



1. ÁBRA.  
Lauster MF 60 mérőjármű  
a trieri WTD-41  
tesztközpontban [9]

OCSKAY ISTVÁN\*

# A LAUSTER JÁRMŰVEK TÖRTÉNETE ÉS AZ MF 60 MÉRŐJÁRMŰ KIALAKÍTÁSA

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A különleges járművek, köztük a páncélozott harcjárművek nem vizsgálhatók, fejleszthetők normál, beépített próbapadokon, mivel tömegük, dimenzióik és kialakításuk ezt nem minden esetben teszik lehetővé. A német Lauster vállalat ezeknek a járműveknek a tesztelésére hozta létre a világon egyedülálló, mozgó mérőlaboratóriumát, Lauster MF 60 néven. A mérőjárművel akár harckocsik vizsgálata, dinamikai mérései is végrehajthatók. Tanulmányunk a német cég különleges járműveit, köztük az MF 60 mérőjárművet, annak megépítését és technikai jellemzőit mutatja be.

**KULCSSZAVAK:** mérőkocsi, különleges jármű, harcjárműtesztelés, járműtesztelés, Lauster

**ABSTRACT:** Special vehicles, such as armoured fighting vehicles, cannot be tested and developed on normal, built-in testbed, as their weight, dimensions and design do not always allow this. For such cases, the German company Lauster has built a world unique mobile measuring laboratory, the Lauster MF 60, which can and will be used for testing and dynamic measurements of tanks and any other heavy or awkward vehicles. The aim of this article is to present the special vehicles of the Lauster company and one of their unique products, the MF 60 measuring vehicle, its construction and technical characteristics.

**KEYWORDS:** measuring vehicle, AFV test, vehicle test, articulated vehicles, Lauster

## A KEZDETEK

Erhard Lauster német mérnök-feltaláló és kőbánya-tulajdonos, még a II. világháború előtt kezdte meg fejlesztői tevékenységét Stuttgartban. Jellemzően olyan egyedi, kísérleti jellegű járművek fejlesztésével foglalkozott, amelyek alkalmasabbak voltak a nagyon nehéz

terepviszonyok közötti haladásra, mint a lánctalpas futóművel szerelt társaik. A Lauster Wargel<sup>1</sup> elnevezésű fejlesztések közös jellemzője a nagy átmérőjű, henger alakú fémkerekek alkalmazása volt, ahol a kerekek mérete lehetővé tette, hogy azok hajtását a kerekekbe (dobokba) épített belső égésű motorok adhassák.

Az 1939–1942 között futó fejlesztések során a mérnök először egy, majd kettő és végül négy, akár 3 méter átmérőjű kerékdobokat is alkalmazó eszközökkel kísérletezett, amelyekre hamarosan a német hadsereg illetékesei is felfigyeltek. (2. ábra) Ennek eredményeként a fejlesztőkhöz már 1942-ben felkérés érkezett egy, az elakadt, lerobbant harckocsik mentésére és vontatására, valamint lövészárkok gyors építésére alkalmas jármű kialakítására. A fejlesztések nyomán született Lauster Wargel LW 5 típusú járműben két, egymással majdnem teljesen megegyező, egytengelyes egység, egy kardánmeghajtású, törzscsuklós kormányzáson keresztül kapcsolódott össze. A járműegységek megegyezőssége lehetővé tette azok további sorba kötését akár 3-4 egységig is. A kerékdobok egynegyedét – mintegy 1 m<sup>3</sup>-t – a kerékreduktorok, míg a maradék 4 m<sup>3</sup>-t hasznos tér töltötte ki, így egy kéttengelyes járművel, csak

\* Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz. ORCID: 0000-0003-0279-8215

1 A „Wargel” szó sváb dialektusban hengert, dobot, görgőt jelent.



2. ÁBRA.  
A Lauster Wargel LW 3 típusú kísérleti jármű dobjának méretét jól szemlélteti a benne dolgozó munkással történő összehasonlítás [1]



a kerékdobokban mintegy 15 m<sup>3</sup>-nyi rakományt lehetett elhelyezni, közel 10 tonna össztömegig. A járművet – egységként 1-1 Maybach HL108 TUKRM<sup>2</sup> típusú benzinmotor hajtotta meg 2×175 kW (235 LE) teljesítménnyel, maximum 30 km/h-s sebességgel. Ez a teljesítmény elégséges volt a 36 tonna össztömegű jármű terepen történő mozgatására, és 53 tonnányi teher vontatásához szükséges vonóerő biztosítására, amellyel akár egy Tigris harckocsit is el lehetett vontatni. A járművet két kezelő vezette, vezetőállásaik a két járműtestben elhelyezett páncélozott fülkében kaptak helyet. A 3 méter magas fémkerekek (kerékdobok) felületére halszálkamintázatban hegesztett, 30 cm magas ka-

paszkodókörmök adták át a talaj felé a motorok teljesítményét. (3. ábra)

A rendkívüli teljesítménymutatók ellenére a Lauster LW 5 járműre nem tartott igényt a német hadvezetés, ezért Erhard Lauster már 1944 elején, LW 7/1 néven épített egy 2×2 kerékpéletű prototípust. A 10 tonnás járművet két Opel Admiral 56 kW-os (75 LE) benzinmotor hajtotta, amelyeket a henger alakú fémdobokba – a két darab 5 sebességes nyomatékváltóval együtt – építettek be. (4. ábra)

A prototípus bemutatása ugyan sikeres volt, a terepjáró képessége átlagon felülnek számított, ennek ellenére a járművet a Wehrmacht már nem tartotta életképesnek, gyártásra érdemesnek, de érdekes módon

