzódt pontok kihúzatásával (karosszériajavítás) vagy beépített segédelemekkel korrigálhatók.

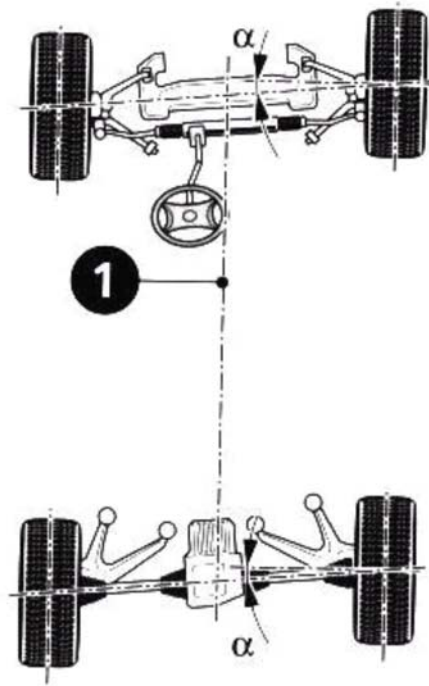
csapterpesztés	kerékdőlés	egyesített szög
kisebb	nagyobb	OK
nagyobb	kisebb	OK
OK	kisebb	kisebb
OK	nagyobb	nagyobb
kisebb	nagyobb	nagyobb
kisebb	nagyobb	kisebb
kisebb	kisebb	kisebb

2. Tengelyhelyzet hibák

A tengelyhelyzet hibák gyűjtő kategóriába a rendellenes első és hátsó tengelyhelyzeteket soroljuk.

Tengely ferdeállási szög

A tengely ferdeállási szög az azonos tengelyen lévő keréktalppontokat összekötő egyenes és a tényleges menettengelyre merőleges egyenes által bezárt szög (13. ábra). A szög értéke pozitív, ha a jobboldali kerék toldott el előre.

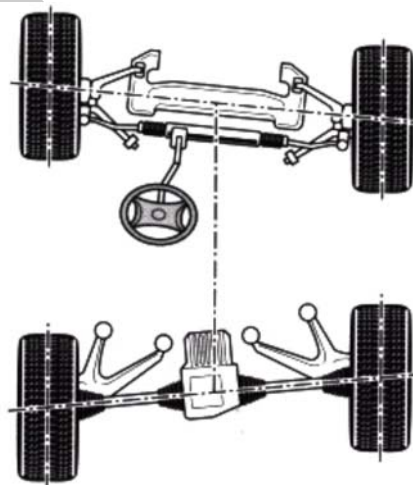


13. ábra. Tengely ferdeállási szög (1 - tényleges menettengely)¹³

A szög mind első, mind hátsó tengely esetén értelmezhető.

Keréktávtérés

A keréktávtérés az első kerekek és a hátsó kerekek talppontjait összekötő egyenesek által bezárt szög (14. ábra). A szög értéke pozitív, ha a jobboldali kerekek távolsága nagyobb, mint a baloldali kerekeké.

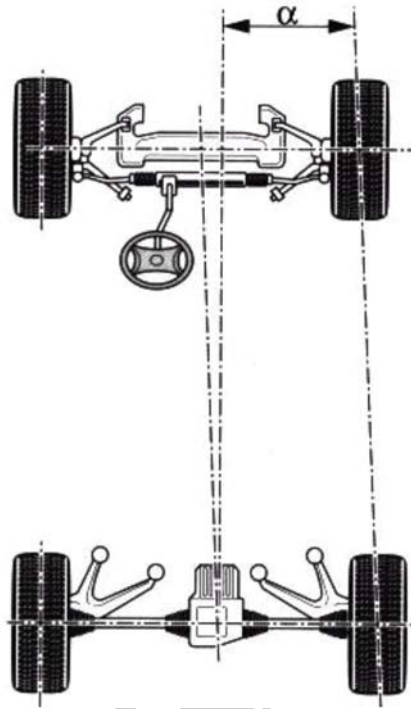


14. ábra. Keréktávtérés

¹³ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

Oldalankénti kerékeltolódás

Az oldalankénti kerékeltolódás a tényleges menettengely és a jobb- illetve a bal-oldali kerekek talppontjait összekötő egyenes által bezárt szög (15. ábra).



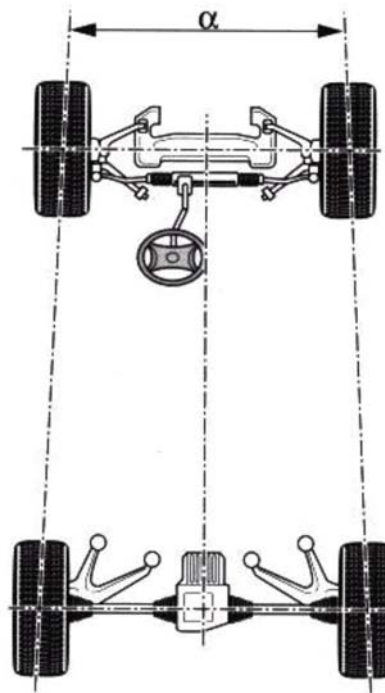
15. ábra. Oldalankénti kerékeltolódás¹⁴

Értéke pozitív, ha a hátsó kerék az első kerékhez képest kifelé tolódott el.

Nyomtávkülönbség

A nyomtávkülönbség a baloldali kerekek talppontjait és a jobboldali kerekek talppontjait összekötő egyenesek által bezárt szög (16. ábra). Értéke pozitív, ha a hátsó nyomtáv nagyobb, mint az első.

¹⁴ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.



