

Keréktalpponti erők vizsgálata

Test of wheel tension forces

MOLNÁR Bence¹, KONDOR Péter István²

Neumann János Egyetem, 6000 Kecskemét, Izsáki út 10.

Abstract

The system under test is a car-trailer system where the vehicle and the trailer are connected at a hinge point by a coupling element. Car-trailer systems have poor lateral stability at high speeds due to their dual unit construction. The study analysed trailer sway, which is a common cause of road accidents at the upper limit of the speed limit. It is difficult for drivers to perceive the movement of the trailer as the stimuli are usually based on the reaction of the passenger car only. Vehicle manufacturers recommend active safety systems to address this problem, which include active trailer braking or steering.

Keywords: kistler, double line change, vehicle dynamics

Kivonat

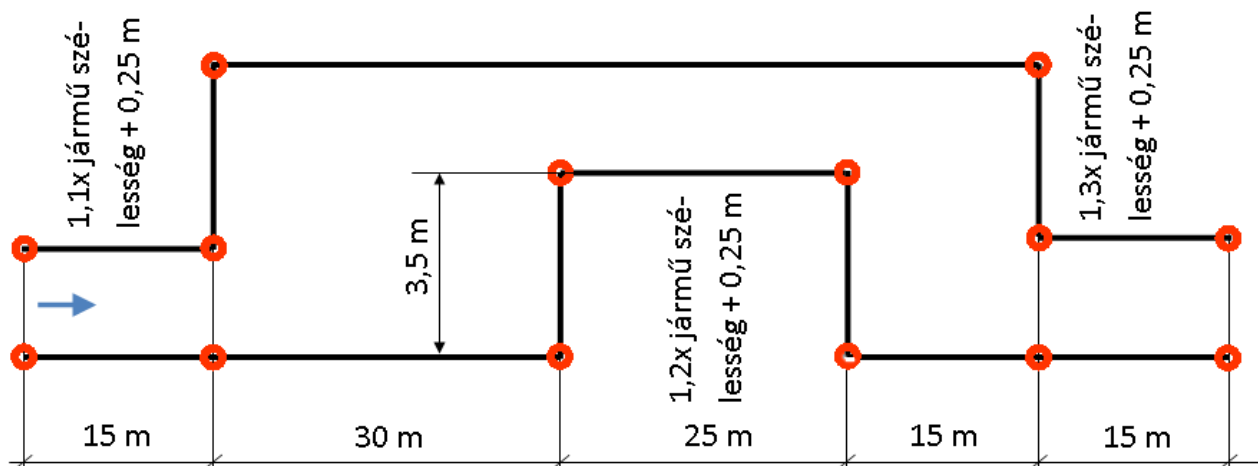
A vizsgált rendszer egy személygépjármű-pótkocsi rendszer, ahol a jármű és a vontatmány egy csuklóponton kapcsolódik össze egy csatlakozó elemmel. A személygépkocsi-pótkocsi rendszerek kettős egységű szerkezete miatt nagy sebességnél gyenge oldalirányú stabilitással rendelkeznek. A vizsgálat során a pótkocsi lengését elemeztem, ami a közúti balesetek gyakori okai közé tartozik a megengedett sebességtartomány felső határán. A sofőrök nehezen érzékelik a pótkocsi mozgását, mivel az ingerek általában csak a személygépkocsi reakcióján alapulnak. A járműgyártók aktív biztonsági rendszereket javasolnak a probléma kezelésére, amelyek magukba foglalják az aktív pótkocsi fékezést vagy a kormányzást.

