

# VIRTUÁLIS GÉPJÁRMŰVEK ALKALMAZÁSA AUTÓIPARI FEJLESZTÉSEK SORÁN - ÁTTEKINTÉS

## USE OF VIRTUAL VEHICLES IN DEVELOPMENT - OVERVIEW

*Koller Tamás\*, Szabados György\*\**

### ABSTRACT

*This article details the measurement simulation of the emission of modern personal vehicles in real, functional circumstances. The goal is to provide a look into the examination of excess harmful emission, as the legal regulations provide increasingly difficult challenges to vehicle production companies. A variety of methods were applied and evaluated for the execution of these measurements based on the processing of scientific publications. The innovative approach of measurement methods compared to traditional processes, the relocation of examinations to testbeds, lead to the reduction of time requirements for the development phases.*

A cikk a mai modern személygépjárművek valós, üzemeltetési körülmények közötti károsanyag-kibocsátásának mérésének szimulációjával foglalkozik. A cikk célja, hogy betekintést nyújtson a többlet károsanyag-kibocsátás vizsgálatára a személygépjárműveknél, mivel a törvényi előírások folyamatosan nagyobb kihívások elé állítják az autógyártó vállalatokat. A mérés elvégzéséhez különböző metódusok alkalmazása és kiértékelésére került sor a tudományos publikációk feldolgozása alapján. A mérések metódusának inonatív megközelítése az eddig használt eljárásokkal szemben, a vizsgálatok motorfékpadra ültetése, mellyel a fejlesztés fázisainak időszükségletét redukálni lehet.

### 1. BEVEZETÉS

Az autóipari beszállítók körében súlyponti téma a személygépjárművek valós üzemi működésének szimulációja laboratóriumi körülmények között és ennek validációja. 2017. szeptembere óta minden személygépjárműnek meg kell felelnie a károsanyag-kibocsátási előírásoknak valós vezetési körülmények során is laboratóriumi tesztciklusok mellett.[1] Az Euro6d-Temp szabályozások, illetve a WLTC (Worldwide Harmonized Light-duty Test Cycle) és RDE (Real Driving Emission) bevezetése következtében az engedélyezési folyamatok egyre dinamikusabbá válnak és távolódnak az előre

meghatározott sebességprofiloktól a véletlenszerűbb szituációk felé, szélesebb környezeti peremfeltételekkel. [2] Probléma megoldására, hatékony és gazdaságos eszköz a szimulációk alkalmazása, de a közúti tesztek továbbra is fontosak a vezetés fejlesztése szempontjából, valamint nélkülözhetetlen a szimulációs modellek validálására. A közúti tesztek során a változó környezeti hatások megnehezítik a mérések ismételtetését, reprodukálhatóságát. Szimulációk alkalmazásával megjelenik egy új tesztptadi koncepció, amely lehetővé teszi a vezérlőrendszerek alkalmazását egy teljesen integrált virtuális jármű esetén. Ez a koncepció kiegészíti a kialakított fejlesztési folyamatokat, így ez az eljárás egyre inkább előtérbe kerül szemben a közúton végzett mérésekkel.[3] A hatóságok és OEM (Original Equipment Manufacturer) belső revíziós osztályok nagy hangsúlyt fektetnek a folyamatbiztonságra és a folyamatok visszakövethetőségére. Fontos dokumentumok, eredmények és metainformációk évekig megőrzésre kerülnek azért, hogy az OEM-ek bizonyítani tudják az engedélyezési eredmények teljesülését. Ez sokkal összetettebb fejlesztési folyamatokat követel, hiszen folyamatosan újabb és szigorúbb tesztelési, vizsgálati terjedelmet írnak elő. Ezért növekszik az igény az új és intelligens kalibrációs eszközökre és ez nagyobb tesztptad kihasználást eredményez. A kiválasztott fejlesztési környezetben a szimulációk és tesztptadok kombinációja kerülnek előtérbe, mivel mindkettő reprodukálható, automatizálható és szélesebb körben lehet velük kísérletezni.[2] A virtuális fejlesztési eszközöket egyre gyakrabban használják az új hajtási rendszerek fejlesztésénél. Ahogy a projekt fázisai haladnak előre, a virtuális tesztek kiegészülnek vagy lecserélődnek valós komponensekkel. Különösen a növekvő számú különböző jármű és hajtási rendszer variációk miatt, a korai fázisokban történő szimulációs megközelítés szükségessé válik a termék fejlesztése során.[4] A CO<sub>2</sub> és a szennyezőanyagok kibocsátásának csökkentésére való törekvésnél magába kell foglalnia azt a három fenntarthatósági kritériumot, amelyek a jármű előállítás, energia hordozása és a jármű működtetése során keletkezik. Ezeket az aspektusokat szükséges figyelembe venni, amikor a jármű egész

\* PhD hallgató, Széchenyi István Egyetem. – correspondig author

\*\* adjunktus, Széchenyi István Egyetem - témavezető

hajtásrendszerének elemzése és optimalizálása történik. [3]

