



**BUDAPESTI MŰSZAKI és GAZDASÁGTUDOMÁNYI  
EGYETEM**

**KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI ÉS  
JÁRMŰMÉRNÖKI KAR**

# **VASÚTI JÁRMŰVEK ÜZEME ÉS DIAGNOSZTIKÁJA**

**Egyetemi jegyzet**

**Járműdiagnosztikai mérések, ellenőrzések,  
karbantartási stratégiák. 1/2. rész.**

**Készítette:**

**Dr. Benedek Teofil  
ny. egyetemi docens**

**B U D A P E S T  
2 0 1 9**

## Felhasznált irodalom:

1. Dr. Zobory I.: Járműüzem, megbízhatóság és diagnosztika. Egyetemi jegyzet, Budapest, 2010.
2. Dr. Nagy I.: Műszaki diagnosztika I. Delta-3N Kft, Paks. 2006.
3. Dr. Dömötör F.: Rezgésdiagnosztika. Főiskolai Kiadó, Dunaújváros. 2008.
4. Thamm, F., Ludvig, Gy., Huszár, F., Szántó, I.: A szilárdságtan kísérleti módszerei. Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 1968.
5. Hottinger Baldwin Messtechnik. Product Catalogue 1999. Magyarországi képviselő: 2101. Gödöllő, Remsey krt. 9. Pf: 81.
6. Jens Trample Broch: Messungen von mechanischen Schwingungen und Stößen. Die Anwendung der Brüel & Kjaer Meßsysteme. Brüel & Kjaer, Denmark. 1970.
7. HBM Media Library. Technical documentation for customers. 2012. october
8. Dr. Benedek, T.: Vasúti Járműméréstechika és Labor. Egyetemi jegyzet. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2018.
9. Solf, W., Mannitz, K.: Konzept für die Instandhaltung und Behandlung der Inter-CityExpress-Triebzüge im Heimat-Betriebswerk Hamburg. ZEV + DET-Glasers Annalen 114. (1990) Nr 9/10 September/Oktober.
10. Schmidt, W.: Radsatzdiagnose im ICE-Betriebswerk Hamburg. ZEV + DET-Glasers Annalen 114. (1990) Nr 9/10 September/Oktober.
11. Radsatz-Diagnosesystem Argus II. Hegenscheidt-MFD GmbH.
12. Schreiber, L.: Messung gekrümmter Flächen mit berührungslose Verfahren. Springer-Verlag. Berlin, 1989.
13. Radsatz-Diagnosesystem Argus II. Hegenscheidt-MFD GmbH.
14. Schreiber, L.: Messung gekrümmter Flächen mit berührungslose Verfahren. Springer-Verlag. 1989.
15. Dr. Zobory, I., Dr. Győry, J., D. Benedek, T.: Vasúti Járműrendszer Diagnosztika. II. A futóműdiagnosztikai mérések fejlesztési lehetőségei, a Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszéken fejlesztés alatt álló futóműdiagnosztikai mérőállomás és próbapad. Egyetemi jegyzet. Budapest, 2018.
16. Görbicz S. – Sasi I. – Vadászy P.: Vasúti járművek minősítő mérései. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.