Kulcsszavak: kistler, kettős sávváltás, menetdinamika

1. JÁRMŪDINAMIKAI MÉRÉSI SZABVÁNYOK

1.1. Kettős sávváltás

A kettős sávváltást az ISO 3888:1-2018 nemzetközi szabvány írja le, amely az autóiparban alkalmazott tesztek egyike. Konkrétan ez a szabvány a gépjárművek szigorú sávváltási manővereinek tesztelésére vonatkozik. A szabvány célja, hogy a gépjárművek teljesítményét és menetdinamikáját értékelje sávváltási helyzetekben, amelyeket az autók vezetői a valós közúti körülmények között is tapasztalhatnak. [2] A kettős sávváltás egy fontos járműdinamikai teszt, amelyet gyakran használnak az autók és más járművek menetstabilitásának és kormányzásának értékelésére. A teszt célja, hogy ellenőrizze a jármű dinamikus viselkedését, különösen az olyan szituációkban, amikor hirtelen és intenzív sávváltásra van szükség, például egy veszélyes előzési manőver során, vagy egy váratlan akadály elkerülése közben. Az elvégzett mérések során a személygépjárművet egy vontatmánnyal egészítettem ki, amire különböző tömegű terheléseket helyeztem el. [5] A kettős sávváltás teszt során a vontató járműnek és vontatmányának egy gyors, egymás után következő sávváltást kell végrehajtania a szabványban meghatározott és megjelölt pálya szakaszon. A teszt során méri az autó viselkedését, például a sebességváltozást, a kormányzási reakciókat és az oldalsó elmozdulást. A mérés során a jármű hátsó tengelyének vizsgálatára fókuszáltam és vizsgáltam, hogy milyen hatással van a vontatmányon a különböző tömegek elhelyezésének. A méréshez szükséges paramétereket meghatározó pályarajz a következő 1. ábrán látható.



1. ábra. ISO TR 3888:1-2018 pályarajz

2. MÉRÉS MÓDSZEREK ÉS KÖRNYEZETE

2.1. Méréshez használt eszközök

A méréshez a következő 1. táblázatban található eszközöket használtam.

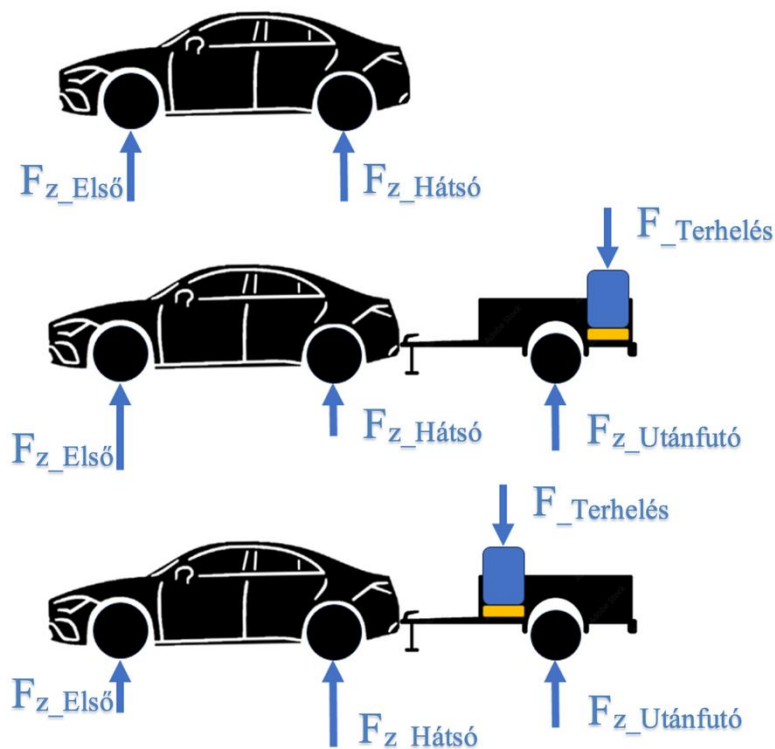
Méréshez használt eszközök

1. táblázat

Megnevezés	Darabszám	Megnevezés	Darabszám
Mercedes-Benz CLA250 (W117) vontató típusú jármű	1 db	EUR raklap	1 db
Kalydi-1 vontatmány típusú utánfutó	1 db	160L vizesballon	2 db
Kistler Roadyn S625 erő-transzducer kerék	4 db	20L vizesballon	4 db
MOTEC I2 Pro szoftver	1 db	10L vizesballon	13 db

2.2. Terhelések elhelyezése

A terheléseket különböző térfogatú és darabszámú vizesballonokból készítettem el. A terheléseket és azok elhelyezését, illetve a normálerők jelöléseit a következő 2. ábra szimbolizálja. Fontos megjegyezni, hogy az optimális terhelési eloszlás függ az adott jármű típusától, méretétől és tervezésétől. A gépjármű gyártók általában ajánlásokat adnak a megfelelő terhelési eloszlásra és fontos, hogy ezeket a javaslatokat kövessük a biztonságos és stabil vezetés érdekében. A terhelés egyensúlyának megőrzése kulcsfontosságú a jármű stabilitásának és vezethetőségének fenntartásához [1].