3. ÁBRA.  
A Lauster-Wargel LW 5 jármű két összekapcsolt járóképes tagja. A kerékdobokon jól kivehetők a vonóerő átadását biztosító hatalmas, halszálkamintás kapaszkodólapok [2]



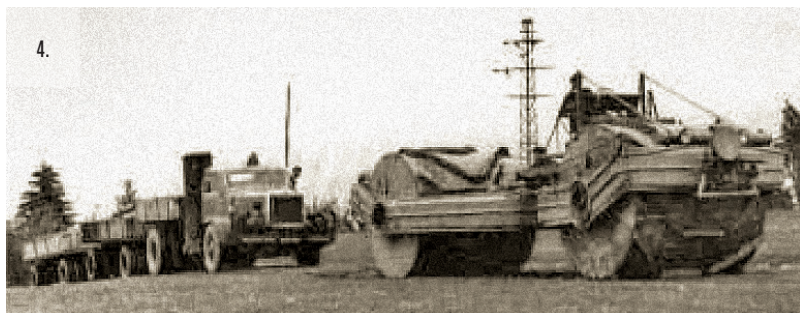
a német légierő (Luftwaffe) 1944 év végén rendelt 14 db továbbfejlesztett eszközt repülőterek gyors – egy menetben történő – kialakításához.

Ez a változat az LW 7/II jelű önjáró műszaki gép, amely a korábbi kísérletektől eltérően már dízel-elektromos hajtásláncot kapott. A jármű hosszúsága meghaladta a 11 métert, tömege 24 tonna, teherbírása 10 tonna volt. A vontató mozgatását egy 108 kW-os (145 LE) Maybach G4a dízelmotorral meghajtott 440 V-os, egyenáramú generátor biztosította úgy, hogy a kerékdobok mindegyikébe egy-egy villanymotor került. Bár az eszköz a próbákon jól teljesített, a késve érkezett megrendelés, a gyárat érő bombázások, valamint a szövetséges csapatok közeledése miatt az eszközből a világháború végéig mindössze egy darab legyártását sikerült befejezni, a többi összeszeretlenül maradt a gyártelep területén. [1] (5. ábra)

## II. VILÁGHÁBORÚ UTÁN

A II. világháborút követő években hosszú ideig nem történt érdemi gyártás az azóta Lauster GmbH-ra átnevezett vállalatnál, de a fejlesztések nem álltak meg. Erhard Lauster 1965-ben bejegyzett több szabadalmat is, amelyek továbbra is járművek mostoha terepviszonyok közötti mozgatásához szükséges speciális tengelyek kialakításáról szóltak. Feltalálta a róla elnevezett „Lauster-tengely”-t (németül: Lauster-Achse), amely egy érdekes koncepció alapján hajtotta volna meg a nehéz, jellemzően erdőkben üzemelő járműveket, teherszállító eszközöket. A két tengely között foglalt helyet egy – korábbi kísérletek alapján már jól bevált – halszálkamintás kapaszkodókörmökkel ellátott fémhenger, amelyet a mostoha körülmények közötti haladáshoz hidraulikusan leengedhettek, hogy az biztosítsa azt a kapaszkodóképességet, amelyre a nagy méretű pneumatikus tömlős kerekek a nehéz terepi körülmények között nem voltak képesek. A speciális kialakítás nyújtotta rendkívüli terepjáró képesség érdekében, az ezzel a tengelyelrendezéssel szerelt járműveknek – hasonlóan a II. világháborús elődeikhez – törzscsuklós kivitelben

2 A V-12 hengerelrendezésű, 10 800 cm<sup>3</sup> lökettérfogatú motor jellemzően az Sd.Kfz. 9 típusú féllánctalpas vontatók szabvány erőforrása volt, nedves karteles, mágneses gyújtású, tengelykapcsolós, ékszíjhajtású kompresszor-kialakítással.



kellett készülniük, ugyanis a tengelyközi kapaszkodó henger nem tette lehetővé a kormányzáshoz szükséges szelvények – kormányrudak, hibák, karok stb. – alkalmazását. [3] (6. ábra)

Lauster azért alkotta meg sajátos tengelykialakítását, hogy egyszerre tegye képessé járműveit a közúti közlekedésre, ugyanakkor biztosítsa az extrém terepen történő megbízható haladásukat is. Közúton egy hidraulikus munkahenger felemelve tartotta a kapaszkodókörmökkel ellátott középső, meghajtott dobót, amelyet terepen visszaengedtek a földfelszínre. A két középső, kapaszkodókkal ellátott hajtott fémdob együttes alkalmazása garantálta a kitűnő terepjáró képességet. A tengely meghajtását a dobokba épített villanymotorok biztosították, amelyekhez – jellemzően – egy dízelmotor hajtotta generátor biztosította a megfelelő feszültséget. Hogy bizonyítsa találmánya hadi megfelelőségét is, Lauster épített egy két-tengelyes vontató prototípusjárművet Funktions-Modell Lauster-Achse (Lauster-tengely Funkcionális Modell – FML) néven, amelyet 1969-ben felajánlott a Bundeswehrnek tesztelésre. A 462 kW-os (620 LE), 14,5 literes hengerűrtartalmú V-8-as dízelmotorral hajtott egyenáramú generátor látta el elektromos energiával a kerekenként

elhelyezett 4 db villanymotort. A hagyományosan törzscsuklós kialakítású járművet – amelyet Luster-Trucknak is neveztek – olyan speciális, többfunkciós járműként képzelték el, amely terepen és közúton egyaránt képes lett volna gréderként, földgylaként, vontatóként, bulldózerként vagy akár szállítójárműként szolgálni. [1] (7. ábra)