## 2. MÓDSZERTAN

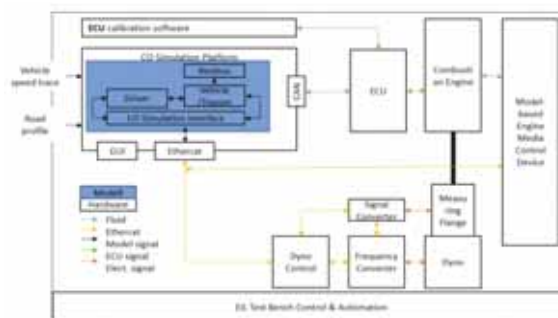
Az utóbbi években a belső égésű motorok és a járművek applikációs, kalibrálási munkái jelentősen megnövekedtek a szigorodó károsanyag-kibocsátás követelményei miatt. Az XIL (X-in-the-loop) általános virtualizációs megközelítés a jármű tesztekre vonatkozóan, a virtualizáció különböző szintjei lehetővé teszik a hardverkomponensek leképezését a szimulációs modell segítségével, így a valódi komponens nélkül lehetővé válik a tesztelés végrehajtása. Ezáltal a különböző kalibrálások végrehajthatóak és a fejlesztési folyamatok idejének redukálása megvalósítható. A motor a szabályozási körben (EIL – Engine in the loop) elnevezésű vizsgálati felépítésben olyan hatékony környezetet biztosítanak ahol a fizikai és kémiai folyamatok modellezhetőek, így ezáltal a mérések pontos ismételhetsége lehetővé válik. Az alábbi ábra (1. ábra) mutatja be, hogy a fejlesztési folyamatoknál a szimulációk alkalmazásával hogyan alakul a fizikai elemek meglétének szükséglete a tesztek során. [4]



1. ábra Motorfékpad vizsgálatok szimulációs szintjeinek áttekintése a fejlesztések során (saját szerkesztés) [4]

A MIL (Modell in the loop) rövidítés alatt a teljesen virtuális jármű tesztelése történik, itt egyáltalán nincsenek fizikai eszközök a virtuális vizsgálat során. Analízis végrehajtása során a motorvezérlő elektronika (Elektronic Control Unit, ECU), a motor (Engine), a sebességváltó vezérlő egység (Traction Control Unit, TCU), hajtáslánc, vezető, pálya és a környezet kerül részletes vizsgálatra. A HIL (Hardware in the loop) folyamatnál a motorvezérlő egységgel, EIL-nél (Engine in the loop) motorvezérlővel és a motorral valós fizikai elemekkel egészülnek ki a tesztek. A tesztelés további szakaszaiban az 1. ábra alapján cserélődnek le valós komponensekkel, míg végül egy teljesen valós berendezéseken elvégzett vizsgálat kerül végrehajtásra. A hagyományos motor fékpadhoz képest az EIL próbapadot további rendszerek és kommunikációs interfészek egészítik ki, ami a 2. ábrán látható. A szimulációs platform biztosítja a különféle modelleket és azok alapján a vezérlőrendszer értékei kerülnek módosításra. Az úgynevezett EtherCAT-hálózat (Ethernet for Control Automation Technology) biztosítja a gyors kommunikációs összeköttetést a teszt futtatása során és a működteti az elemek között az alapjelek azonnali kiszámítását. A vezérlő számos biztonsági mechanizmust is figyel a vizsgált tárgy és a próbapad védelme miatt. A motorvezérlő és a

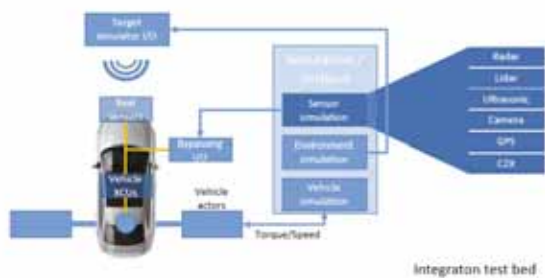
szimulációs modellek összekapcsolása egy zárt hurkú környezettel, a gázpedál állásának helyzetével, valamint a motorvezérlő vezérlése a modell által történik. Azért hogy a méréseket pontosan meg tudják ismételni, mérésenként azonos jeleket küldenek a motorvezérlő felé a CAN-hálózaton keresztül, amiket az ezt megelőző mérés vagy szimuláció által került meghatározásra. A legfontosabb ilyen jelek a sebességváltó adatai a jármű sebessége mellett például a sebességváltó nyomatékának beavatkozása. A motor működésének fékpadú járatása során bizonyos jeleket generálni szükséges, azért hogy azt járatni lehessen. A restbusz-szimuláció segítségével hozzuk létre a maradék szükséges jeleket a motorvezérlő számára és ez a szimulációs platformon található. A maradék jelek előállításának fontossága abból fakad, hogy a motorvezérlő számára szükséges adatok ami a fékpadú járatás során nem képződik, leképezésre kerüljön. Az EIL tesztpad harmadik nagy része a motor kondicionáló rendszerei, ennek a vezérlőparaméterei ugyanabból az EtherCAT-hálózatról származnak. A környezeti feltételek mellett elengedhetetlen az EIL módszer teljes potenciáljának feltárása. [4]



2. ábra Engine in the Loop elvi ábra (saját szerkesztés) [4]

A fejlett vezérlési asszisztens rendszerek (Advanced Driver Assistant Systems - ADAS) virtuális alkalmazása, tesztelése a görgős fékpad és a már meglévő hajtáslánc között mára már egy elérhető megoldás az autóiparban. Az eljárásnál lehetővé válik a kamera, radar, ultrahangos és lézeralapú tárgyérzékelés szenzoros szimuláció különböző területeken lévő alkalmazása. Így az alkalmazott algoritmust az életszerű szituációknál használva lehetővé válik a rendszerintegrációs tesztelésnél megvizsgálni a hajtáslánci hatásokat. A 2020–2030 közötti kibocsátási és szén-dioxid-kibocsátási célok eléréséhez kulcsfontosságú az összes hajtómű-alrendszer optimalizált kölcsönhatásának figyelembe vétele. A jármű érzékelői, valamint a valós idejű térkép és a felhőadatok közvetlenül felhasználhatóak a hajtáslánc szimulációjára. A görgős fékpad és a virtuális tesztvezetés házasítás módszerének kidolgozása nélkülözhetetlen a teljesen virtuális modell validálásának elvégzéséhez. A fejlett információ technikát alkalmazva lehetőség nyílik a járműnek