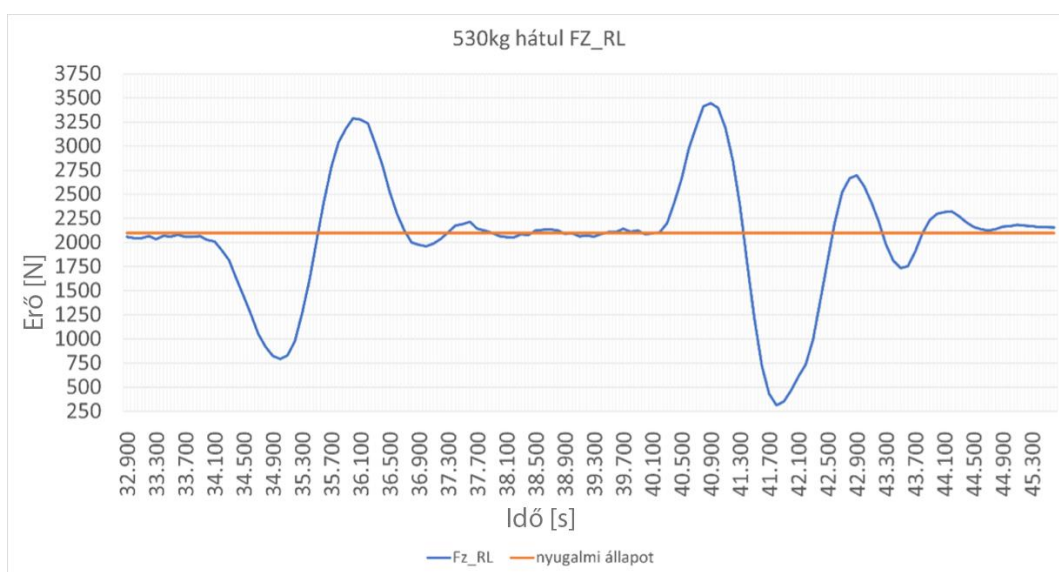


2. ábra. Terhelések elhelyezése

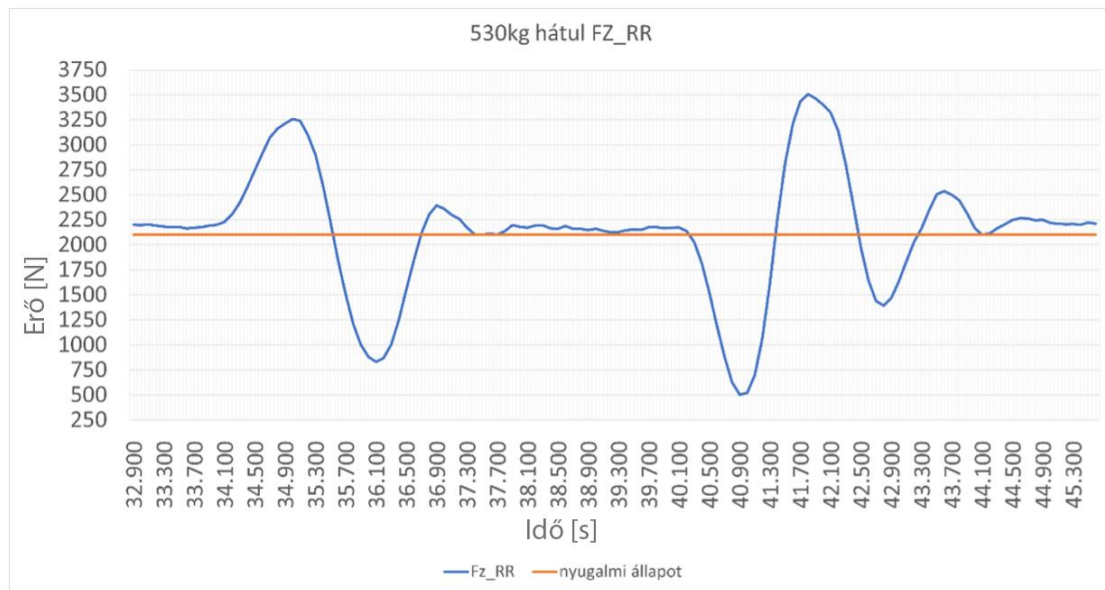
3. MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉS ÖSSZEHASONLÍTÁS

3.1. Mért adatok feldolgozása

A mérés során minden elhelyezett terhelés esetén három mérést hajtottam végre a fentebb található 3. táblázat szerinti terhelésekkel. A mérések vizsgálatát követően megalkotásra kerültek a normálerő függvények a hátsó tengelyen jobb, illetve bal oldalon. [4] A pályán tapasztaltak alapján összehasonlítottam a legstabilabb és a leginstabilabb eredményeket. Elsőként a leginstabilabb kerül bemutatásra, ahol az utánfutó hátsó részébe került elhelyezésre az 550 kg terhelés. A vontató jármű hátsó kerekeinek bal és jobb oldali normálerő változás függvényei a következő 3. és 4. ábrákon láthatók.