A két Lauster-tengely meghajtását biztosító dízel-elektromos (azaz hibrid) meghajtóegység teljesítménye elegendő volt a maximum 50 t össztengely-terhelésű jármű 68 km/h sebességgel történő mozgatására műuton, vagy akár 1 méter magas hó, vagy felázott talajban történő haladásra is, amelyhez külön-külön, vagy akár együtt is használhatta a gumikerekek és a fémdobok biztosította nyomatékátvitelt. Külön érdekesség, hogy – bár lett volna lehetőség oldalajtók kialakítására –, a tervezők ragaszkodtak a korábbi Lauster járművek vezetőhelyeihez, emiatt a jármű vezetője az FML típus esetében is a fülke tetején kialakított nyíláson keresztül juthatott be a munkahelyére. A különleges kialakítású jármű, bár terepleküzdő képessége is különleges volt, rendkívül drágának bizonyult: a Bundeswehr nem tervezett szerződést kötni a vállalattal, a teszt-

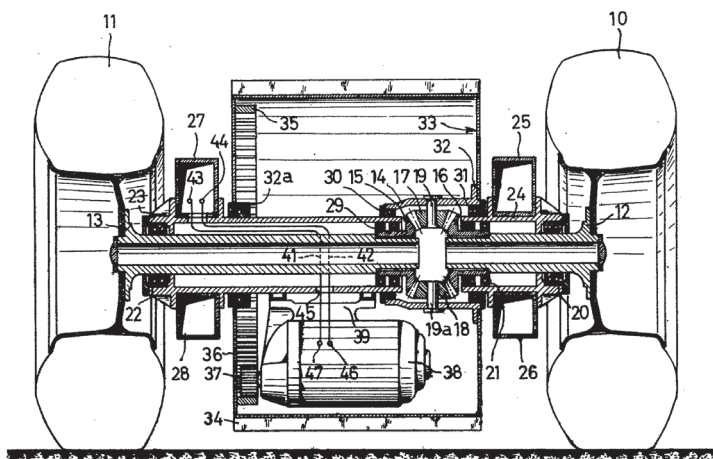
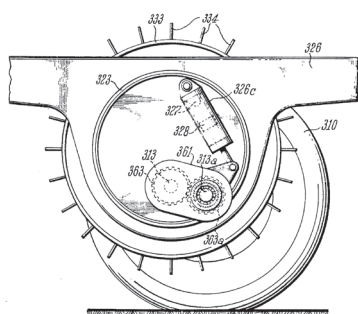
járművet is felajánlotta a sinsheimi múzeum számára.

### AZ IRÁNYVÁLTÁS

A Lauster vállalat a speciális járművek terén nyert tapasztalatait – mivel megrendelést semelyik szegmensből nem kapott – egy teljesen új alapokra épített, ún. „Mérőjármű” kialakításában vitte a csúcsra, amely az MF 60 típusnevű, speciális feladatu és kialakítású jármű<sup>3</sup> volt. Szakítva a hagyományokkal, ebben a mérőeszközben már nem alkalmazták a Lauster-tengely szabadalmukat, azonban felhasználták mindazon tapasztalatokat, amelyeket a vállalat, az elmúlt 30 év különféle fejlesztései során a dízel-elektromos hibrid hajtások terén nyert. A Bundeswehrben az érdeklődés középpontjába került FML jármű tesztelése még folytak, amikor a német hadsereg Technológiai és Közbeszerzési Hivatala (Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung – BWB) azzal kereste meg a vállalatot, hogy a Németország déli részén, Trier városában működő Wehrtechnische Dienststelle (Szövetségi Védelmi Minisztérium, a BAANBw Műszaki Kompetenciaközpont Védelmi Műszaki Osztálya) WTD-41 gép- és harc-

4. ÁBRA. A Lauster-Wargel 7/II prototípusa vontatás közben. A jármű két hatalmas meghajtó hengere inkább úthengerekhez, mint közúti járművekhez hasonlatos kialakítás [1]

5. ÁBRA. A Lauster-Wargel 7/II vontató egyetlen elkészült prototípusának tesztelése. A két kerék között a földmunkát végző munkaszerv (földgylu) látható [2]



6. ÁBRA. Erhard Lauster AT240184B jelű szabadalmi bejegyzéshez mellékelt műszaki rajok a különleges terepjárás biztosító speciális kerékialakításról [3]

3 MF – MeßFahrzeug – mérőjármű.



7. ÁBRA. A kísérleti FML egyetlen példánya a németországi Sinsheim városában található Auto und Technik Museumban [4]



8. ÁBRA. Az MF 60 mérőjármű méreteit jól érzékelteti, ha összevetjük a mellette álló átlagos testalkatú gépjárművezető magasságával [5]

9. ÁBRA. Az MF 60 mérőjármű a trieri repülőtér betonján. Jól látszik a négy tengely kormányozhatósága [5]

jármű tesztközpont számára építse-  
nek egy mozgó mérőjárművet.