### 3.4 A MÁV-nál alkalmazott járműdiagnosztikai gyakorlat

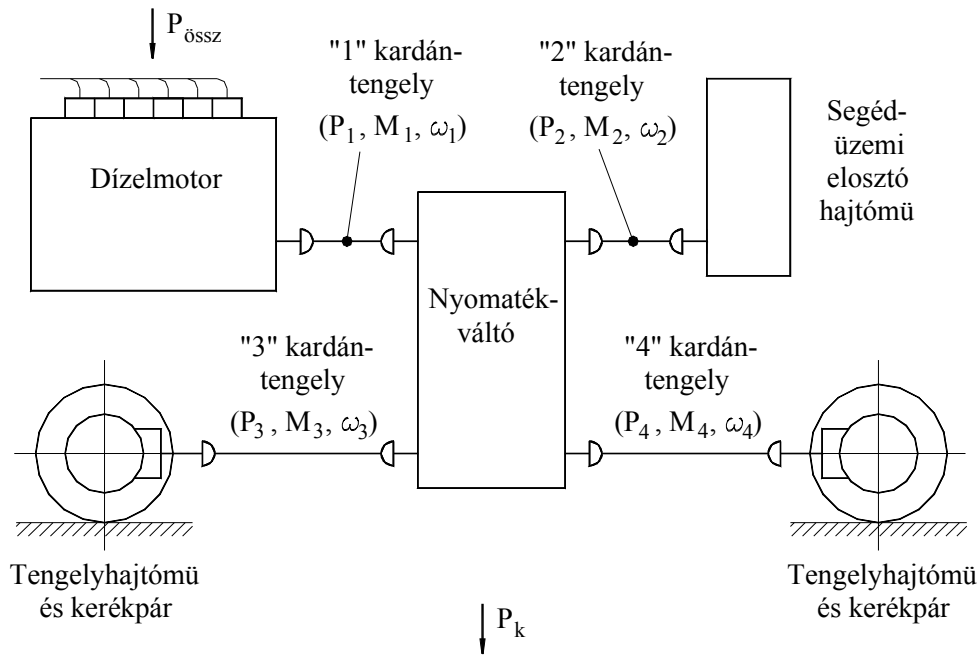
Az előzőkben bemutattuk, hogy a vasutak járműdiagnosztikai gyakorlatában előfordul mind a TMK, mind az állapotfüggő karbantartási rendszer, illetve ezek különböző kombinációi. A Magyar Államvasutaknál alkalmazott járműdiagnosztikai gyakorlatot a [16] forrásmű alapján mutatjuk be.

A [16] forrásműben leírtak szerint a járműkarbantartás alapja a tervszerű megelőzés, tehát az eddig ismertett karbantartási stratégiák közül a TMK típusú karbantartási rendszer. Ennek alapja a tervezhető ciklusidő, ami viszont az egyes fődaraboknál egymástól eltérő, egymástól független.

A továbbiakban ezt a rendszert vázlatosan ismertetjük, bővebb részletek az idézett könyvben találhatóak.

Általánosságban megállapítható, hogy a mérési-ellenőrzési feladatok egyrészt villamos berendezésekre, illetve mennyiségekre, másrészt nem-villamos berendezésekre, illetve mennyiségekre vonatkoznak. Könnyen belátható, hogy a villamos berendezések mérési-ellenőrzési feladatainak végrehajtása alapján véve egyszerűbb, mint a nem-villamos berendezéseké, mivel a villamos jellemzők mérése általában közvetlenül végrehajtható a kereskedelmi forgalomban kapható műszerekkel. A 28. ábrán láthatjuk a V 43 típusú villamos mozdony erősen leegyszerűsített villamos kapcsolási rajzát, amelyen látható, hogy villamos jellemzők mérésével mind a főgépek (transzformátor, monomotor, stb.) minden fontos adatát megkaphatjuk:





29. ábra

A következőkben tekintjük át a diagnosztikai ellenőrzés során felmerülő mérési-ellenőrzési feladatokat. Ezeket a szokás szerint két fő csoportba soroljuk, a villamos és a nem-villamos mérési-ellenőrzési feladatok csoportjába.

#### A/ Villamos jellemzők:

a/ **Villamosmotorok, generátorok, általában a forgógépek mérése.** Ide tartozik a melegedés, a szigetelés, a csúszógyűrűk és kommutátorok ellenőrzése, nyomaték- és fordulatszám jelleggörbék felvétele. Ezek a mérések mind a javító műhelyben, a szükséges mértékű szétszerelés után hajthatók végre.

b/ **Transzformátorok, fokozatkapcsolók, megszakítók ellenőrzése.** Ezek a mérések is javítóműhelyt és kellő mértékű szétszerelést igényelnek.