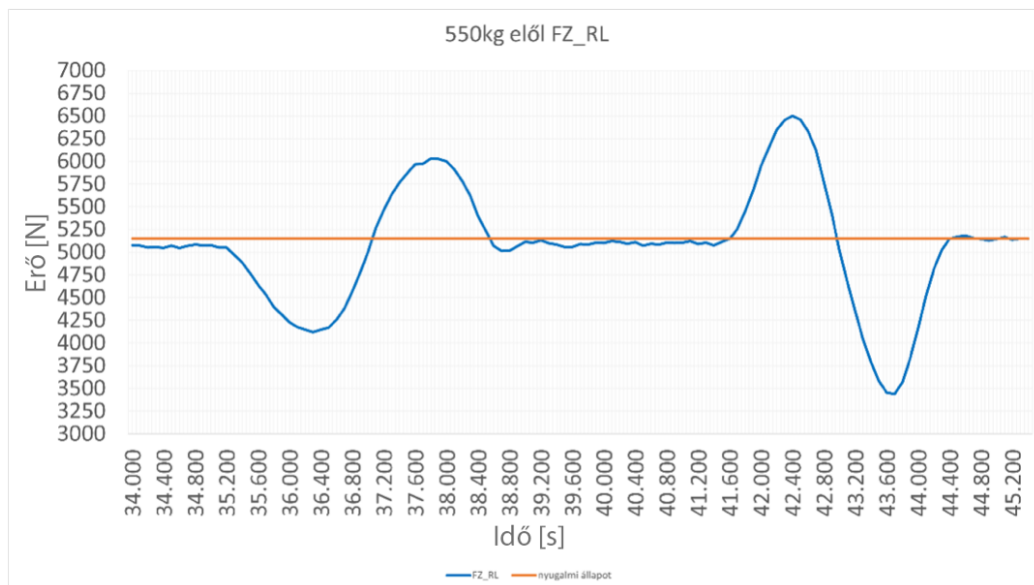


3. ábra. Bal hátsó keréktalpponti normálerő (hátsó terhelés)

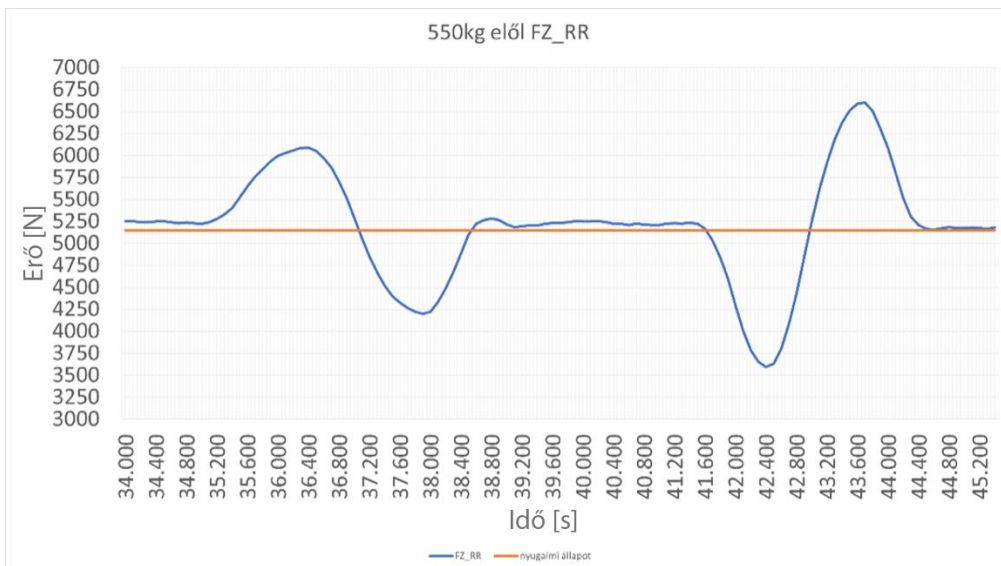


4. ábra. Jobb hátsó kerékalpponti normálerő (hátsó terhelés)

Minden függvényen feltüntetésre kerül a nyugalmi helyzetnek megfelelő erőnek a megjelenítése, ami segíti az ábrák érthetőségét. A nyugalmi állapot szinttől való eltérésből lehet megállapítani a jármű X tengely körüli mozgását. Az X tengely a jármű hosszirányának középső egyenese. A következő szakaszban az utánfutó első részébe került elhelyezésre a terhelés. A bal és jobb oldali kerekek normálerő diagrammjai a következő 5. és 6. ábrán láthatók.