energiát és a vezetőnek időt megtakarítani, ezért egy olyan inonatív megoldás után kutattak, ahol kiszámíthatóvá válik a közlekedési morál a befolyásoló tényezők ismeretében, amiket összegyűjtve és elemezve fel tudnak használni. Ilyen lehet például a közlekedési lámpák figyelembe vétele a tervezett útszakaszoknál. Ezen eljárást kidolgozása során három fejlesztői szintet határoztak meg: A *mikroszkópikus horizontnál* a jármű potenciális pályának tervezési horizontja a legfontosabb, ide tartozik a járműbiztonság és a vezetői asszisztens (ADAS) mint kényelmi funkciók és a félig autonóm eszközök. A *mezoszkópos tervezési horizontnál* a járművezetőt a járműbe szerelt fizikai érzékelők által feldolgozott adatok segítik. A *makroszkópikus tervezési horizont* a jármű hőkezelő és utókezelő működésének optimális működését segítik elő. A 3. ábrán látható az integrált fékpad tesztkörnyezete, ami rendkívül hatékony és eredményes eszköznek ígérkezik az autóiipari kihívások és megatrendek kezelésére. Ebben a környezetben a vizsgált fizikai egységek vannak felszerelve, mint például a hajtómű, kormányrendszer és az érzékelők. Ezek a területek összekapcsolása újdonságnak számít az autóiiparban és ez a megoldás elősegíti az együttműködési hatékonyságot a különböző fejlesztő csapatok közt valamint javul a döntéshozatal pontossága és a költségek ára a járműfejlesztés során. Járműszimulációs szoftver alkalmazása során a vezetői stílus, útszakasz, közlekedési viszonyok és a jármű kerül leképezésre, ami virtuális tesztkörnyezetet tartalmaz. A valós és virtuális komponensek vegyes valóságú prototípust hoznak létre, ami lehetővé teszi a virtuális teszthez vezető út során a valóság hű modellezést. A valóság modelljét virtuális teszthez vezetéssel lehet elérni. [3]



3. ábra Az integrált görgős járműfékpad működésének leírásának vázlatja (saját szerkesztés) [3]

Jármű tesztpadon (görgős járművizsgáló próbapadon) a ViL (Vehicle-In-Loop) módszerrel egy határos és rugalmas laboratóriumi tesztkörnyezetben a vezetési manőverek kerültek vizsgálatra. Az integrált valós járműnek a korszerű aktuátorai, irányítási algoritmusai és szimulációs modelljei felhasználásával. A vizsgált járműnél a tesztelési ciklusban a mérőpadon egyesítették a hardveres tesztek (Hardware-in-Loop - HIL) előnyeit, mivel ezen megoldással a vizsgálatok a közúton végzett mérésekkel szemben rugalmasabban módosíthatóak és reprodukálhatóak. A magas

integráltsági szintnek köszönhetően kevesebb interfészre és aktuátorra van szükség. A magas dinamikájú kerék és kormányzási aktuátorok újszerű felhasználása lehetővé teszi a hosszanti- és keresztirányú manőverek valóságoszerű tesztelését.[5]

Az automatikus vezetési funkciók biztosítása (ADAS) és annak validálása komoly kihívást jelent a piacra vezetés szempontjából, mivel a lehetőségek és a környezeti paraméter kombinációjának mennyisége hatalmas. Az eddig alkalmazott valós tesztekkel szemben az automatikus vezetés új kihívásaival már nem megvalósítható, így a tesztelési metódusok virtualizációja kerül középpontba. Az XiL validálási eljárás feltérképezése egyben az automatikus vezetési folyamatok virtuális validálására is alkalmazható és a járműfékpadon végzett teszt esetek bővítésére ad lehetőséget, melynél az integrált jármű közvetlen tesztelhető laboratóriumi környezetben. Ehhez először a releváns szituációk felismerését és kiválasztását szolgáló módszertan kidolgozása szükséges, mert a legtöbb szabályozásnál az előírt teszt eseteket nem kellő részletességgel voltak meghatározva. A szoftver alkalmazása során a legnagyobb előny, hogy nagy mennyiségű teszt esetek végrehajtására van lehetőség a valós idejű állapotoktól függetlenül. Ezzel szemben a részletes analízis nagyobb megbízhatóságú környezetet igényel.[6]

### 3. EREDMÉNYEK

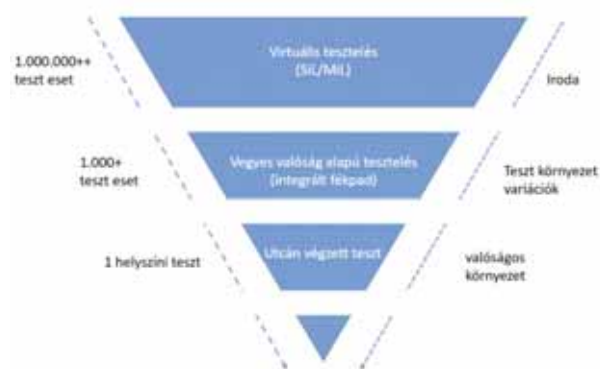
Dízelmotorral hajtott személygépjármű esetében készült tanulmány során egy kiválasztott útvonalon mérték az RDE követelményeknek való teljesülését és az előírt közúton végzett károsanyag-kibocsátás ciklusok mérései azt támasztották alá, hogy a vizsgálati út városi szakaszain a legnagyobb mennyiségű a nitrogén-oxid és nitrogén-dioxid kibocsátásának az értéke. Az alacsonyabb sebességgel, többszöri gyorsulással, illetve lassulással járó közlekedés nagyobb nitrogén-oxid-kibocsátást eredményez, mint az állandó nagy sebességgel való közlekedés. Bebizonyosodott, hogy a szennyezőanyag-kibocsátás arányainak különbsége 10% és 45% között mozog [7]. A közúton történő elemzésekből arra a következtetésre is jutottak, hogy az agresszív vezetés jelentősen növeli a NO<sub>x</sub>-kibocsátás monoton tendenciáját. A dombos utakon a pillanatnyi NO<sub>x</sub>-értékek jelentősen alacsonyok voltak összehasonlítva a normál és az agresszív vezetési stílusokkal. A NO<sub>x</sub>-értékek többnyire 0,005-0,05 g/s tartományban mozogtak, míg a sík utakon ugyanazon vezetési stílus mellett ez az érték 0,03 g/s-nál kevesebb volt. Az útvonal a jármű kinematikájától eltérő tényezők befolyásolására utal, mint például az út lejtése. Az összehasonlításnál a vezetési stílusok alapján arra lehet következtetni, hogy a dombos útvonalról származó adatok szélesebb körű eloszlást mutatnak, mint a sík úton történő vezetési stílusnál. Az energiaértékek