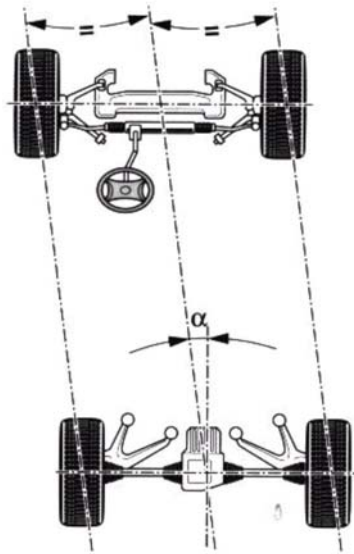
16. ábra. Nyomtávkülönbség¹⁵

Tengelyeltolódás

A tengelyeltolódás a nyomtávkülönbség szögének szögfelezője és a tényleges menettengely által bezárt szög (17. ábra). Értéke pozitív, ha a hátsó tengely jobbra tolódott el.

A kimért tengely-helyzet hibák a karosszéria javítás előtt fontos információkkal szolgálhatnak. Ezek a rendellenességek ugyanis általában mechanikai sérülésekre vezethetők vissza.

¹⁵ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.



17. ábra. Tengelyeltolódás¹⁶

3. Futóművek mérése és beállítása

A futóművek beállításának ellenőrzése az alábbi esetekben szükséges:

- a gépkocsi menettulajdonságai nem megfelelőek,
- a gépkocsi baleset során megsérült,
- a kerékfelfüggesztés adott alkatrészeit (alábbi táblázat) kiszerezték,
- a gumiabroncsok egyenlőtlenül kopnak (18. ábra)

Első futómű	Mérés		Összet. beáll.		Hátsó futómű	Mérés	
	ige n	ne m	ige n	ne m		ige n	ne m
Felső hátsó lengőkar		•		•	Lengéscsillapító		•
Felső első lengőkar	•		•		Csavarrugó		•
Vezető lengőkar		•		•	Felső lengőkar*	•	
Rugóstag		•		•	Alsó lengőkar*	•	
Teherviselő lengőkar		•		•	Kerékcsapágy-ház*	•	
Tartóbak	•		•		Nyomtávrúd*	•	
Kerékcsapágy-ház	•		•		Futómű segédkeret*	•	
Nyomtávrúd	•		•		Komplett hátsó futómű	•	
Kormánymű	•		•		Stabilizátor		•
Futómű segédkeret	•		•				

¹⁶ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

Stabilizátor

A 18. ábra a helytelen futómű-beállításra utaló leggyakoribb gumiabroncs-kopási fajtákat tekinti át. Ezek a hibák általában már normál használat során, viszonylagosan kis üzemeltetési sebességek mellett is fellépnek. Ezekben az esetekben feltétlenül méréssel kell ellenőrizni a tengely-geometriai adatokat.



18. ábra. A futómű-hibákra utaló jellegzetes gumiabroncs-kopási képek¹⁷

Futóművek bemérése

Előkészítő munkák a futómű-bemérés előtt

A futóművek diagnosztikai vizsgálata előtt az alábbi előkészítő munkákat kell elvégezni:

- A forgószámolyok és csúszólapok elrendezése a jármű tengely- és nyomtávolságának megfelelően,
- Feljárás a járművel a kerékalátétekre (a rögzítőcsapokat előtte be kell helyezni),
- Kézifék behúzása a jármű elgurulása ellen,
- A rögzítőcsapok kihúzása a kerékalátétekből és a jármű meglengetése az esetleges feszültségek eltávolítása céljából.
- Át kell vizsgálni a jármű gumiabroncsait, azok nyomását, a kormánykerék holtjátékát (lásd holtjáték-vizsgáló próbapadok), a kerékcsapágyak, a rugók és a lengéscsillapítók állapotát.

¹⁷ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

- A mérőfej tartókat, majd a mérőfejeket rögzíteni kell a kerekeken és adott esetben el kell végezni a keréktárcsa-ütés kompenzációt.
- A járművet a mérés előtt kondicionálni kell (pl. szintbeállítás).
- Előírt terhelő tömegek behelyezése.,
- Tengelyszintek mérése és az ennek megfelelő előírt adatok kiválasztása
- A futómű lefeszítése az előírt célszerszámmal, a megadott magassági szintre
- A járművet oldott fék mellett meg kell lengetni (a karosszériát előbb az első, majd a hátsó tengelynél le kell nyomni és hagyni kell kilengeni), hogy a rugózás stabil középhelyzetbe kerüljön.
- Az üzemi féket fékpedál-kitámasztó segítségével blokkolni kell .

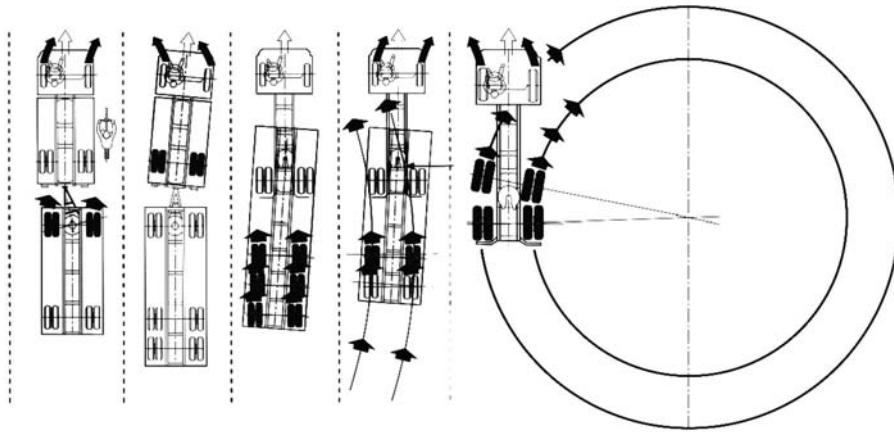
A helyes futómű-beállítás a haszonjárművek esetében talán még fontosabb, mint a személygépkocsiknál. Itt ugyanis sokkal jelentősebb költség vonzatokkal kell számolni az esetleges hibák esetében. A helytelen futómű-beállítás következményei sokrétűek lehetnek. Néhány példa:

- rendellenes gumibroncs kopás,
- oldalra húzó jármű,
- nagy tüzelőanyag-fogyasztás.
- A hibák oka a beállítható paraméterek nem megfelelő beállítása, illetve alváz-elhúzóadás is lehet.