Miért szükséges egy mérőjárművet létrehozni? Míg a hagyományos járművek (személy- és tehergépkocsik) esetében rendelkezésre állnak olyan beépített, állóhelyi tesztpadok, amelyek a járművek viselkedésének vizsgálatát szolgálják mesterséges terhelésekkel szimulálva a környezeti hatásokat, addig a speciális kialakítású, méretű vagy feladatrendszerű járművek – mint amilyenek a harcjárművek is –, esetében ez nem lehetséges. Illetve ez utóbbiak kis gyártási darabszáma miatt nem lenne gazdaságos. Ezért célszerű egy olyan mérőjármű kifejlesztése, amely a valós körülmények mellett is mesterségesen képes terhelni az eszközt. A trieri mérnököknek szükségük volt egy olyan mérőjárműre, amely a Leopard 1 harckocsi továbbfejlesztéséhez, egy új alapharckocsi kifejlesztéséhez szükséges adatokat rövid határidővel és ala-

csony költségek mellett tudja biztosítani. A vizsgálatok során a mérőjármű vontatja vagy fékezi menet közben a vizsgálandó járművet, vagy a beépített csőrője segítségével húzza, avagy azon keresztül fékezi a mozgásban lévő járművet. Az előbbi vizsgálatokat kiépített úton, az utóbbiakat inkább terepen végzik, ahova a mérőjármű, annak kialakításánál fogva, nem tudna bemenni. Kisebb mérőjárművek korábban is elérhetőek voltak, de a Bundeswehr számára szükséges, nagy tömegű és komplex eszköz nem létezett, ezért az MF 60 megalkotásával egy máig egyedülálló járművet fejlesztett a Lauster vállalat. (9. ábra)

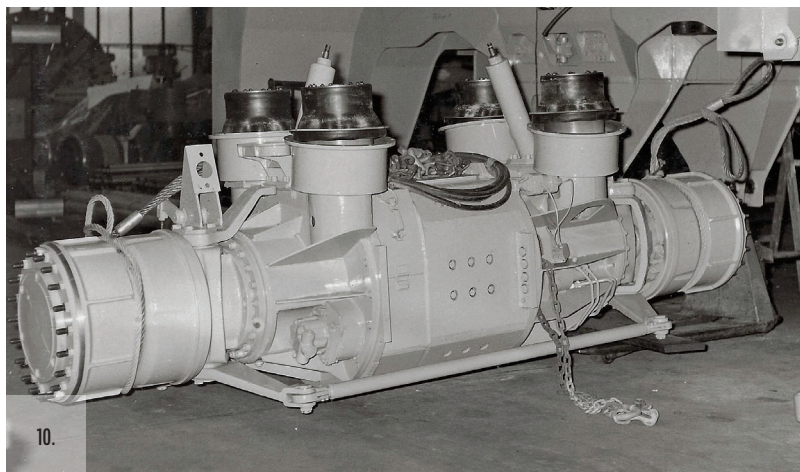
#### A MÉRŐJÁRMŰ ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉSE

A mérőjármű nevében szereplő MF (Messfahrzeug – mérőjármű) és szám jelenti azt a terhelési kategóriát, amelynek vontatására méretezték,

de a járműnek ennél nehezebbnek kellett lennie, így 80 tonna a mérőjármű össztömege, amely különleges mérések esetén ballaszt súlyokkal tovább növelhető. Hosszúsága 15,4 méter, szélessége 3,6 méter, magassága 4,2 méter, de a külső hangszórórendszerekkel és a kábeltartó sínnel ez az érték 4,5 méterre is megnőhet. A mérőjármű összteljesítménye 1343 kW (1826 LE), amelybe beleszámítják a két segédáramforrás (auxiliary power unit – APU) 122 kW-os (166 LE) összteljesítményét is. A hatalmas teljesítménydotáció azért szükséges, mert a tervekben maximálisan 118 kW-os (1500 LE) harckocsi tesztelését tűzték ki célként, ennek megfelelően a mérőjárműnek ennél nagyobb teljesítményűnek és tömegűnek kell lennie ahhoz, hogy képes legyen „megküzdödni” ezekkel a harcjárművekkel.

A mérőjármű 8x8 kerékképletű, 8 hatalmas gumiabronccsal rendelkező – az összes kerék elektromosan hajtott –, levegővel fékezett és hidraulikusan kormányzott volt. A tengelyek 4-4 légrugóval kapcsolódtak az alvázkerekehez, amelyek állítható magasságú haladást biztosítottak. A mérőjármű vonóteljesítménye 600 kN volt. Összehasonlításként: a MÁV jelenleg is közforgalomban üzemeltetett M62-es dízel-elektromos mozdonyának a vonóteljesítménye „mindösszesen” 370 kN. Nemcsak a teljesítménye, a méretei miatt is érdemes összehasonlítani a két járművet egymással: a korábban taglalt mérőjárműméretek mellett az M62-es mozdony ugyan két méterrel hosszabb, azonban majdnem 70 cm-rel keskenyebb (megegyező magassági adatok mellett). Természe-





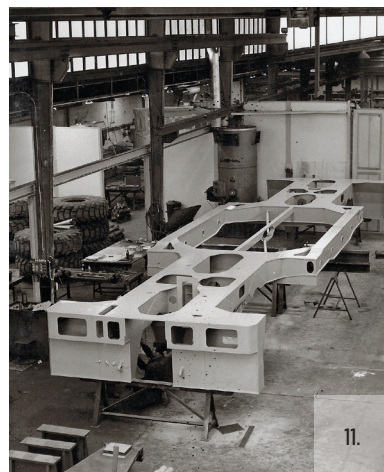
tesen ezekkel a méretekkel a mérőjármű közötti forgalomban nem vehetne részt, de ez nem is volt prioritás a zárt tesztpályán üzemelő jármű tervezésénél. [6] (8. ábra)