#### B/ Nem-villamos jellemzők:

a/ **Dízelmotorok ellenőrzése.** Ide tartozik a fajlagos gázolajfogyasztás mérése, kipufogógáz hőmérsékletének és koromtartalmának mérése, turbófeltöltők, befecskendező szivattyúk, kenőolaj- és hűtővízrendszer ellenőrzése.

b/ **Hidrodinamikus, mechanikus, stb. nyomatékmódosítók és tengelykapcsolók ellenőrzése.** Nyomaték-fordulatszám jelleggörbék, hatásfokgörbék felvétele.

c/ **A légfék és más, levegővel működő berendezések ellenőrzése.** Légsűrítők, fékezőszelepek, stb. ellenőrző mérései.

d/ **Forgóvázak, alvázak és szekrényvázak ellenőrző mérései.** Méretellenőrzés az alvázak, forgóvázak elcsavarodása szempontjából. Hegesztési varratok ellenőrzése (ahol a tapasztalatok szerint szükséges). A kerékterhelések eloszlásának ellenőrzése és szükség szerint korrekciója.

e/ **Futóművek ellenőrző mérései.** Ide tartozik a kerekek névleges gördülőkör-átmérője, a kerékpárok felsajtolási mérete, a kerékkarima vastagsága és a kerékprofil

regisztrálása, továbbá a hordrugó épsége és az aktuális merevségi jelleggörbéje, a lengéscsillapító jelleggörbéjének ellenőrzése.

A felsorolt diagnosztikai mérések és ellenőrzések jó vasúttechnikai összefoglalását találhatjuk meg az Irodalomjegyzék [4]. számú kézikönyvében (Görbicz S. – Sasi I. – Vadász P.: Vasúti járművek minősítő mérései.) Az előző oldalon vázlatosan és kivonatosan ismertettük ezeket a méréseket, illetve ellenőrzéseket, bővebb részleteket [4]-ben lehet találni. Az említett könyvben részletesen bemutatott, a jelenlegi diagnosztikai gyakorlathoz tartozó mérések és ellenőrzések a tapasztalat alapján megállapított ciklusidőknek megfelelően, javítóműhelyben, a szükséges mértékű szétszerelés után hajthatók végre. Két előírt ellenőrzési időpont között a jármű műszaki állapota nincs tehát ellenőrizve, egy ilyen ellenőrzés alkalmával tehát vagy azt találják, hogy a műszaki paraméterek változása már túlhaladt a megengedett mértéken és már korábban be kellett volna avatkozni, vagy azt, hogy még nem szükséges a beavatkozás. Ha sűríténék az ellenőrzéseket, akkor feltehetően finomabban lehetne nyomon követni a jármű műszaki állapotának változását, de a sűrűbb diagnosztikai ellenőrzések miatt a járművek karbantartási állásideje nagyon megnőne, másrészt a sok felesleges szétszerelés is számottevően ronthat bizonyos berendezések állapotán.

A korszerű járműdiagnosztikának mindenképpen az a célja, hogy a már bemutatott alapelveknek megfelelően sűrítsék az ellenőrzések időpontjait, de egyidejűleg olyan mérési módszereket is kell alkalmazni, amelyek egyrészt megfelelő, **állandóan beépített** érzékelőket használnak, másrészt a méréseket vagy kívülről, **szétszerelés nélkül**, egyszerűen csatlakoztatható, esetenként kézi mérőberendezéssel kell végrehajtani, vagy pedig a mérőberendezéseket is be kell építeni. Végül a méréseket meghatározott időközönként **automatikusan** kell végrehajtani, a mért adatokat **digitális alakban** kell tárolni („fekete doboz”), és ezeket kézi, hordozható eszközzel, megadott időközönként kell kiolvasni. Ennek megfelelően a már korábban idézett [4] forrásmű a 8.2.12 fejezetében vázlatosan bemutat egy olyan „komplex mérő- és diagnosztizáló berendezés” működési alapelveit, amelyek kielégítik az előbb felsorolt követelményeket. Ezek az alapelvek a következők:

- a komplex mérőberendezés lehetséges mértékű egységesítése;
- mérőátalakítók beépítése;
- méréspontváltó, vagyis a mérési adatokat az egyes mérőátalakítókról ciklikusan leolvasó mérési adatgyűjtő rendszer beépítése;
- jelértékelő és feldolgozó berendezés beépítése;
- a leolvasást vezérlő egység beépítése.