A haszonjárműveknél általában az alábbi paraméterek állíthatóak:

- merev tengelynél:
 - merőlegesség,
- kormányzott tengelynél:
 - kerékösszetartás,
 - max. kerék-alákormányzási szög.

Az 19. ábra járműszerelvények esetében tekinti át a nem megfelelő futómű-beállítás következményeit. Lássunk erre egy szemléletes számpéldát is: tételezzük fel, hogy egy kerék 5 mm/m mértékben balra gördül, a vele ellentétes oldali pedig ugyanekkora mértékben jobbra. Az eredmény megnövekedett gördülési ellenállás. A jármű nehezebben gördül, nő a gumibroncs-kopás és emelkedik a tüzelőanyag-fogyasztás. A járművek „ferde futása” miatt haladás közben növekszik a jármű által a közútból elfoglalt szélesség (19. ábra). A hibák oka gyakran az alváz elhúzóadásában keresendő (20. ábra).



19. ábra. A futómű-beállítási hibák következményei járműszerelvény esetén¹⁸



20. ábra. Alváz elhúzódsok¹⁹

A mérés előtt természetesen, a korrekt mérési eredmények érdekében – ugyanúgy, mint a személygépkocsik esetében – ellenőrzéseket kell végrehajtani.

Ellenőrizni kell:

- a gumiabroncsok nyomását,
- a gumiabroncsok egyformaságát,

¹⁸ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

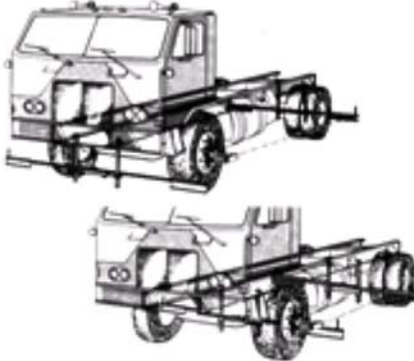
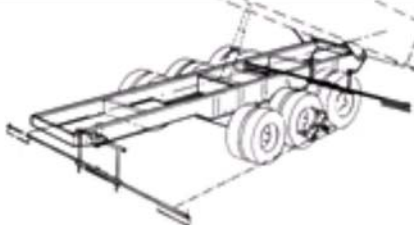

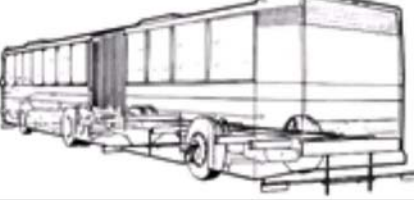
¹⁹ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

- a holtjátékokat (rugók, légrugók, stabilizátorok, lengéscsillapítók, gömbfejek, függőcsapszegek, stb.).

A mérés utáni beavatkozási lehetőségeket az alábbi táblázat foglalja össze.

Kormányzott tengely	
Kerékösszetartás	Nyomtávrúd állítása
Kerékdőlés	Egyengetés
Max. alákormányzási szög	Végállás-határoló állítása
Kormány középhelyzet	Típusfüggő módon
Kanyarodási szögeltérés	Lengőkar csere
Utánfutás	Ékek beépítése
Csapterpesztés	Csapszegcsere
Merev tengely	
Kerékösszetartás	Egyengetés
Kerékdőlés	Egyengetés
Tengelyhelyzetek (merőlegesség)	Hézagolás / egyengetés

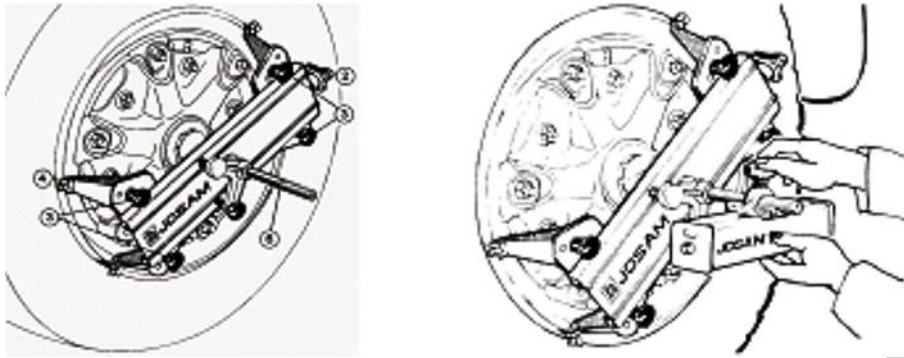
A mérési folyamat első lépcsője többtengelyes járművek esetében is a mérőfejek, illetve mérőtáblák felszerelése. (Ebben a fejezetben a mérőtáblás-vetítés mérési elvet használjuk példaként.) Ennek a 21. ábra a mérőtáblák felhelyezésének változatait tekinti át.

Mérőtáblák felhelyezése	Felhelyezési lapelvek
	<p>Tehergépkocsi, nyergesvontató: A mérőtáblákat az alvázhhoz kell rögzíteni oly módon, hogy az egyik tábla a lehető lefelőbbre, a másik a lehető leghátrébb legyen felfogatva. Amennyiben ez nem lehetséges, akkor az első tengely mögé és a hátsó tengely elé kell helyezni a mérőtáblákat.</p>
	<p>Nyergespótkocsi: Az első mérőtáblák tartóját a királycsapnál kell rögzíteni, míg a hátsókat a lehető leghátrébb kell felfogatni.</p>
	<p>Pótkocsi: A) Kormányzott tengely: Az első mérőtáblákat a vonószemhez, a hátsókat pedig a forgószámoly leghátsó részéhez kell rögzíteni. B) Hátsó tengely: A mérőtábla-tartókat az alváz első és hátsó végéhez kell rögzíteni.</p>
	<p>Csuklós autóbusz: Ebben az esetben 3 mérőtábla-tartót kell alkalmazni. Az elsőt a jármű első részén, a másik kettőt pedig a hátsó részen kell elhelyezni.</p>

21. ábra. A mérővonalzók felhelyezése haszonjárművek esetén²⁰

A vetítők felszerelése a mérőfejtartóra történik, ezt követi a keréktárcsa-ütés kompenzációja (22. ábra).