### A MÉRŐJÁRMŰ HORDOZÓVÁZA

A mérőjármű hordozóvázának (11. ábra) tervezését és gyártását az ulmi székhelyű Staudenmaier & Widmann cég végezte a Lauster szakembereinek bevonásával. Egy hatalmas létraalváza szerelték fel a speciális elektromos meghajtású tengelyeket, amelyek különlegessége, hogy a négy tengely egy és ugyanazon felépítésű, kialakítású, de az egyes elemeket 180°-ban elfogotva, párosával építették be. Mind-egyik tengely hajtott, légrugózott, fékezett és kormányzott. A mérőjármű alaphelyzetben összkerek-kormányzású, ilyenkor a fordulókör átmérője 29 méter, azonban lehetséges a menetirány szerinti hátsó tengelypárok kormányzásának zárolása, ilyen esetben azonban a fordulókör átmérője drasztikusan megnő, majdnem megduplázódik 52 méterre.

A mérőjármű egyedi dízel-elektromos hajtásának alapját – vélhetően részben a logisztikai ellátási kockázatok csökkentése érdekében – két MTU MB-838 CA M500 típusú V-10 hengerelrendezésű, vízhűtéses, négyütemű harckocsimotor adja, amelyeket eredetileg a Leopard 1 harckocsik számára fejlesztett ki a müncheni MTU, és a Mercedes Benz vállalat. A motoronként két mechanikus feltöltővel szerelt hajtóművek egyenkénti löket-térfogata 37 419 cm<sup>3</sup>, teljesítményük 2 × 610 kW (2 × 830 LE) volt 2200 1/min fordulatszám mellett.

A mérőjármű, attól függően, milyen teljesítményű járművet kell vizsgálnia, üzemeltethető egy motorral is, azonban nincs meghatározva, hogy az melyik motor legyen. Két motor alkalmazása esetén a vonóhorgon megjelenő maximális vontatási teljesítmény 858 kW (1167 LE), ami természetesen megegyezik a mérőjármű hatásos fékteljesítményével is. Tartósan a korábban már említett 600 kN vonó- és fékerő nagysága elérhető úgy is, hogy annak mértéke 1 kN és 600 kN között fokozatmentesen változtatható, valamint automatikusan leköveti a talaj és a kerék súrlódási együtthatójának változásait is. A vonó- és fékezőerő fokozatmentes váltását és hibahatáron belüli stabilitását biztosítják a hajtáslánc elektromos elemei. Ennek köszönhetően a mérőjármű a vonó- és fékezőerőt a jármű 0–70 km/h sebességtartományán belül, a vonóerő megszakítása nélkül képes biztosítani.



10. ÁBRA. Az MF 60 mérőjármű egyik, Lauster tervezte tengelye. Jól kivehetők a légrugózás felső gumiharangjai [5]

11. ÁBRA. Az MF 60 mérőjármű hatalmas hordozóváza, jól megfigyelhető annak szimmetrikus kialakítása [5]

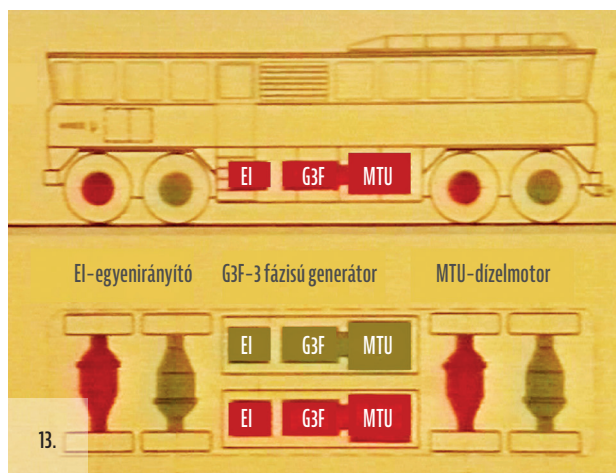
A mérőjármű az alábbi két üzemi állapotban volt irányítható:

- normál vezetési üzemmód, amelyben a vezető a gázpedállal szabályozta a mérőjármű sebességét,
- mérési üzemmód, amelyben a haladási sebességet – a vontatás vagy fékezés – elektromosan szabályozták a vizsgálatvezető által meghatározott érték szerint. Ez az érték fokozatmentesen volt állítható, és a rendszer automatikusan állandó szinten tartotta a beállított értéket. Ebben az esetben a járművezető gázpedálját kiiktatták.

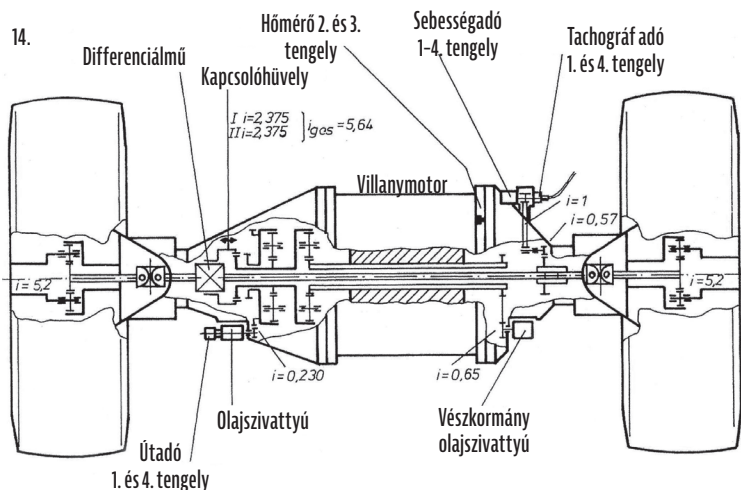
A mérőjármű teljes elektromos rendszerét – beleértve a tengelyhajtást adó vontatómotorokat és azok vezérlőrendszereit is – a Siemens vállalat szállította. Az MTU dízelmotorok egy-egy háromfázisú, váltóáramú generátort hajtottak meg, amelyek egyenirányítón keresztül biztosították a tengelyenként 240 kW teljesít-