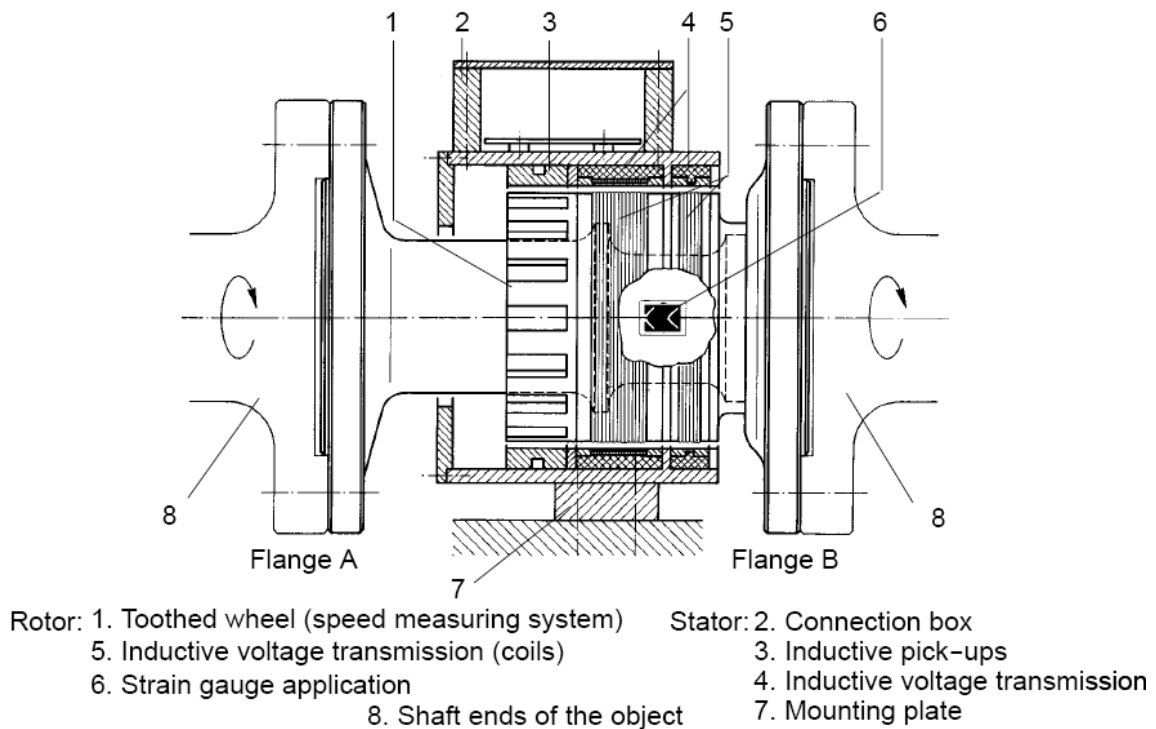
A könyv megmaradt az igények egyszerű felsorolásánál, a kiadási évet (1983) követő időszakban már egyes külföldi gyártmányú vasúti járműveket (mozdonyokat és személykocsikat) már felszereltek hasonló komplex mérőberendezéssel. A [6] és [7] forrásművekben közölt előadásokban a szerzők (a MÁV vezető szakemberei) körvonalazták a korszerű járműkarbantartási szempontokat, amelyekben vázolták a követendő fejlesztési irányokat is.

Ezen oktatási segédlet keretei között nem foglalkozunk részletesen a villamos berendezések mérési-ellenőrzési feladataival, inkább a mérendő nem-villamos mennyiségek mérési és ellenőrzési problémáit próbáljuk részletezni. Ezek között a legfontosabbak a hajtó nyomaték, a fordulatszám (szögsebesség), alkatrészek felületi nyúlása (szilárdsági ellenőrzések), stb. A hajtó nyomaték és fordulatszám mérése javítóműhelyben, szétzedett jármű berendezésein is elvégezhető, léteznek beépíthető érzékelők is. A mérőeszközöket előállító gyárak készítenek olyan mérőátalakítókat, és ezek kereskedelmi forgalomban is kaphatók, amelyeket akár utólag is be lehet építeni a 2. ábrán látható hajtásrendszerbe, csekély mértékű átalakítás árán. A 30. ábrán a Hottinger cég T32 FNA típusú hajtó nyomaték és fordulatszám-érzékelőit láthatjuk. Ezek az érzékelők úgy vannak kialakítva, hogy a kardántengelyek csatlakoztatására használt karimákhoz közvetlenül hozzákapcsolhatók.