5. ábra. Bal hátsó kerékalpponti normálerő (elülső terhelés)

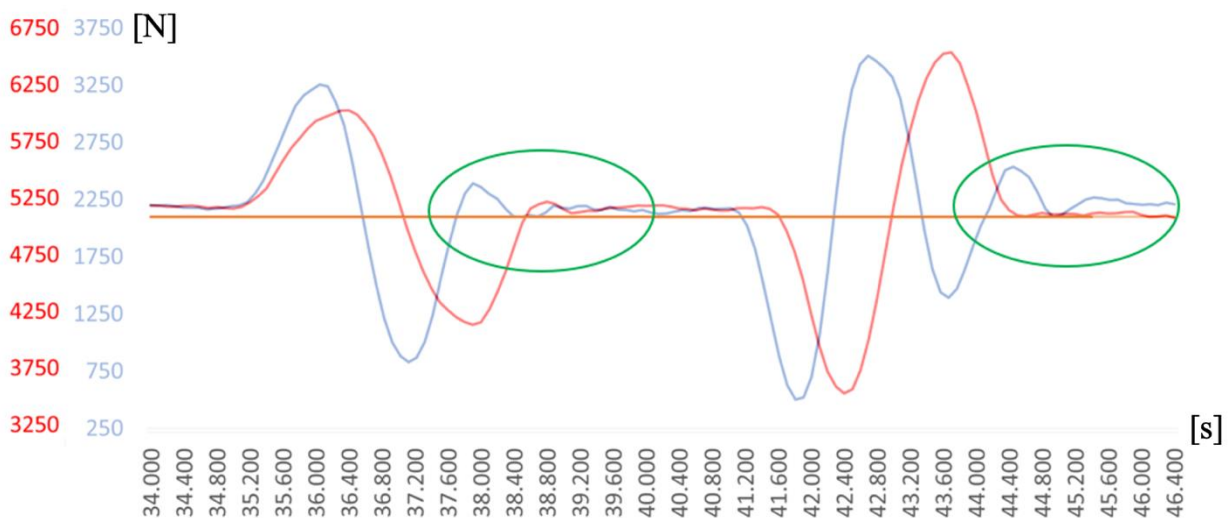


6. ábra. Jobb hátsó keréktalpponti normálerő (előlső terhelés)

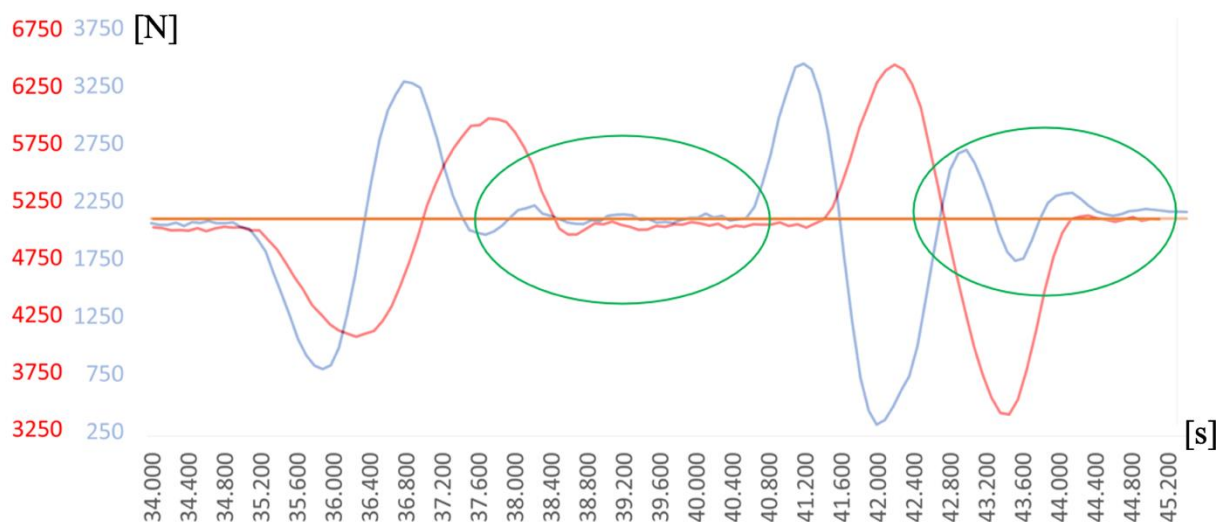
Összehasonlítva az ábrákat jól kivehető, hogy az utánfutó hátsó terhelése esetén létrejött egy paramozgás. Ez a mozgás egy nem kiszámítható mozgásnak a következménye, amikor a vontatott tömeg „berázza” a vontató járművet. Az X tengelyen mért idő szerint a 4. és 6. ábrán 42,5 másodperc után több kiugrást is megfigyelhetünk a függvényképen, ellenben az elől helyezett tömeg esetén a 5. és a 7. ábrán 44,5 másodperc után a pillanatnyi normálerők a nyugalmi állapothoz tartozó értékhez közelítenek [3], [7].