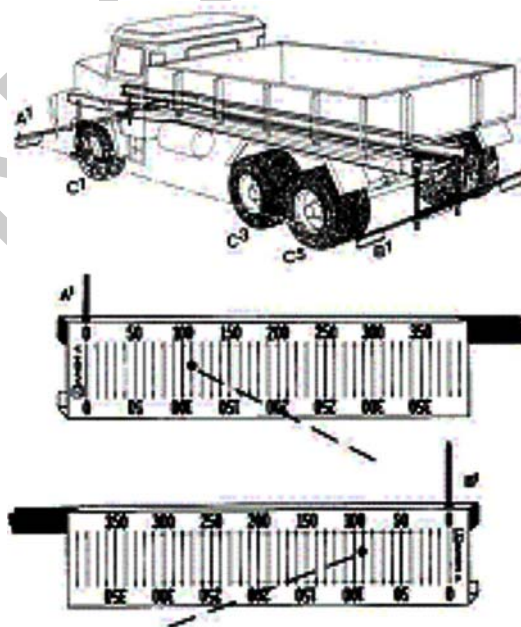
²⁰ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.



22. ábra. Univerzális vetítő tartó és lézer vetítő (mérőfej)²¹

A tárcsaütés kompenzációja esetében a vetítő lézer-sugarával egy legalább 2 - 4 m távolságban felszerelt mérőtáblára kell vetíteni, és a kerék forgatása közben a kompenzáló csavarokkal meg kell szüntetni a sugár beérkezési pontjának ingadozását.

A kerékösszetartás és a tengelyhelyzetek mérése a mérővonalzók és a vetítők segítségével történik. Az alapelvet a 23. ábra szemlélteti. A kerékösszetartás az elől és hátul leolvasott számértékek különbségként határozható meg előjelhelyesen. Ez az érték, a mérőtáblák közötti távolsággal osztva mm/m dimenzióban adja meg a kerékösszetartás értékét. Ez az érték természetesen keréktárcsa-átmérőre is átszámítható, így mm lesz a mértékegysége, illetve fokban és szögpercben is megadható. A tengelyek ferde állása – a definíció alapján – a kétoldali kerékösszetartások különbsége segítségével határozható meg.



23. ábra. Kerékösszetartás mérés

²¹ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

A továbbiakban néhány konkrét mérési példát ismertetünk. A vizsgált alapesetek az alábbiak:

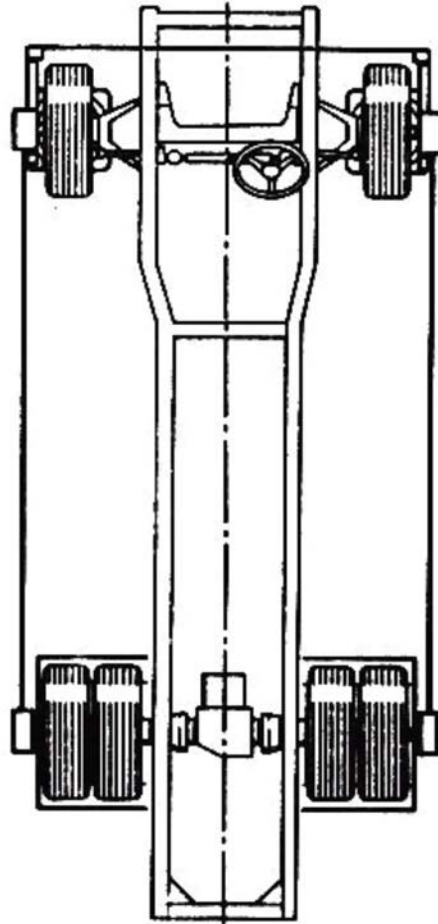
- egy első és egy hátsó tengely,
- egy első és két hátsó tengely,
- két kormányzott első tengely és egy hátsó tengely
- csuklós autóbusz mérése.

Futómű mérés egy első és egy hátsó tengely esetén

Az egy első és egy hátsó tengellyel rendelkező haszonjárművek esetében a mérés a személygépkocsik esetére leírt elv szerint történik.

Különleges mérési eljárásra ebben az esetben nem kerül sor. A vetítő, illetve mérőtáblák a 21. ábra első sorában látható módon szerelendők fel. A mérőfejes (pl. gumizsinóros) elven működő műszerek mérési elrendezését a 24. ábra mutatja.

MUNKANYELVI

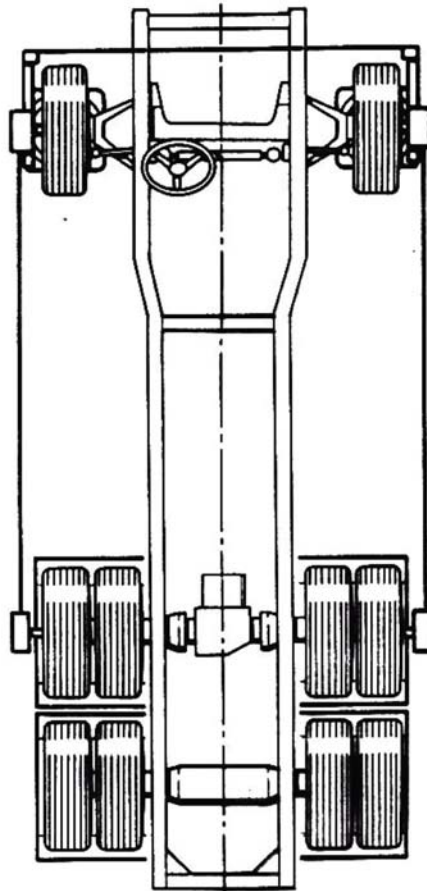


24. ábra. Futómű mérés egy első és egy hátsó tengely esetén²²

Futómű mérés egy első és két hátsó tengely esetén

Erre az esetre a 25. ábra mutatja a mérési elrendezést mérőfejes (pl. gumizsinóros) elven működő műszerek példáján.

²² Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.



25. ábra. Futómű mérés egy első és két hátsó tengely esetén²³

Ferdeállás mérés

A 2. hátsó tengely tényleges menettengelye és az 1. hátsó tengely tényleges menettengelye egymáshoz viszonyított helyzetének mérése. (A mérés előtt meg kell győződni arról, hogy az 1. hátsó tengely tényleges menettengelyének helyzete megfelel-e a gyári tűrésnek.)

A mérés menete a következő:

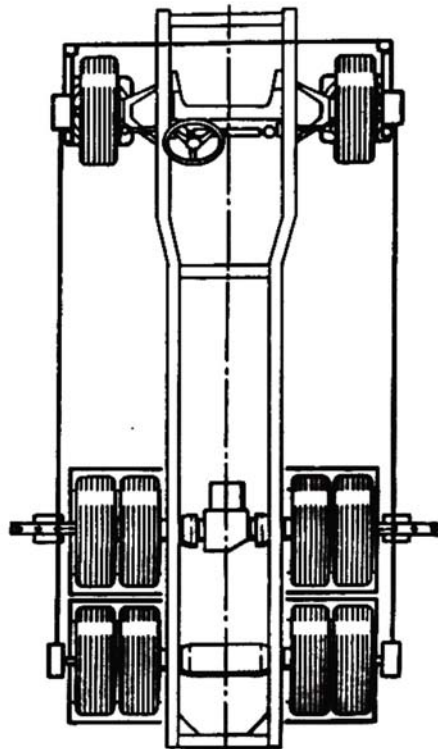
1. Mérőfejek (vagy mérőtáblák-vetítők) felszerelése az első és az 1. hátsó tengelyre.
2. Bal első kerék beállítása egyedi kerékösszetartás $0^{\circ}00'$ helyzetbe (kormánykerék forgatással, az 1. hátsó tengely tényleges menettengelyéhez viszonyítva).
3. Kormánykerék rögzítése (kormánykerék-rögzítővel).
4. 4-fejes rendszer esetén a mérőfejek áthelyezése az 1. hátsó tengelyről a 2.-ra. Itt újbóli keréktárcsa-ütés kompenzáció.
5. Egyedi kerékösszetartás mérés a 2. hátsó tengelyen.

²³ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

6. A 2. hátsó tengely baloldali egyedi kerékösszetartás értéke megadja a 2. hátsó tengely 1. hátsó tengelyhez viszonyított ferde állását. (A jobboldali egyedi kerékösszetartás értéket figyelmen kívül kell hagyni.) A „+” érték jelentése balra, míg a „-” értéké jobbra.

Az 1. hátsó tengely kilógásának mérése

A tengely kilógását a felszerelt skálákon leolvasható értékek különbsége adja (26. ábra). Az ábrán látható példa esetében a baloldali skálán 3,5, míg a jobboldalin 8,5 számérték olvasható le.



26. ábra. Tengely kilógás mérése²⁴

A két érték különbségének a fele:

$$\frac{8,5 - 3,5}{2} = 2,5 \text{ cm}$$

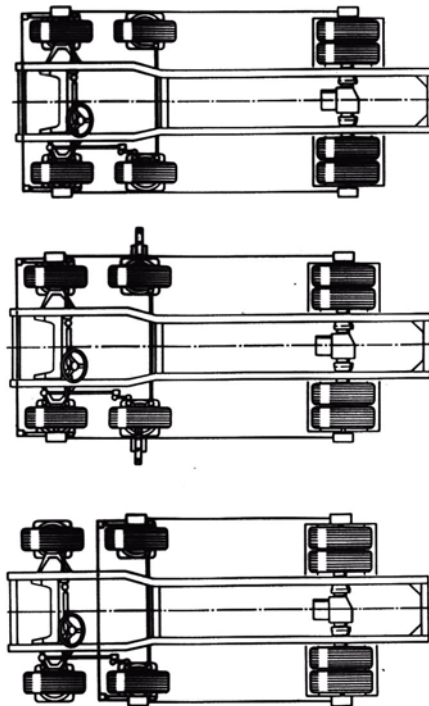
Tehát az 1. hátsó tengely a 2.-hoz viszonyítva 2,5 cm-re jobbra (a nagyobb érték irányába) helyezkedik el.

Futómű mérés két kormányzott első és egy hátsó tengely esetén

²⁴ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

A mérés elvi vázolata az 27. ábrán látható. A mérés menete:

1. Az 1. kormányzott tengely és a hátsó tengely mérése megegyezik a már leírtakkal.
2. Az 1. kormányzott tengely kerekeinek egyedi összetartását azonos értékre történő beállítása.
3. A kormánykerék rögzítése.
4. A forgószámolyok „nullázása”.
5. A 2. kormányzott tengely kilógásának mérése a rá felszerelt skálák segítségével.
6. A mérőfejek áthelyezése az 1. kormányzott tengelyről a 2.-ra.
7. Egyedi kerékösszetartás mérés és kormányzási közép helyzet mérése.
8. Kanyarodási szögeltérés mérés a 2. kormányzott tengelyen:
 - a) 1. kormányzott tengely középállásban,
 - b) az 1. kormányzott tengely kanyar belső kerekének 20o-os elfordítása, majd a 2. kormányzott tengely kerekének elfordulási szögértékének leolvasása a forgószámolyról,
 - c) az előző lépés megismétlése az ellentétes irányban is, ugyancsak 20o-os elfordítással,
 - d) mindkét oldalon azonos értéket kell kapni.