30. ábra

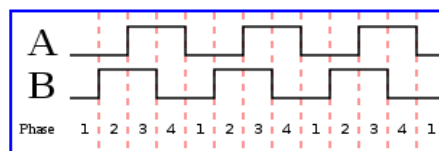
A mérőérzékelő egyes elemeit a 31. ábrán részletesebben is lehet tanulmányozni. Ezek az állórész (a 31. ábrán a „7” jelű ú.n. „mounting plate”), valamint a be- és kihajtó tengelyszakasz karimájához csatlakozó részek (az ábrán „flange A” és „flange B”). Az érzékelő vázlatos szerkezeti rajzát és a kardántengelyek karimájához való csatlakozást a 31. ábrán láthatjuk.



31. ábra

A mérőérzékelő működését vázlatosan ismerteti az [5]-ben található Hottinger katalógus. Itt csak annyit említünk meg, hogy a hajtó nyomatékot nyúlásmérő bélyegek segítségével mérik, és a mért jelet érintkezésmentesen veszik le és továbbítják az érzékelő állórészén lévő csatlakozókhoz. Az érzékelő a hajtó nyomaték mérése mellett a tengelyléc fordulatszámát is érzékeli (az ábrán „1” és „3” részek), emellett a forgás irányát is képes kijelezni. A katalógusban ennek a szerkezeti kialakításáról nem közölnek részleteket, más források (Wikipédia) olyan megoldást ismertetnek, hogy a két tengelyvégre (az érzékelőn belül) négyszögimpulzus-jeleket („A” és „B” impulzus-sor) adó részt építenek, amelyek a két impulzus-sort  $90^0$ -os fáziskéséssel keltik (32. ábra):

Coding for clockwise rotation			Coding for counter-clockwise rotation		
Phase	A	B	Phase	A	B
1	0	0	1	1	0
2	0	1	2	1	1
3	1	1	3	0	1
4	1	0	4	0	0



Two square waves in quadrature (clockwise rotation).

32. ábra

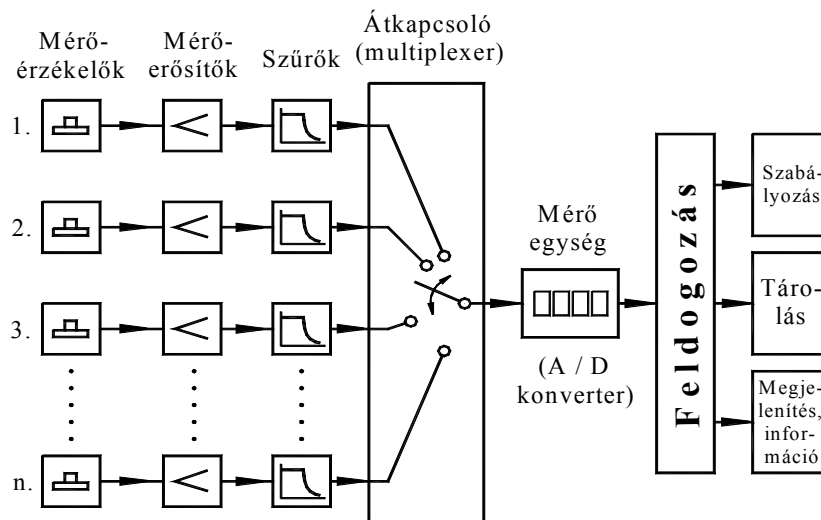


Ha az impulzus-sor periódusát négy részre osztjuk (1, 2, 3 és 4), akkor 0-val és 1-gyel jelölhetjük, hogy van-e, vagy nincs jel, így logikai feltételeket írhatunk fel az „A” és „b” impulzus-sorra és így különböztethetjük meg a két forgásirányt. Például, ha az „A”-n és a „B”-n a leolvasott jelek a (0; 0), (0; 1), (1; 1) és (1; 0) párokban követik egymást, akkor a forgásirány az óra járásával ellentétes (counter-clockwise), ha viszont ez a sorrend (1; 0), (1; 1), (0; 1) és (0; 0), a forgásirány az óra járásával egyező (clockwise).