változásai a különböző vezetési stílusok között is megfigyelhetők. Az óvatos vezetési stíusból származó pillanatnyi energiaszint jóval 40 kJ/s alatt van sík úton, mivel a dombos úton az adatok 40 kJ/s feletti eloszlása jelzi az út lejtésének jelentős hatását a jármű pillanatnyi energiaszintjére. Ez a viselkedés jobban megkülönböztethető a normál hajtásoknál. [8]

A fenti vizsgálatok a közúton történő mérés (PEMS) során állapították meg, ennek pontos megisméltése ugyanolyan feltételek mellett nem lehetséges. A mérések megisméltelhetőségének fontossága miatt alkalmazzák a szimulációs eljárásokat, mellyel a fékpad vezérlését irányítani tudják.

Mára a tervezés során a 4. ábrán látható új integrációs folyamat került kialakításra. A fejlesztési területek nem voltak összekapcsolva, az adatbázisok fejlett alkalmazása révén lehetővé válik egy fejlesztési platformon a különböző kombinációk közt az összefüggéseket elemezni és így tovább haladva a döntéshozatalok pontosságát tudják javítani, így ezáltal a költségek csökkenése érhető el. A hatékony átfogó tesztelési stratégia alkalmazása során egyidőben több teszt is elvégezhető. Lehetővé válik a szenzormodellek beállításainak részletes, a valóságban időigényes tesztek modellezése és a kapott legjobb eredményeket már közvetlen ki lehet próbálni a valós jármű esetén. Ezt a tesztelést a tartományok szétválasztásával érték el, ami az 4. ábrán látható.

Első körben nagyszámú ~1 millió darab virtuális tesztet készítettek elő, ami a felhő alapú virtuális térben futtattak, majd a vegyes valóságú tesztpad környezetére csupán ~1000 darab és végül egy teljesen fizikai tesztre került sor, melyet teljes egészében a valós környezetben tudtak végrehajtani. Itt fontos megjegyezni, hogy a nagyságrendek erősen eltérnek egymástól és a virtuális térben gyorsabban lehetséges egy teszt elvégzése.



4. ábra Fejlesztési folyamat előre haladásával a tesztek típusainak bemutatása (saját szerkesztés) [3]

A fejlesztési folyamat határfokának növelése érdekében a validációs és homologizációs tevékenységeknél járműszimuláció alkalmazására került sor a tesztmérések alapjául. Emellett vannak olyan speciális esetek (pl. vészesetek) melyeket már csak virtuális

módon kerülnek tesztelésre, mivel nagy kockázat vagy gazdasági vonzattal járna a korábban alkalmazott eljárásához képest. [6] A virtuális tesztvezetés ezzel a szimulációs megoldással kiegészítve a meglévő hajtáslánc tesztjének berendezése meg fog felelni a jelenlegi tesztelési metódus fejlesztési követelményeinek. [3] A jövőben egy radar implementációjának fejlesztésében terveznek előrelépéseket, mely elősegíti a teljes realisztikus vezetői asszisztens tesztelését, úgy mint az autonom sávfigyelőt (Autonom Emergency Brake, AEB) és a sávfigyelő asszisztens (Lane Keeping Aid., LKA). [5] Az ADAS/AD funkciók validálása nem hajtható végre kizárólag teszt pályán, ezért szimuláció segítségével új megközelítésekre van szükség a járműfékpad méréseknél. Ez az innováció egy új metódus kidolgozását eredményezte, így a ciklus kiválasztása, végrehajtása és a kulcsfontosságú teljesítményindikátorok számításának módja meghatározásra kerültek. [6]

#### 4. KONKLÚZIÓ

Automatizált vezetési funkciók biztosítása és homologizálása óriási kihívást jelent a termék a piacra jutása során, mivel hatalmas számú forgatókönyv, környezeti és a paraméterek kombinációi állnak rendelkezésre. A hagyományos valós tesztekkel szembe az új kihívásokkal az automatizált vezetés már nem megvalósítható, és a tesztelési módszerek virtualizálásának szükségességéhez vezet. Új módszer bevezetése során az érvényesítéshez XiL megközelítések használatosak, amelyek virtuálisan is használhatók az automatizált vezetési funkciók tesztelésénél. Az ADAS / AD funkciók ellenőrzését nem lehet végrehajtani kizárólag valóság alapú vizsgálatokkal, erre a feladatra új megközelítések a teszt példányok felhasználásával, szimuláció és az úgynevezett jármű a hurokban (ViL) szükséges. A leghatékonyabb validálást és / vagy homologizálást azok fogják tudni alkalmazni, akik a legjobb kombinációt tudják előállítani. Mivel a legtöbb szabályozás meglehetősen pontatlanul határozza meg a vizsgálati eseteket, a forgatókönyv kiválasztása és az értelmezés közötti kapcsolatot részletesen kell vizsgálni. Szimuláció egyik nagy előnye a kísérletek gyors elvégzésére mivel nagy mennyiségű teszt esetet és forgatókönyvet lehet vele produkálni töredék idő alatt a valóságban történő teszteléssel szemben. A cikk az integrált járművel végzett vizsgálatokat ismerteti laboratóriumi körülmények között. Változó érvényesítési és homologizációs tevékenységek a szimuláció és a fékpad együttes alkalmazása növeli a hatékonyságot az egész folyamatban. Csak a végleges jóváhagyás után a dedikált a tesztet kell validálni teljesen valós körülmények között. [6]

A teszteknek kockázat nélkül minden jármű esetén reprodukálhatóak kell lenniük, ami megkönnyíti a fejlesztést és a csatlakoztatott segítségnyújtási rendszer validálását. Új termékfejlesztés során a szimulációk alkalmazásával a tesztelés során felmerülő költségek csökkentését segíti elő, hiszen nem kell az összes járművariánst legyártani ahhoz, hogy validált eredményeket kapjanak.[3] Kimutatták, hogy a jármű tesztpadon a keresztirányú manőverek az elektronikus stabilitási szabályozás realisztikus teljesítménye mellett a járműdinamika határáig végrehajthatóak valamint az automatikus vezetési funkciók tesztelése céljából a fejlett vezetői asszisztens (ADAS) és a környezet érzékeléséhez szükséges szenzor interfészei implementálva lettek. [5]

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

A folyamatok, eszközök és eszközláncok validációja és homologizációja elengedhetetlen. A folyamatokat folyamatosan ill. párhuzamosan kell fejleszteni, kiértékelni és finomítani. Az eszközláncokat használatuk előtt szükséges validálni, hogy a megbízhatóságukat alá lehessen támasztani. Azonban az automatizált vezetési funkciók homologizációjára még nincsenek szabályozások, emiatt újabb kihívásokat jelent a járműipar és a hatóságok számára. Ebből adódóan fontos, hogy az előírandó szabályozásokat közös megközelítéssel fejlesszék ki. [6]

## 5. SUMMARY

*The validation and homologation of processes, tools and toolchains is indispensable. The processes need to be developed, evaluated and refined continuously and concurrently. The toolchains need to be validated before usage, so their reliability can be reaffirmed. However, there are no regulations regarding the homologation of automated driving functions yet, as such it means new challenges for both the automotive industry and the authorities. Because of this, it is important to develop these new regulations with a united approach. [6]*

## 6. IRODALOM

[1] J. M. Luján, V. Bermúdez, V. Dolz, J. Monsalve-Serrano: An assessment of the real-world driving gaseous emissions from a Euro 6 light-duty diesel vehicle using a portable emissions measurement system (PEMS), Atmospheric Environment {174}2018,pp.112-121.

[2] S. Bauer, Prof. C. Beidl – Technical University Darmstadt; Dr. K. Laubis – AVL Deutschland GmbH; Dr. N. Keuth – AVL List GmbH, RDE Evaluation by Efficient Fleet Data Management and Advanced

Analytics, 8th International Symposium on Development Methodology

[3] Connected Testing of ADAS and Powertrain Functions on Integration Test Beds - Dr. Felix Pfister – IPG Automotive GmbH, 8th International Symposium on Development Methodology

[4] Engine-in-the-Loop: A Method for Efficient Calibration and Virtual Testing of Advanced Diesel Powertrains, Tom Jung, Matthias Kötter, Joschka Schaub, Carole Quérel, Silja Thewes, Hassen Hadj-amor, Marcel Picard, Sung-Yong Lee, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019 J. Liebl (Hrsg.), Simulation und Test 2018, Proceedings, [https://doi.org/10.1007/978-3-658-25294-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-658-25294-6_12)

[5] - M.Sc. André Hartwecker, M.Sc. Osama Al-Saidi, Prof. Steffen Müller – Technische Universität Berlin, Steering at the Powertrain Test Bench – A New Validation Method for Highly Automated Systems up to the Limits of Vehicle Dynamics, 8th International Symposium on Development Methodology

[6] Christian Gnandt - TÜV SÜD Auto Service GmbH, Dr. Tobias Düser - AVL Deutschland GmbH Homologation and Validation of Automated Driving Functions – It's all about an efficient method and process, 8th International Symposium on Development Methodology

[7] S. Prakash, T. A. Bodisco: An investigation into the effect of road gradient and driving style on NOX emissions from a diesel vehicle driven on urban roads, Transportation Research Part D: Transport and Environment {72}2019,pp.220-231.

[8] G. Triantafyllopoulos, D. Katsaounis, D. Karamitros, L. Ntziachristos, Z. Samaras: Experimental assessment of the potential to decrease diesel NOx emissions beyond minimum requirements for Euro 6 Real Drive Emissions (RDE) compliance, Science of The Total Environment {618}2018,pp.1400-1407.





# CONTENTS

<i>Dr. Bihari János, Filpekó Máté, Szőnyi Szabolcs:</i> <i>DEVELOPMENT OF A SPECIAL GEARBOX</i> .....	5	<i>Sipkás Vivien, Vadászné Bognár Gabriella Prof. Dr.:</i> <i>EVALUATION OF FAILURE DATA OF MICRO SWITCHES</i> .....	57
<i>Darabos Anita:</i> <i>OUR PACKED WORLD</i> .....	11	<i>Dr. Szakál Zoltán, Dr. Kári-Horváth Attila, Tóttösi Ákos, Dr. Kátai László:</i> <i>INVESTIGATION OF COLORED MATERIALS PRODUCED BY 3D METAL PRINTING FROM A MIXTURE OF DIFFERENT METAL ALLOYS</i> .....	61
<i>Dóczy Martin Olivér, Dr. Sződy Róbert, Dr. Zwierczyk Péter Tamás:</i> <i>FINITE ELEMENT MODELING OF THE CHANGING OF BONE GRAFTS USING HYPERMESH-CALCULIX INTERFACE</i> .....	15	<i>Szalai Judit, Takács Ágnes:</i> <i>THE VIKOR ALGORITHM IN MATERIAL DECISION SUPPORT</i> .....	65
<i>Dóka Tamás, Dr. Horák Péter:</i> <i>STEERING MECHANISM OPTIMIZATION USING GENERATIVE DESIGN TOOLS</i> .....	19	<i>Takács Ágnes:</i> <i>DIFFERENT LEVELS OF CONCEPT IN MECHANICAL ENGINEERING DESIGN</i> .....	69
<i>Fazekas Bálint, Goda Tibor:</i> <i>A CONSTITUTIVE MODEL TO DESCRIBE THE COMPLEX BEHAVIOUR OF CARBON BLACK FILLED RUBBER</i> .....	25	<i>Tomin Márton, Kmetty Ákos:</i> <i>DEVELOPMENT OF FALLING WEIGHT MEASUREMENT LAYOUT FOR DYNAMIC MECHANICAL TESTING OF POLYMER FOAMS</i> .....	73
<i>Ficzere Péter, Nassim Markiz, Horváth Eszter:</i> <i>INFLUENCE OF PRINTING DIRECTION ON 3D PRINTED ABS</i> .....	29	<i>Dr. Várszegi Tibor, Miskei István:</i> <i>TESTING OF PIGGABLE ISOLATION DEVICE (PLUG) FOR GAS AND OIL PIPELINES</i> .....	77
<i>Dr. Ficzere Péter, Lukács Norbert László:</i> <i>EXAMINATION OF POSSIBILITIES FOR MODIFICATION OF STRENGTH DEPENDS ON INFILL PARAMETERS IN CASE OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES</i> .....	33	<i>Dr. Várszegi Tibor, Simon J. Gergely, Valu Gyula:</i> <i>SYSTEM INTEGRATION TESTING OF PIGGABLE GAS AND PETROLEUM PIPE ISOLATION DEVICE (PLUG)</i> .....	81
<i>Jónás Szabolcs, Dóczy Balázs, Dr. Kovács Attila:</i> <i>KNORR-BREMSE DESIGN CHALLENGE 2020 – THE POSSIBILITIES, FIRST STEPS OF IMPLEMENTATION AND EXPERIENCES OF OPEN INNOVATION</i> .....	37	<i>Horváth Richárd, Lukács Judit:</i> <i>ESTIMATION OF TOPOGRAPHIC PARAMETERS OF CUT SURFACE BY SOFT COMPUTING TECHNIQUE</i> .....	85
<i>Dr. Lovas László:</i> <i>SELF-LOOSENING OF TRUCK WHEEL BOLTS</i> .....	43	<i>Dr. Markovits Tamás, Dr. Borbás Lajos:</i> <i>TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF LASER HARDENING AND CLADDING FOR STRUCTURAL STEELS</i> .....	91
<i>Talal Alsardia, Dr. László Lovas:</i> <i>ON MEASURING OF BOLT SELF-LOOSENING</i> .....	47	<i>Koller Tamás, Szabados György:</i> <i>USE OF VIRTUAL VEHICLES IN DEVELOPMENT – OVERVIEW</i> .....	98
<i>Lukács Judit:</i> <i>FUZZY BASED PREDICTION METHOD FOR INTERIOR SOUND QUALITY</i> .....	51		



# GÉP

## INFORMATIVE JOURNAL

for Technics, Enterprises, Investments, Sales, Research-Development, Market of the Scientific Society of  
Mechanical Engineering

Dr. Döbröczöni Ádám

**President of Editorial Board**

Vesza József

**General Editor**

Dr. Jármái Károly

Dr. Péter József

Dr. Szabó Szilárd

**Deputy**

Dr. Barkóczi István

Bányai Zoltán

Dr. Beke János

Dr. Bercsey Tibor

Dr. Bukoveczky György

Dr. Czitán Gábor

Dr. Danyi József

Dr. Dudás Illés

Dr. Gáti József

Dr. Horváth Sándor

Dr. Illés Béla

Kármán Antal

Dr. Kalmár Ferenc

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Pálinkás István

Dr. Patkó Gyula

Dr. Péter László

Dr. Penninger Antal

Dr. Szabó István

Dr. Szántó Jenő

Dr. Szűcs Edit

Dr. Tímár Imre

Dr. Tóth László

Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Dr. Zobory István

**DEAR READER,**

On 22-24<sup>th</sup> August 1973 a number of 234, mainly top designer members of 110 firms and institutes dealt with the industrial design and its organisation. The idea of the conference was born in the summer of 1972 during the national secretariat meeting of the Scientific Society for Mechanical Engineering (GTE) that was arranged by the GTE committee of the University of Miskolc, with the collaboration of professor Dr. Zénó Terplán, Dr. József Magyar, Dr. Rezső Száday and the workmates of the Department of Machine Elements, University of Miskolc. The conference was opened by professor Dr. Jenő Varga, former chief designer of the GANZ factory, highlighting that *this was the very first occasion of such a meeting in Hungary*. He called the attention of the participants to the *evaluation of the design*, considering the mainly West German papers *dealing with design methodology*, published during the last years. The authors of all the 15 papers of the conference proceedings argued for a design work that framed into a consolidated system, fruitful and effective. After the event of the Discussion of Chief Designers in 1975 the conference title was transformed into *National Seminary of Machine Designers* in 1977.

Previously to the 1990-es changes, similarly to the earlier events in mood, was the 6<sup>th</sup> National Seminary of Machine Designers in 1985, held in Miskolc-Tapolca. The 43 presentations, all in printed form, too, were followed by 210 participants, arrived from the industry, research institutes and higher education. At the opening ceremony, professor Dr. József Drobni *talked about the design of energy-efficient, reliable and aesthetic machines that are competitive not only abroad but also inland*, and called the attention to challenges ahead. The bankruptcy of state-owned companies and research institutes influenced the VII. National Seminary of Designers. The conference was organized at the University of Miskolc and the presentations were held by university lecturers, professors and researchers for colleagues from the higher education and some industrial expert, with unchanged effort.

During the last decade of the 20<sup>th</sup> century the Hungarian industry was transformed radically, the producer changed places with the consumer, the underestimated consumer goods became equal to the machines and means of production, the dictionary of machine designers was completed by the word "product". The designers have understood the meaning of the product: everything which are interested in, e.g. Conference of Machine Designers, or on which the interest can be aroused, e.g. Conference of Machine and Product Designers. The organizers of the conference also understood the needs of the entrant generations, *the kind participation in regular professional meeting, and the pleasure of the reliable publication at a reasonable price, by the support of the Scientific Society for Mechanical Engineering*.

The change is perceptible in the theme of the presentations, too. *Beside the mathematics, the mechanics, the material and manufacturing sciences, the dimensioning, strength calculation, lubrication and structure of machine elements, the computer aided manufacturing of real products and virtual models, the biology, the medical sciences, the analogies of nature and the results of industrial design became also into the groups of analyzed areas. The COVID-19 virus closed the verbal presentations, and the ZOOM softver will help the conference*.

At the end of this recommendation, do allow us the kind Reader a personal voice. Our organizing work since 1985 has not become fruitful without the support of the leaders, the teaching and non-teaching staff of the Institute of Machine and Product Design (formerly the Department of Machine Elements) Personally, I am indebted for their encouragement, critic and work to professor Gabriella Bognár Vadászné, director of Institute, to professor emeritus Ádám Döbröczöni, to Géza Németh senior lecturer, and to Aranka Gere economic administrator.

*Dr. József Péter  
organizing secretary of the Seminary*

Managing Editor: Vesza József. Editor's address: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.

Phone/fax: (+36-46) 379-530, (+36-30) 9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1147 Budapest, Czobor u. 68., Postal address: 1371, Bp, Pf. 433

Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: a.gaby@gteportal.eu, Web: www.gteportal.eu

Web: http://www.gepujsag.hu \* Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Publisher: Dr. Igaz Jenő, Managing Director

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Telefon: 06-46/379-530 • e-mail: gazdasz@chello.hu

Distributed to subscribers by Magyar Posta Zrt, Postal address: 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered at any Hungarian post office, from postmen, from the link: www.posta.hu WEBSHOP

(https://eshop.posta.hu/storefront/), via e-mail: hirlapelofizetes@posta.hu, by phone: 06-1-767-8262, or mail to: MP Zrt. 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered from overseas and to overseas at Magyar Posta Zrt. Visit: www.posta.hu WEBSHOP (https://eshop.posta.hu/storefront/), mail to: 1900 Budapest, 06-1-767-8262, or hirlapelofizetes@posta.hu

Domestic subscription prices are: HUF 1,260 a single copy and HUF 2,520 a double copy.

INDEX: 25 343

ISSN 0016-8572

**The published articles have been reviewed.**

The publication is supported by the National Cultural Fund of Hungary

**1345-14.00** Dr. Várszegi Tibor, SZIE, Gépészmérnöki Kar, Miskei István, Sentimento Kft.: Csőgörényezhető gáz-, és kőolaj határoló készülék (dugó) tesztelése

**14.00-14.15** Dr. Várszegi Tibor, SZIE, Gépészmérnöki Kar, Simon J. Gergely, Valu Gyula, Sentimento Kft.: Csőgörényezhető gáz-, és kőolaj határoló készülék (dugó) rendszerintegrációs kisminta tesztelése

**14.15-14.30** Albert Judit PhD hallgató, Dr. Takács Ágnes egyetemi docens Gép- és Terméktervezési Intézet Miskolci Egyetem: A VIKOR Algoritmus alkalmazhatósági kérdései anyagválasztási döntésekben

**14.30-14.45** Dr. Takács Ágnes egyetemi docens Gép- és Terméktervezési Intézet Miskolci Egyetem: A koncepció szintjei a gépészeti tervezésben

**14.45-15.00** Sipkás Vivien PhD hallgató, Prof. Dr. Vadászné Bognár Gabriella egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai kar, Gép- és Terméktervezési Intézet: Mikrokapcsolók meghibásodási adatainak kiértékelése

**15.00-15.15** Dr. Szavai Szabolcs associate professor University of Miskolc Institute of machine and Product Design, Chahboub Yassine PhD Student University of Miskolc Institute of machine and Product Design: The Effects Of Void Nucleation Variation On Finding The GTN Parameters

**15.15-15.30** Sayfidinov Okhunjon PhD student, Gabriella Bognár Dr.Sc., full professor, head of institute, Institute of Machine and Product Design, University of Miskolc: Review on universality class of the Kardar-Parisi-Zhang equation

**15.30-15.45** Mohamad Klazly PhD Student, Gabriella Bognár Dr. Sc. full professor Institute of Machine and Product Design, University of Miskolc: Heat and Mass Transfer for Al2O3 Nanofluid in a Duct

## 2020. NOVEMBER 6. (PÉNTEK), DÉLELŐTT 9.00-TÓL

**Szekcióvezető: Dr. Bihari Zoltán egyetemi docens Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet**

**9.00-9.15** Kmetz Barbara MSc hallgató, Dr. Takács Ágnes egyetemi docens Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: 3D nyomtatott termékek filament szállá extrudálására alkalmas készülék tervezésének kérdései

**9.15-9.30** Marada Imre MSc hallgató, Dr. Bihari János egyetemi docens Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Pneumatikus futómű-vizsgálópád

**9.30-9.45** Besenyei István BSc hallgató, Dr. Bihari Zoltán egyetemi docens Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Napelem forgató berendezés fejlesztése

**9.45-10.00** Csehi Bálint BSc hallgató, Dr. Bihari Zoltán egyetemi docens Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: 3D nyomtatók mechanikai hiányosságainak javítása

**10.00-10.15** Varga Balázs gépészmérnök hallgató, Dr. Takács Ágnes egyetemi docens Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Szállítható kovácsműhely tervezése

## A GÉPTERVEZŐK ÉS TERMÉKFEJLESZTŐK XXXVI. SZEMINÁRIUMÁNAK SZERVEZŐI:

**Vadászné Prof. Dr. Bognár Gabriella**  
az MTA doktora, habilitézetigazgató  
**Dr. habil. Döbröczöni Ádám**  
egyetemi tanár, professor emeritus  
**Dr. Péter József**

c. egyetemi tanár, a szeminárium titkára  
**Németh Géza** egyetemi adjunktus  
**Gere Aranka** intézeti ügyintéző

### KORÁBBI RENDEZVÉNYEINK:

Vezető Konstruktőrök Tanácskozása  
Miskolc, 1973. augusztus 23 - 24.

Vezető Konstruktőrök Tanácskozása  
Miskolc, 1975. július 23 - 24.

Géptervezők III. Országos Szemináriuma  
Miskolc, 1977. augusztus 30 - szeptember 1.

Géptervezők IV. Országos Szemináriuma  
Miskolc, 1980. augusztus 26 - 27.

Géptervezők V. Országos Szemináriuma  
Miskolc, 1982. augusztus 25 - 26.

Géptervezők VI. Országos Szemináriuma  
Miskolc, 1985. április 11 - 12

Géptervezők VII. Országos Szemináriuma  
Miskolc, 1989. május 29 - 31.

Géptervezők VIII. Országos Szemináriuma  
Miskolc, 1991. május 29 - 30.

Géptervezők IX. Országos Szemináriuma  
Miskolc, 1993. szeptember 30 - október 1.

Géptervezés ,94 (Géptervezők X. Országos Szemináriuma) Miskolc, 1994. május 20.

Géptervezők XI. Országos Szemináriuma  
Miskolc, 1995. május 29-30.

Géptervezés-termékfejlesztés ,96 (Géptervezők és Termékfejlesztők XII. Országos Szemináriuma),  
Miskolc, 1996. május 24-25.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIII. Országos Szemináriuma,  
Miskolc, 1997. november 28.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIV. Országos Szemináriuma,  
Miskolc, 1998. december 15.

Géptervezők és Termékfejlesztők XV. Országos Szemináriuma,  
Miskolc, 1999. szeptember 30-október 1.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVI. Országos Szemináriuma,  
Miskolc, 2000. november 15 - 16.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVII. Országos Szemináriuma,  
Miskolc, 2001. november 8 - 9.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVIII. Országos Szemináriuma,  
Miskolc, 2002. november 7 - 8.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIX. Országos Szemináriuma,  
Miskolc, 2003. november 6 - 7.

Géptervezők és Termékfejlesztők XX. Országos Szemináriuma  
Miskolc, 2004. november 11 - 12.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXI. Országos Szemináriuma  
Miskolc, 2005. november 10 - 11.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXII. Országos Szemináriuma  
2006. november 9 - 10.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIII. Országos Szemináriuma  
2007. november 15 - 16.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIV. Országos Szemináriuma  
2008. november 13 - 14.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXV. Országos Szemináriuma  
2009. november 5 - 6.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVI. Országos Szemináriuma  
2010. november 11-12.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVII. Országos Szemináriuma  
2011. november 10-11.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVIII. Országos Szemináriuma  
2012. november 8-9.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIX. Országos Szemináriuma  
2013. november 7-8.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXX. Országos Szemináriuma  
2014. november 6-7.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXI. Országos Szemináriuma  
2015. november 5-6.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXII. Országos Szemináriuma  
2016. november 10-11.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXIII. Országos Szemináriuma  
2017. november 9-10.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXIV. Országos Szemináriuma  
2018. november 8-9.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXV. Országos Szemináriuma  
2019. november 7-8.

## GÉPTERVEZŐK ÉS TERMÉKFEJLESZTŐK XXXVI. SZEMINÁRIUMA

**Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet**

**H-3515 MISKOLC-EGYETEMVÁROS**

**Telefon/Fax: (0036)-46-327 643**

**E-mail: machpj@uni-miskolc.hu**



Géplervezők és Termékfejlesztők XXX. Szemináriuma  
Miskolc, 2014. november 6-7.

Negyedik sor: Kelemen László, Dr. Szávai Szabolcs, Dr. Horváth Péter, Sarka Ferenc, Bendefy András, Gárdonyi Péter, Dr. Dobrocsonyi Ádám  
Harmadik sor: Jónás Szabolcs, Dr. Kamondi László, Ács Dániel, Horváth Richárd, Czifra Árpád, Györi Márk, Hegedus Ferenc, Farkas Gergő, Farkas Attila, Pintér Ervin, Szabados Réka  
Második sor: Dr. Kátai László, Zalavári József DLA, Hircsu Martann, Veres Péter, Dr. Szenté József, Dr. Gódor István, Univ.-Prof. Dr. Florian Grün, Cand.-Ing. Jakob Moder, Dr. Szabó Ferenc  
Első sor: Dr. Orbán Ferenc, Dr. Siposs István, Dr. Kerényi György, Dr. Péter József, Dr. Lovas László, Dr. Hegedus József, Vadászné, Dr. Bognár Gabriella, Dr. Péter Józsefné, Kavicsárszki Gyula DLA.