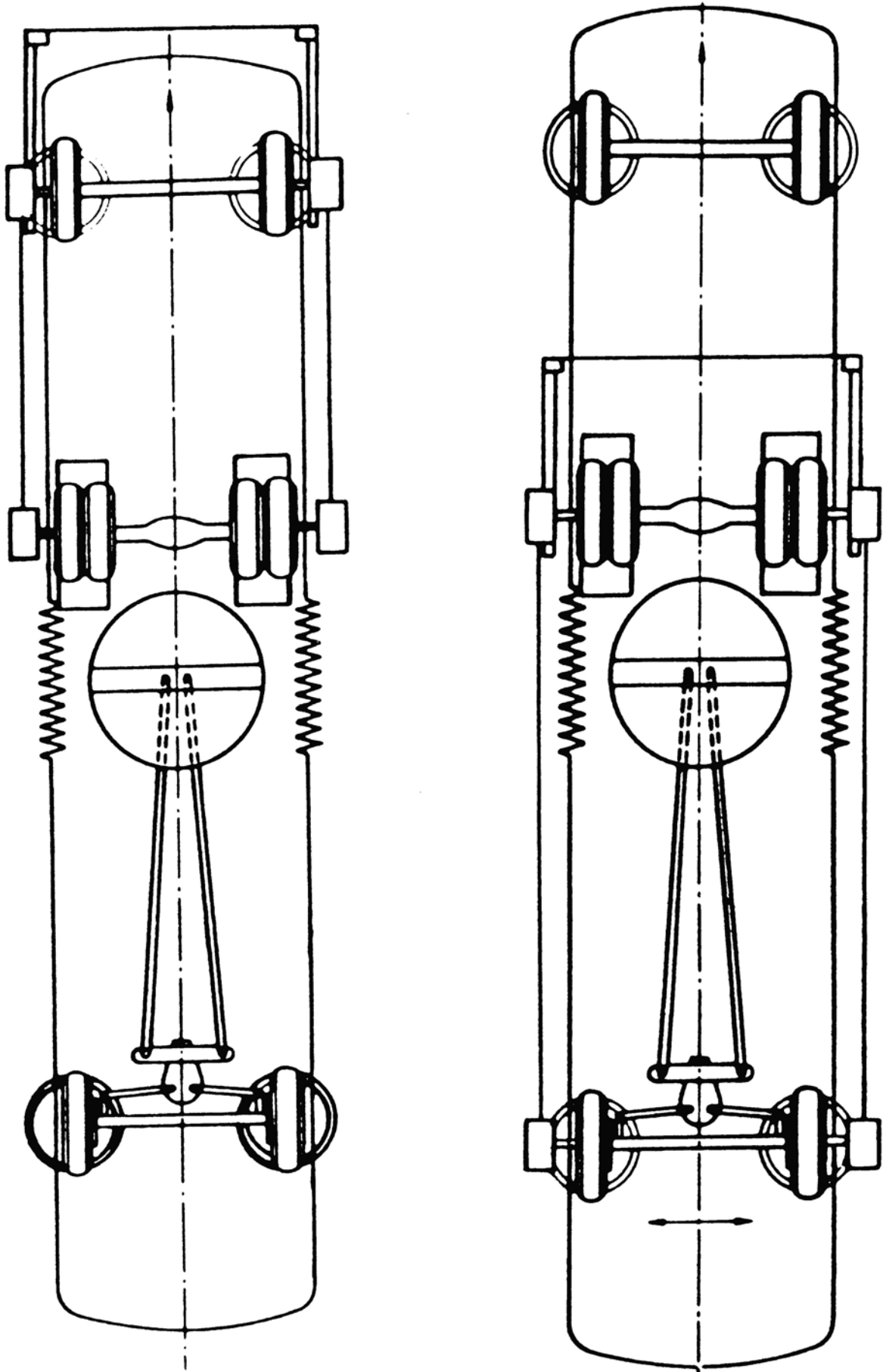
27. ábra. Futómű mérés két kormányzott első és egy hátsó tengely esetén²⁵

Futómű mérés csuklós autóbusz esetén

²⁵ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

A mérés menete:

1. Az A-B tengelyek mérése teljes mértékben megegyezik az eddigiekben már leírtakkal.
2. Egyedi összetartás mérés a B tengelyen - ez lesz a C tengely mérésének bázisértéke.
3. A mérőfejek áthelyezése (előtte tartó A-ról C-re):
 - a) B tengelyről a C-re
 - b) A tengelyről a B-re.
4. Keréktárcsa-ütés kompenzáció a C tengelyen.
5. A C tengely eltolása addig, amíg a B tengelyen azonos értékű egyedi kerékösszetartást nem mérünk (a 2. pontban felvett bázis érték). Ekkor mindhárom tengely egy vonalban áll.
6. A C tengely egyedi kerékösszetartásának és kerékdőlésének mérése.



28. ábra. Futómű mérés csuklós autóbusz esetén²⁶

Kormánymű középhelyzet beállítása

A gyártók némelyike a kormányművön jelöléssel adja meg a középhelyzetet (29. ábra). Ilyenkor tengely A jelölésének egyenesen a középvonal irányába kell mutatnia (max. eltérés: $\pm 10^\circ$)



29. ábra. Kormánymű középhelyzet beállítása

Más gyártók viszont az alábbi módszert írják elő:

A kormánykereket a baloldali teljesen alákormányzott helyzetből a jobboldali teljesen alákormányzott helyzetbe kell forgatni. A körülfordulások számát kettővel osztjuk, majd a kormánykereket a kapott eredménynek megfelelően forgatjuk vissza.

²⁶ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

A kormánykerék középhelyzetében ellenőrizni kell a kerekek egyenesmeneti helyzetét.