A kereskedelemben még sokfajta mérőátalakító található, a felületi nyúlásokat érzékelhetjük nyúlásmérő bélyegekkel, zajok, rezgések érzékelésére is kaphatók mérőátalakítók, stb.

A beépített mérőátalakítók az üzem folyamán állandóan folytonosan érzékelik a különféle jeleket. Ezekből a jelekből mérési adatgyűjtő rendszerrel ciklikusan, megadott periódusnak megfelelően mintát lehet venni, a mintákat az adatgyűjtő rendszer tárolja, és a tárolt adatokat megfelelő elektronikus eszközzel (pl. hordozható PC, laptok, stb.) ki lehet olvasni. Ezeket az adatokat egy központi egységben lehet gyűjteni, és megfelelő időközönként értékelni. A mérési adatgyűjtő rendszerek vázlatos felépítése a 33. ábrán látható.

Az adatok elemzéséből folytonosan nyomon lehet követni a jármű egyes alkatelemeinek állapotát, előjelzést kaphatunk az esetlegesen várható üzemzavarokról, továbbá a jármű üzemi adatainak statisztikai elemzését is elvégezhetjük (az egyes gépegységek kihasználtsága, stb.).



33. ábra

A futóművek mérési-ellenőrzési feladatainak vázlatos bemutatása ugyan utolsónak volt feltüntetve, viszont a korszerű járműdiagnosztikában az utóbbi egy-két évtizedben a futóművek állapotának ismerete egyre fontosabbnak bizonyult, így felmerült az igény a futóműdiagnosztika fejlesztésére, illetve tökéletesítésére. A vasútüzemben jelenleg tapasztalható fejlesztések, korszerűsítések egyre növekvő igényeket támasztanak a futóművekkel szemben. A korszerű vasútüzem úgy akarja megoldani a

jelenlegi áru- és személyszállítási feladatokat, továbbá úgy akar helytállni a vasút és más közlekedési ágazatok között fennálló versenyben, hogy viszonylag rövid szerelvényeket járat, sűrűbben és nagyobb sebességgel, hogy a célállomásra való eljutás idejét a lehetőség szerint csökkentse. Ebből következik, hogy a járművek sebességét jelentősen meg kell növelni, a járművek kihasználtságát szintén fokozni kell, végül a járművek üzemképességét megbízhatóan biztosítani kell a felfokozott igények között is.

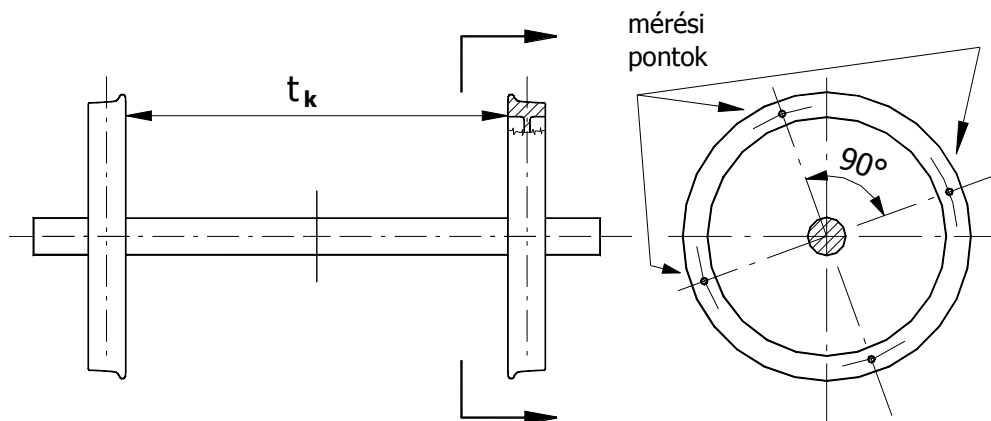
A járműsebesség növelése kétséget kizáróan megnöveli a járművek alkatrészeinek igénybevételét, de elsősorban a futóművekéit. Még ha fel is tételezzük, hogy a futóművek megfelelően vannak méretezve, a diagnosztikai ellenőrzéseket jóval sűrűbben kell végrehajtani, mert a nagyobb igénybevételek nemcsak gyorsabban jelentkező károsodásokat (kopásokat, repedéseket) okozhatnak, hanem nagyobb baleseteket is, amilyenre már volt példa néhány évvel ezelőtt a DB ICE motorvonatai üzemében. Emiatt a mérési-ellenőrzési feladatok megoldását jelentős mértékben fejleszteni kell. Ilyen fejlesztés lehet az egyes mérési-ellenőrzési feladatok gyors, automatikus, szétszerelés nélküli végrehajtása, amelyet például az üzem bizonyos szüneteiben, kijelölt vágányszakaszon való, megfelelően kis sebességgel való végighaladása alatt lehet végrehajtani (pl. a javító-karbantartó csarnokba való behaladás közben). Ugyanakkor a diagnosztikai ellenőrzések időigényét minden eszközzel csökkenteni kell, megfelelően tervezett, gyártott és telepített automatikus mérőberendezéssel. Fontos, hogy ezek az ellenőrzések szétszerelés nélkül menjenek végbe, és a ellenőrzések eredménye megbízhatóan jelezze, ha a szétszerelés valóban szükséges.

Az alábbiakban sorra vesszük a futóművek jelenleg használatos mérési-ellenőrzési műveleteit a [16] forrásmű által ajánlott sorrendben és módon, majd kitérünk a korszerű jármű- és futóműdiagnosztika követelményeire is. Az egyes futóműdiagnosztikai mérési feladatok bemutatása során a felhasználható mérőberendezésekre csak utalni fogunk, a felhasználható korszerű mérőeszközökről bővebben a Méréstechnika c. Jegyzetben találhatunk. Utalunk továbbá egy további Jegyzetben bemutatott 1:4 léptékű futóműdiagnosztikai próbapadra (II. A futóműdiagnosztikai mérések fejlesztési lehetőségei, a Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszéken fejlesztés alatt álló futóműdiagnosztikai próbapad), végül bemutatjuk a Német Vasutak ICE motorvonatainál alkalmazott diagnosztikai-karbantartási rendszert is a III: A DB ICE motorvonatainak üzemében alkalmazott karbantartási-javítási rendszer c. Jegyzetben.

A következőkben bemutatjuk a jelenleg alkalmazott futóműdiagnosztikai méréseket, illetve ellenőrzéseket a [16] forrásmű alapján.

### **3.4.1 A kerékpárok keréktávolságának ellenőrzése**

Ez a mérés a két kerékkoszorú közötti  $t_k$  távolságot ellenőrzi (34. ábra). Ezt a távolságot nevezik „felsajtolási méret”-nek is. Ezt a távolságot az abroncsok belső síkjai között a kerületen négy, egymástól  $90^\circ$ -ra elhelyezkedő pontban kell mérni.



34. ábra

Így négy darab,  $t_{k1}$ ,  $t_{k2}$ ,  $t_{k3}$  és  $t_{k4}$  távolságot kapunk. Ezek közül a legnagyobb érték:

$$t_{k,max} = \text{Max} [t_{k1}, t_{k2}, t_{k3}, t_{k4}] ;$$

és a legkisebb:

$$t_{k,min} = \text{Min} [t_{k1}, t_{k2}, t_{k3}, t_{k4}] ;$$

és az üzemkésztség feltétele:

$$\Delta t = t_{k,max} - t_{k,min} \leq 1.5 \text{ mm}$$

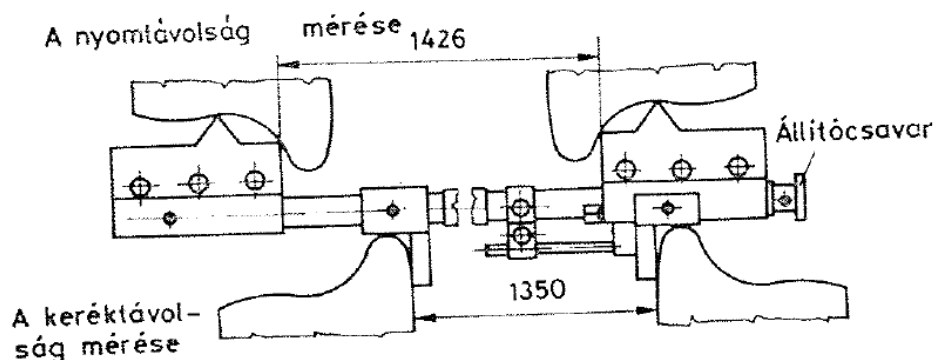
Mivel a kerület mentén a négy pont akárhol elhelyezkedhet, ezért nem biztos, hogy a valóságos két szélső értéket találják meg a becslés alapján végrehajtott diagnosztikai ellenőrzés során.