3.2. Kiértékelés

A mérés kiértékeléséhez elengedhetetlen fontosságú egy-egy összehasonlító ábra. Mivel a méréseket manuálisan hajtottam végre, így idő szerint más-más távolságokat tett meg a jármű két kormányozdulat között. A tesztek által mért adatok átlagából készültek a grafikonok, ezzel is korrekciózva az időbeli csúszásokat. A következő összehasonlító ábrákon előbb a bal, majd a jobb hátsó kerék normálerő diagrammjai láthatók. Az 7. és 8. ábrán kék színnel az előlső, míg piros színnel a hátsó terhelés értékei láthatók, illetve a kritikus para mozgásokat zöld színnel jelöltem.



7. ábra. Jobb hátsó keréktalpponti normálerő összehasonlítása



8. ábra. Jobb hátsó keréktalpponti normálerő összehasonlítása

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat során megállapítást nyert a különböző pozícióban elhelyezett tömegek hatása a jármű irányíthatóságára. A mérési adatokból jól kiolvasható, hogy a pótkocsi tengely mögötti terheléskor (hátsó terhelés) a jármű a kis bemeneti sebesség ellenére is beszítált, megcsúszott. Az ábrákon a szítálás/megcsúszás úgy jelenik meg, hogy a nyugalmi helyzethez hozzárendelt állandó vektort pozitív és negatív irányban szinuszosan átlépik a normálirányú erők pillanatnyi komponensei. Az eredmények alapján értékelhető, hogy a jármű mennyire stabilan tudja végrehajtani az ilyen jellegű manővereket, és mennyire képes megőrizni az irányíthatóságát. Az autógyártók ezt és az ehhez hasonló teszteket használják fel arra, hogy járműveik vezetésbiztonságát fejleszteni tudják. A beszítálás jelenség nem csak hirtelen sávváltásnál fordulhat elő, hanem különböző erősségű széllekedéseknél is, melyek balesetekhez vezethetnek. A mérésekből kapott adathalmazt további célok elérésére fogom használni, melyből a későbbiekben különböző szimulációkat szeretnék készíteni és azokat validálni. Az adatok nagy segítséget nyújtanak a mérési környezet felépítésében.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben bemutatott kutatás a 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00052 számú pályázat támogatásával jött létre. A projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által meghirdetett pályázat keretében valósult meg.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Ellis, J. R. (1969). Vehicle Dynamics Business Book Ltd.
- [2] Wong, J. Y. (2022). Theory of ground vehicles. John Wiley & Sons.
- [3] Bakker, E., Nyborg, L., & Pacejka, H. B. (1987). Tyre modelling for use in vehicle dynamics studies. SAE Transactions, 190-204.
- [4] Kurtz Jr Professor, E. F., & Anderson, R. J. (1977). Handling characteristics of car-trailer systems; a state-of-the-art survey. Vehicle System Dynamics, 6(4), 217-243.
- [5] Anderson, R. J., & Kurtz Jr, E. F. (1980). Handling—characteristics simulations of car-trailer systems. SAE Transactions, 2097-2113.
- [6] Hac, A., Fulk, D., & Chen, H. (2008). Stability and control considerations of vehicle-trailer combination. SAE International Journal of Passenger Cars-Mechanical Systems, 1(2008-01-1228), 925-937.
- [7] Akutagawa, K., & Wakao, Y. (2019). Stabilization of Vehicle Dynamics by Tire Digital Control—Tire Disturbance Control Algorithm for an Electric Motor Drive System. World Electric Vehicle Journal, 10(2), 25.