A kormánymű középhelyzet úgy is megtalálható, ha a kormánymű állítócsavarjának rögzítő-anyáját oldjuk és a beállító-csavart addig csavarjuk be, amíg a megemelt kerék kézzel mozgatva érezhető ellenállással jut a középhelyzetbe. A rögzítő-anyát ebben a helyzetben kell meghúzni.

Kormánymű középhelyzet beállítása 2 kormányzott tengely esetén:

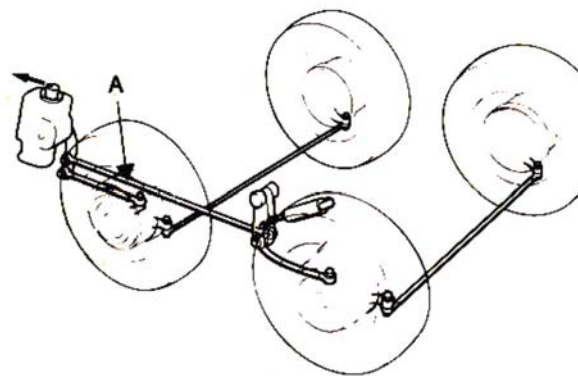
Ebben az esetben a második kormányzott tengely A jelű kormánytolórúdját meg kell lazítani (29. ábra).

Mozgassuk a kereket kézzel szélső helyzetből középső irányba (30. ábra), amíg enyhe nyomást nem érzünk – ekkor olvassuk le a mérőtáblán kijelzett értéket (31. ábra). Ismételjük meg a folyamatot a másik irányból is. A kormánymű középhelyzet a két leolvasott érték számtani közepe.

Ezután állítsuk a kereket a kormánymű középhelyzetnek megfelelő helyzetbe. Ha ekkor a kerék előtt és mögött elhelyezett mérőtáblán ugyanazt az értéket látjuk, akkor a kormánymű középhelyzet a bal első kerék egyenesmeneti helyzetében áll fenn. A maximálisan megengedett eltérés 1° lehet.

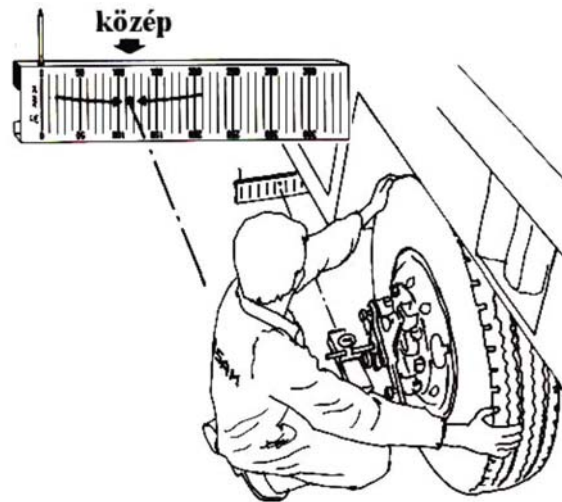
Nagyobb eltérés esetén a kormánytolórúd hosszát módosítani kell. A beállítás után a kormánykerék helyzetét a baloldali kerék egyenesmeneti helyzetében kell ellenőrizni.

Némelyik konstrukciónál véghelyzet-határoló szelepet építenek be. Ilyenkor, ha a tolórúd hosszát módosítottuk, akkor ezt a szelepet – a gyári előírásoknak megfelelően – újra be kell állítani (32. ábra).

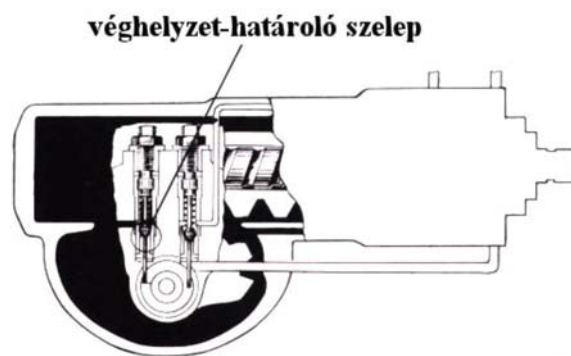


30. ábra. Kormánymű középhelyzet beállítása ²⁷

²⁷ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.



31. ábra. Kormánymű középhelyzet beállítása ²⁸



32. ábra. Kormánymű középhelyzet beállítása ²⁹

²⁸ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

²⁹ Forrás: Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2006.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A **Futóművek diagnosztikája és javítása a 3500 kilogramm feletti összgördülő súlyú járműveken** téma ismeretei tárgyalásának végére értünk. A tanulási folyamat eredményességének és hatékonyságának érdekében azonban a tudás megszerzésének folyamatát igyekszünk az alábbiakkal segíteni.

Először is érdemes megválaszolni az alábbi kérdéseket:

- Átlátható-érthető a téma?
- Be tudom-e határolni, hogy pontosan milyen ismeretekkel kell rendelkezniem?
- Mire használhatók a tanultak?

Az alábbiakban a fenti kérdésekre adandó válaszadásban segítünk:

Miről is tanultunk?

A tananyag vázlatja megadja a szükséges ismeretek összegzését:

- A futóművek diagnosztikai és beállítási jellemzői
- A tehergépkocsi futóművek mérési lehetőségei
- A futóművek meghibásodásai által előidézett hibák

A gyakorlati tanórákon végezze el az alábbi gyakorlati feladatokat, méréseket. A gyakorlati helyzetgyakorlatokat **figyelemösszpontosítással** végezze, az elsajátított tananyag alkalmazásával!

1. Ismerkedjen meg a műhelyben található futóműbeállító műszerrel! Próbálja ki a mérési lehetőségeket.
2. Készítsen elő járművet futóműmérésre! Helyezze fel a mérőfejtartókat és végezzen keréktárcsaütés kiegyenlítést.
3. Végezzen mérési gyakorlatokat 2-nél több tengelyes járműveken!
4. Végezzen kormánymű középhelyzet beállítást.