Egy további feltétel a közepes keréktávolságra vonatkozik:

$$\text{ha } \bar{t}_k = \frac{t_{k1} + t_{k2} + t_{k3} + t_{k4}}{4}, \text{ akkor :}$$

$$1357 \text{ mm} \leq \bar{t}_k \leq 1363 \text{ mm}$$

A mérés végrehajtására kifejlesztett mérőműszert mutat be a 35. ábra ([16]-13.2 ábra alapján). A műszer a nyomtávolság ellenőrzésére is alkalmas.



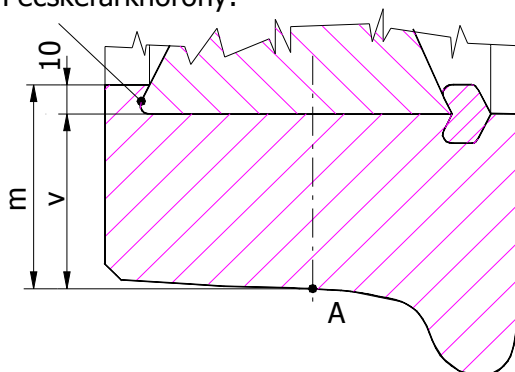
35. ábra

### 3.4.2 Az abroncsvastagság ellenőrzése

A vasúti kerékabroncs „ $v$ ” vastagsága a kerékkopással csökken, de egy bizonyos minimális abroncsvastagság alatt az abroncsot és a keréktárcsát összekötő zrugorkötés meglazulhat, ezért az ellenőrzés elsősorban a balesetveszély elkerülésére szolgál. Az abroncs „ $v$ ” vastagságának mérésére a [16] műben azt ajánlják (36. ábra), hogy az abroncs külső oldalsíkján kell megmérni sugárirányban a fecskefarkhorony látható külső pereme és az „A” pont közötti sugárirányú „ $m$ ” távolságot, majd ebből az értékből le kell vonni a fecskefarkhorony 10 mm-es magasságát:

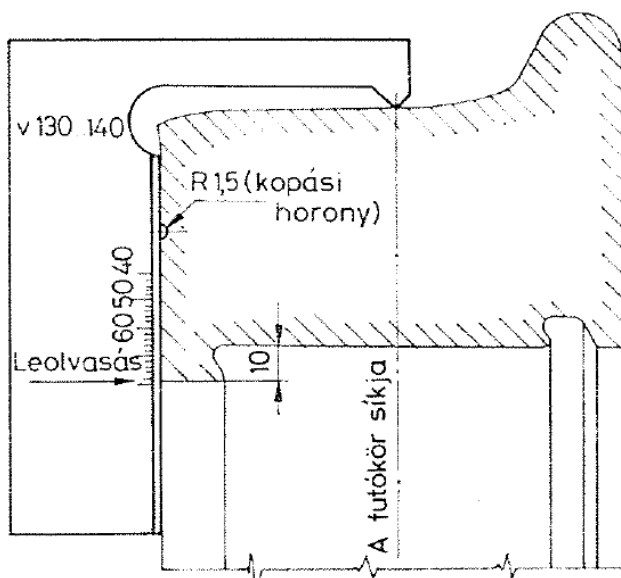
Egy másik lehetséges mérési mód az lehet, hogy megmérjük az aktuális névleges futókörátmérőt (az „A” ponthoz tartozó átmérőt), majd ebből levonjuk a keréktárcsa átmérőjét, végül ennek a felét vesszük.

Fecskéfarkhorony:



36. ábra

Az abroncsvastagság mérésére készített mérőkapta a 37. ábrán látható ([16]-13.3 ábra alapján):



37. ábra