12. ÁBRA. A Lauster FML a mosórámpán. A jármű alvázán jól láthatóak a központi meghajtódob halveszálkamintás kapaszkodófelületei [5]



13. ÁBRA. Az MF 60 mérőjármű egyik tengelyének metszete, a két bolygóműfokozattal és a kerékhajtás reduktoraival (A szerző szerkesztése [5] alapján)



14. ÁBRA. Az MF 60 mérőjármű tengelyeinek hajtási sémája [7]

ményt az egyenáramú villanymotorok számára. A villanymotorokat a Lauster vállalat által tervezett speciális tengelyekbe szerelték be, annak központi elemét képezve. (10. ábra)

A 21.00-25xRB típusú gumiabroncsokkal szerelt 25"-os kerekek differenciálművön és kerékreduktorokon keresztül kapták a hajtást a villanymotoroktól. Minden tengelyen egy kétfokozatú, bolygóműves terepvaltó is található volt, amely egy lassabb és egy országúti, nagy sebességű haladást tudott biztosítani. A terepvaltók csak állóhelyben, mind a négy tengely együttes váltásával voltak kapcsolhatók. (14. ábra)

A mérőjármű alvázán alakították ki a heidelbergi Grau GmbH. vállalat hidraulikusan csillapított légrugós felfüggesztését, amely gyorsleeresztő és szintező funkcióval is rendelkezik. Ennek segítségével akár 150 mm-el is csökkenthető a mérőjármű hasmagassága, amennyiben a járművel csörlőzési-vontatási feladatot látnak el, vagy az menetdinamikailag szükséges. Szintén ettől a vállalattól származott a mérőjármű összes kerekére

ható légfékrendszer is. A mérőjármű kormányrendszerét a Schwäbisch Gmünd-i Zahnradfabrik Friedrichshafen GmbH vállalat gyártotta, amely biztosította a hagyományos, és az összkérékkormányzás lehetőségét is. A kormányzás a mérőjármű mindkét kormányállásában végrehajtható volt, a tengelyek blokkolására azonban csak állóhelyben kerülhetett sor. A kormányrendszer hidraulikus rásegítéséhez szükséges olajnyomást mind a négy meghajtótengelyen elhelyezkedő olajszivattyúk biztosították, emelve az akkor még problémásnak tartott hidraulikus körök redundanciáját.

A két dízelmotor átfedésekkel hajtotta a tengelyeket, az egyik az 1. és a 3. tengelyt, míg a másik a 2. és a 4. tengelyt hajtotta meg, így valamelyik motor kiesése nem veszélyeztette a mérőjármű mozgásképességét, ahogy ez egy, az 1970-es években készített, film kockáján is látható. (13. ábra)

A hordozóalváz részét képezi egy elektromos meghajtású csörlőberendezés is, azonban ez a megszo-

kottaktól eltérően nem a mérőjármű saját mentését szolgálja. Mivel a mérőjárművet kifejezetten harcjárművek tesztelésére fejlesztették ki, méretei és kialakítása azonban nem teszi lehetővé, hogy akár közepes terepen is végre tudjon hajtani vontatási vagy fékezési méréseket, ezért ellátták egy nagyteljesítményű mérő-csörlőberendezéssel is. Használatakor a mérőjármű megállt a vizsgálandó terepszakasz mellett – még a jól épített útfelületen –, és a csörlőjével hajtotta végre a vontatási teszteket. A vizsgálandó harcjármű szélsőséges terepen haladva húzta maga után a vontatókötelet, ezáltal mérhető volt annak vonóereje, teljesítménye, vagy a mérőjármű húzta maga felé a vizsgálandó járművet, ilyenkor mérve a harcjármű fékezési teljesítményét.

Egy – szintén a Siemens által gyártott – villanymotor hajtotta meg a függőleges kötéldoboz csörlőt, amelyre 330 méter hosszú acélkötelet cséveltek fel. A csörlő a vonófej jobb oldalán található, a vonófej két oldalán elhelyezett terelőgörgőkkel együtt. A csörlővel



15. ÁBRA. Az MF 60 mérőjármű hátsó részén kialakított csörlőberendezés, és annak terelőgörgői a vonófej két oldalán [5]



16. ÁBRA. Az MF 60 mérőjármű műszerfalán a méréshez szükséges ellenállások forgatókapcsolói és visszajelző műszerei találhatók [5]

maximálisan elérhető vonóerő 735 kW (1000 LE), a maximálisan elérhető fék teljesítmény 573 kW (780 LE). Egyetlen kötélzáron maximálisan 100 kN vonóerő vihető át, amely 2-4 csigát tartalmazó görgősorral akár a négyszeresére is növelhető. A maximális kötélfekezési erő ennél valamivel alacsonyabb: kötélzáron 70 kN. Húzó üzemmódban sebességvezérelt, míg fekezési üzemmódban erő- és sebességvezérelt lehet a csörlőzés. A csörlőkötél maximális sebessége 65 km/h! A kötélágba helyezhető függőleges terelőgörgők segítségével a húzás iránya akár 50°-os szögben is állítható függőlegesen, lehetővé téve ezáltal az emelkedőn vagy a lejtőkön történő vizsgálatokat. (15. ábra)

### A MÉRŐJÁRMŰ FELÉPÍTMÉNYE

A mérőjármű felépítményét a reutlingeni Erhard Wendler GmbH építette meg. Előírták, hogy a mérőjármű megfordulás nélkül tudjon mindkét irányba haladni, ugyanazon sebességgel, ezért mindkét vezető és segédvezető állást tükörszimmetrikusra készítették. A balesetek megelőzése érdekében az egyik irányba történő induláskor, a másik oldali kezelőszervek automatikusan blokkolódtak. Mivel a hordozóváz – funkcionalitását tekintve – sem egyforma két oldallal rendelkezik, a felépítményben is vannak eltérések. (16. ábra)

A jármű azon felén, ahol a hidraulikusan állítható vonófej, illetve a csörlőkötél kivezetése látható, ezek a vezérléséhez szükséges munkaszervek és ellenőrző műszerek is megtalálhatók. A mérőjárművet három személy kezeli: a vezető, a segédvezető/csörlőkezelő és a vizsgálatvezető. A kezelők a páncélüveggel ellátott vezetőfülkékben foglalnak helyet. A két vezetőtér közötti teret különféle mérőműszerek töltik ki, de ez fizikailag nincs elválasztva a vezetőterektől. Ebben a térben foglal helyet két mérőtechnikus, illetve – egy hosszirányú padon – lehetőség nyílik további öt megfigyelő biztonságos elhelyezésére is. A két vezetőteret is beleértve egy 14,8×3,5 méteres tér áll rendelkezésre, amelynek a belmagassága eléri a 2 métert. (18. ábra)

Természetesen a mérőjármű belső tere légkondicionált és erős hangszigeteléssel is rendelkezik, amely lehetővé teszi a +21 °C ± 2 °C állandó benti hő-

mérséklet biztosítását –15 °C és +32 °C közötti külső hőmérséklet esetén. A vezetőtér 10 csatornás vezeték nélküli telefonrendszerrel rendelkezik, amelyvel kapcsolatot lehet tartani a mérőjármű belsejében és a külső helyszínen (csörlő) tartózkodó technikusokkal, illetve a tesztjármű kezelőállományaival is. Az utóbbiakkal már zavarvédtől, vezeték nélküli összeköttetési rendszert alkalmaztak a tervezők, amelyek vonatáskor a mérőjármű tetején kialakított vezetékartó sínben futottak át a vonatott, tesztelt járműre. Ezenfelül az MF 60-as rendelkezik két darab háromkürtös Starkton típusú kültéri hangszóró rendszerrel is. (17. ábra)

A mérőjármű legfontosabb eszközeit, a különféle fedélzeti mérő- és rögzítőberendezéseket a Hartmann & Braun GmbH szállította. Ezek a mérőberendezések 50 különböző mérési pontról egyidejűleg gyűjthetik a szükséges adatokat, amelyet valós időben, későbbi elemzések érdekében mágnesszalagos magnetofonon és oszcillográfiai rögzítőrendszerrel is felvették.

A mérőjárműbe épített műszerek:

- egy 25 csatornás UV-felvevő fénysugaras oszcillográf;
- egy 6 csatornás feszültségmérő erősítő;
- egy gíroszkópos navigációs mérőrendszer;
- egy elektronikus 12-szeres kompenzációs pontíró;
- egy 14 csatornás szalagos magnó;
- különböző elektromechanikus feszültségmérő hengerek a mérőjárműhöz és a kábelcsörlőhöz;



- sebességérzékelők a kábelcsörlőhöz és a mérőjármű relatív sebességének méréséhez;
- egy mérőkerék a mérőjármű vagy a tesztjármű abszolút sebességének rögzítésére.

A mérőberendezés részét képezte egy 7,5 kW-os Hatz dízelmotor hajtotta, 5,0 kVA teljesítményű, 220/380 V feszültségű, 50 Hz-es fedélzeti generátor, amely biztosította a mérő- és a felvevőberendezések állandó tápáramellátását.

A mérőjárműbe beépítették továbbá az elektromos működés vezérlő- és szabályozórendszeit, a fékellenállások és a légkondicionáló rendszer különböző elemeit, részegységeit is. A mérési művelet során a mérőjármű fedélzeti áramellátását – a mérőberendezések áramellátásán felül – egy speciális, 63 kVA teljesítményű, 220/380 V-os segédáramforrás (APU) biztosította, amelyet egy léghűtéses, 115 kW (156 LE) teljesítményű Deutz dízelmotor hajtott. Ennek a berendezésnek menet közben is folyamatosan működnie kellett, mivel a szervokormány négy hidraulikaszivattyút, a munkahidraulika olajszivattyút, valamint a fékrendszer, a légrugózás,

17. ÁBRA.  
Az MF 60 mérőjármű egy FML vonatát tesztel. Jól látszanak a tető mellső részén lévő kültéri hangszórók, illetve a tető hátsó részéből kiemelt vezetékartó sín is [5]



18. ÁBRA.  
Az MF 60 mérőjármű felépítménye a hordozóvázalattal történő összeszerelés előtt [5]

a légkondicionáló rendszer és a kábelvezető rendszer légkompresszorát is ez látta el a szükséges energiával.

### VIZSGÁLATOK

A mérőjárművel lehetővé vált, hogy ne csak a hagyományos gumikerekes, hanem a lánctalpas páncélozott harcjárművek is vizsgálat tárgyává válhassanak azáltal, hogy a vizsgált járművet vontatták, vagy húzóerőt gyakoroltak rá (vontatás versus fékezés). Emellett a tesztjármű értékes információkat szolgáltatott annak egészének különböző jellemzőiről. Valódi vezetési tesztek során, azaz normál üzemi körülmények között történő vezetés közben pl. a következő értékek könnyen, szükség esetén egyidejűleg, vagy időzített sebességgel is meghatározhatók voltak. A teljes sebességtartományban a tényleges hajtási és fékezési teljesítmény, a talajsúrlódás értéke különböző út- és talajviszonyok mellett, a vezetési ellenállás, a gördülési ellenállás különböző út- és talajviszonyok mellett, a hajtás, a fékezés és a hűtőrendszerek megbízhatósága, a gyorsulás és lassulás értékei és még sok egyéb tényező és adat. Gyakorlatilag a rövid és hosszú távú (tartóssági) vizsgálatok során minden olyan fizikai változó mérhető és rögzíthető volt, amelyet elemezhető elektromos jellé tudtak alakítani.

A mérőjárműnek a következő négy fő feladatot kellett teljesítenie ahhoz, hogy korlátozások nélkül betölthesse gördülő próbapadi funkcióját:

- vezetés: azaz a tesztjármű kísérése az úton történő tesztvezetések során;
- szimuláció: azaz előre meghatározott, különböző vezetési körülmé-

nyek rákényszerítése a tesztjárműre fékezéssel, vagy húzással;

- csörlőzés: azaz a mérőjármű működtetése annak érdekében, hogy a szimulációkat és valós méréseket akkor is el lehessen végezni, ha a mérőjármű nehéz terepen már nem tudja követni a tesztjárművet;

- mérés, rögzítés: azaz a tesztjármű tulajdonságainak, valamint azok egyes alkatrészeire vagy részegységeire ható terheléseknek és üzemi körülményeknek vizsgálata.

### ÖSSZEGZÉS

Az MF 60 típusú mérőjármű egy különleges és egyedülálló jármű, nemcsak a maga korában volt az, de jelenleg sincsen párja. Az eszköz nagyban segítette és lerövidítette a Leopard 2 alapharckocsi kifejlesztését, és még számos más, a Bundeswehnrél rendszeresített harcjármű és tehergépjármű kifejlesztéséhez is hozzájárult. Sajnos a mérőjármű felett is eljárt az idő, az elektronikai, de a mechanikai, hidraulikus és pneumatikus elemei is jelentős felújításra szorulnának. Ez azonban a Bundeswehrben korábban nem jelentett elsődleges szempontot. A megváltozott geopolitikai körülmények generálta új, harcjárműveket érintő fejlesztések 2018-ban azonban már olyan igényt támasztottak az üzemeltetők felé, hogy a mérőjármű jelentős összegű és terjedelmű fejlesztését a Bundeswehr is fontosnak ítélte. Jelenleg a mérőjármű szétszerelt állapotban Trierben, a WTD-41 műhelyében várja a beépítendő újdonságokat, amelyekről egyelőre még nem szivárogtak ki részletek.

A Lauster vállalat napjainkban is működik, és ahogy az elmúlt időszakban,

jelenleg is különleges járművek, hajtásláncok és mérőberendezések fejlesztésével foglalkozik. Az MF 60 mérőjárművel nyert tapasztalatok alapján fejlesztett MF 30 mérőjármű az elődjénél sokkal szerényebb méretekkel és tulajdonságokkal rendelkezik, igaz, a feleakkora teljesítményosztály mérőjárművet testesíti meg. [8]

### HIVATKOZÁSOK

- [1] Поиск выхода из тупика. Часть 21., <https://alternathistory.ru/poisk-vyhoda-iz-tupika-chast-21-lauster-wargel-lw-3-1942-s-tremya-kolesami-tyagat-tanki-neperebor/?ysclid=lpjoz9yron736359238> (Letöltve: 2023.12.5.);
- [2] Lauster Wargel LW: пожалуй самые странные машины вермахта, <https://autohs.ru/avtomobili/spetsialnye/lauster-wargel-lw-pozhaluj-samyestrannye-mashiny-vermahta.html>, (Letöltve: 2023.12.5.);
- [3] Achsaggregat mit in diesem angeordnetem Antriebsmotor und Ausgleichsgetriebe <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/003603511/publication/AT240184B?q=pn%3DAT240184B>, (Letöltve: 2023.12.2.);
- [4] Auto und Technik Museum Sinsheim engedélyvel;
- [5] Dr. Frank C. Otto, Lauster GmbH. vezérigazgató gyűjteménye;
- [6] Kovács Miklós. A németek egyetlen célra építettek egy 80 tonnás géporiást a hetvenes években <https://www.vezess.hu/vezetunk/2021/10/11/a-nemetek-egyetlen-celra-epitettek-egy-80-tonnas-geporiast-a-hetvenes-evekben>, (Letöltve: 2023.12.5.);
- [7] Das Messfahrzeug MF60 video, WTD-41, Trier, 1975.;
- [8] LAUSTER Consulting, management and engineering company, <https://www.lauster.gmbh/kernkompetenzen.html>, (Letöltve: 2023.12.7.);
- [9] Forrás: <https://www.flickr.com/photos/pzbrig15/6083051859/sizes/h/> (Letöltve: 2023.12.07.).



19. ÁBRA.  
Egy PzH 2000 önjáró tarackágyú tesztelése MF 60-as mérőjárművel [5]