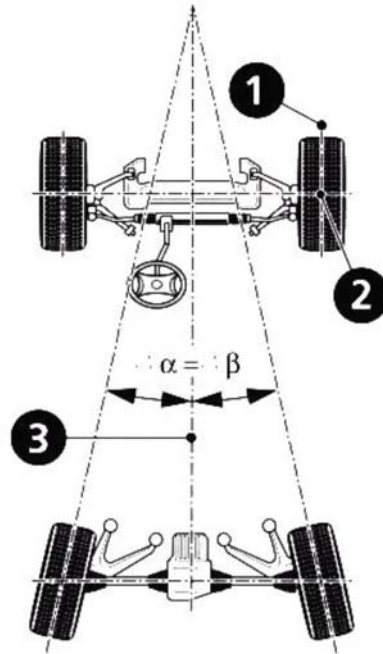
Legyen képes maximális figyelem összpontosítással vizsgálatokat végezni, és a hibakeresési logika felhasználásával kiértékelni azt.

Végezetül még egy jó tanács! Az anyagot úgy tudjuk a legjobban elsajátítani, ha megértjük. A szó szerinti tanulás szükségtelen és értelmetlen. Az anyag logikájának, összefüggéseinek és alapvető ismereteinek elsajátításával már képesek vagyunk a munkahelyzet és a továbbiakban leírt mintafeladatok megoldására.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Definiálja a tényleges menettengelyt az alábbi ábra segítségével!



33. ábra.

A large rectangular area with a yellow border, containing ten horizontal lines for writing the answer to the task.

2. feladat

Milyen adatot kell megadni a kerékösszetartás méréshez, ha a mért értéket mm-ben szeretnénk megkapni? Adja meg ehhez a kerékösszetartás definícióját is.

MUNKANYAG

3. feladat

Mit jelent az egyesített szög fogalma (ábrát is rajzoljon!)? Milyen esetben változhat meg az egyesített szög értéke?

MUNKANYAG

4. feladat

Milyen hibák okozhatják az ábrán látható gumiabroncs-kopás képeket?



34. ábra.

5. feladat

Mely paraméterek állíthatók általában a haszonjárműveknél?

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A tényleges menettengely a hátsó kerekek menetiránya által meghatározott szög szögfelezője. Menet közben ugyanis a jármű kormányzott kerekei ennek megfelelően állnak be egyenes-menetben. Célszerű tehát, ha az első kerekek beállítási paramétereit a tényleges menettengelynek megfelelően mérjük meg.

2. feladat

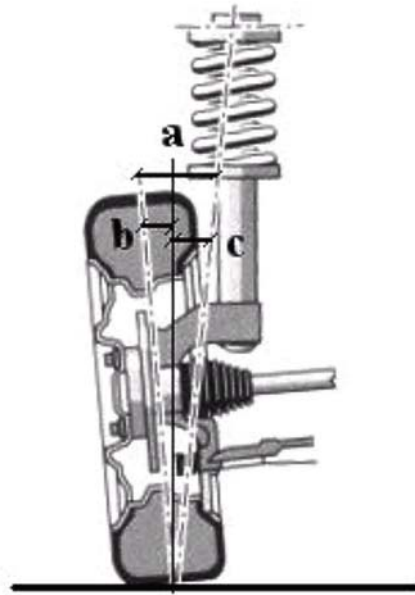
A kerékösszetartás a kétoldali keréksíkok kerékpánt átmérőnyi hosszon vett távolságváltozásának nagysága a vízszintes síkban. A méréshez tehát meg kell adni a **keréktárcsa átmérőt**. A definíció szerinti mértékegysége mm. Amennyiben azonban a jármű vonatkoztatási tengelyéhez (szimmetriatengely, tényleges menettengely) viszonyítva mérjük, fok-szögperc dimenzióban kapjuk meg értékét. Végül, ha a kerékpánt átmérőnél nagyobb hosszra vonatkoztatjuk (pl. a tengelytávra), akkor mértékegysége mm/m. A kerékösszetartás pozitív, ha a kerékpántok távolsága a menetirány szerint elől kisebb, mint hátul.

3. feladat

Az egyesített szög a kerékdőlés és a csapterpesztés előjelhelyes összege (34. ábra). Az egyesített szög tulajdonképpen „természetes” szög, mert két szára a konstrukció által kijelölt irány:

- a kormányzási tengely (függőcsap-tengely vagy két támasztópont közötti egyenes) és
- a keréksík egy átmérőjének iránya.

Az egyesített szög értéke elvileg nem változhat (kivéve például a deformációt), de elfordulhat.



35. ábra. Egyesített szög

4. feladat

Jellegzetes gumiabroncs-kopási képek			
			
Hibás kerékösszetartás beállítás: a gumiabroncsok „radírozása” sorja-képződésel jár a profil mentén	Hibás kerékdőlés beállítás: egyoldali gumiabroncs-kopást okoz	Hullámszerű, helyenkénti kopás: a gumiabroncs pattogása okozza – a mechanikus alkatrészek túl nagy holtjátéka miatt	Az előírtnál kisebb gumiabroncsnyomás: a gumiabroncsok széle gyorsan elkopik

36. ábra.

5. feladat

A haszonjárműveknél általában az alábbi paraméterek állíthatók:

- merev tengelynél:
- merőlegesség,
- kormányzott tengelynél:
- kerékösszetartás,
- max. kerék-alákormányzási szög.

MUNKANYELV

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2007.

AJÁNLOTT IRODALOM

Dr. Lakatos István: Futóműdiagnosztika, Minerva-Sop, Győr, 2007.

A(z) 0675–06 modul 012–es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 525 04 0000 00 00	Targonca- és munkagépszerező
51 525 01 1000 00 00	Autószerelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
30 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató