



6. ábra. A Gidrán segédaggregátora (Fotó: Zrínyi Nonprofit Kft./honvedelem.hu / RácZ Tünde)

Végvári Zsolt*

A korszerű harcjárművek áramellátásának sajátosságai **II. rész**

Kiegészítő áramellátás a Magyar Honvédség újonnan beszerzett harcjárműveiben

A szárazföldi csapatok megújuló eszközállománya új járművek és új képességek megjelenését jelentik, ám ezek révén eddig nem tapasztalt műszaki problémák is felmerülnek. A korszerű harcjárművek számos olyan fedélzeti eszközzel rendelkeznek, amelyekkel a korábbi típusok nem voltak felszerelve. Az új berendezések energiaellátása komoly műszaki kihívást jelent valamennyi gyártó számára. A tanulmány első részében a szerző azt vizsgálta, hogy erre a problémára világszerte milyen megoldások születtek. Bemutatta a harcjárművek fejlesztésének klaszterikus és új irányait, az elektromos eszközök alkalmazásának elterjedését a harcjárműveken, valamint a korszerű eszközök esetében a segédaggregátorok áramforrásként történő használatát.

LEOPARD 2

Különösen fontos számunka a Leopard 2 harckocsi, amelyet a világ csaknem 20 országának hadereje rendszeresített, hiszen a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program (HHP) keretében Magyarország is vásárolt ebből a típus-

ból. Egyelőre csak a kiképzési célból beszerzett 12 db Leopard 2A4HU állt szolgálatba, de hamarosan rendszerbe kerül 44 db Leopard 2A7HU is, valamint a szintén Leopard 2 alvázára épített 3 db Leguan 2HU hídvető és 5 db Wisent 2HU műszaki-mentő harcjármű is.

Érdekes, hogy ennek az egyébként igen fejlett harceszköznek még az A6 verziójában sem volt segédaggregátor, első alkalommal csak a 2013-ban, a Bundeswehr számára szállított A7DEU változat kapott ilyen berendezést. A kor igényeinek megfelelően azonban, a Magyar Honvédség számára rendelt harckocsiknak már valamennyi példány megkapta az APU-t, amely a páncéltest jobb hátsó részében kapott helyet.

A Leopard 2A7HU harckocsikba beépített osztrák gyártmányú Steyr M12 dízelmotor egy kereskedelmi forgalomban is elérhető polgári gyártmány, de természetesen validálták a katonai felhasználás igényeinek megfelelően is. A motor egy 24 V-os névleges feszültségű (valójában a generátor 25–28,5 V-ot állít elő, amelyet elektronika szabályoz le a névleges szintre) 20 kW-os, szénkefe nélküli generátort forgat, amely paraméterek lényegében megegyeznek a harckocsi főhajtóműve által működtetett generátoré-

* Mk. alezredes, MH Modernizációs Intézet, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola. ORCID: 0000-0003-2543-6049





7. ábra. A Leopard 2A7HU beépített segédaggregátora a kinyitott szervízajtó mögött. A gondos tervezés következményeként a leggyakoribb karbantartási műveletek elvégezhetőek további bontás nélkül (Fotó: Végvári Zsolt, 2021. Várpalota)

val. Az APU dízelmotorja soros elrendezésű, kéthengeres, négyütemű, vízhűtéses típus. Lökettérfogata 1066 cm^3 , maximális teljesítménye $26,4 \text{ kW}$ 3600 -as percnkénti fordulattal mellett, de az APU-ban üzemeltetve a motor a 2000 – 3200 -as fordulatszám-tartományban dolgozik. A teljes APU méretei: $898 \times 489 \times 417 \text{ mm}$, tömege kenőanyagokkal feltöltve 210 kg . Ötvenszázalékos terhelés mellett óránként 2 – 4 litert, teljes terhelésen maximum 7 liter hajtóanyagot fogyaszt. [18]

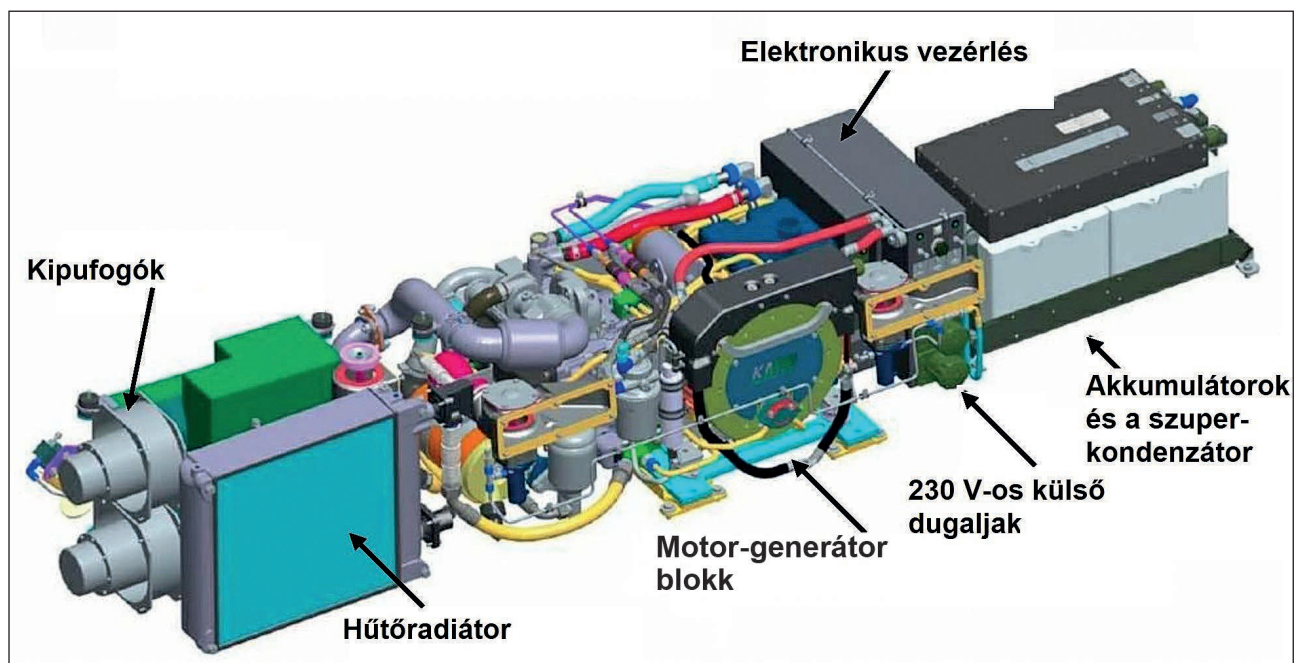
Az aggregátor a főhajtómű üzemanyag-tartályából veszi a hajtóanyagot. Álló helyzetben a szervízajtó kinyitását követően kívülről is indítható, de a fő vezérlőszervek a küzdőtérben találhatóak. Harci körülmények között, leállított főhajtómű mellett, a segédaggregátor automatikusan elindul, ha az akkumulátorok töltöttsége egy előre meghatáro-

zott szint alá esik. Az APU hűtőköre és kenési rendszere független a főhajtóműtől, így a főhajtóművet nem tudja melegíteni, de a hidegindításban részt vehet, ha pl. a hideg következtében nagyon lemerül³ a 6 db 12 V -os indítóakkumulátor. A harckocsiban egyébként összesen 8 db akkumulátor található, de ebből 2 működik ún. „finom körön”, amely nem vesz részt az indításban, és további 6 db-ot az indítókörcben, az ún. „durva körben” helyeznek el. A Leopard 2A4-nél még csak 2 finom és 4 durva köri akkumulátort alkalmaztak. Ezekhez még egy szuperkondenzátort is beiktattak az elektromos indítás rendszerébe. A szuperkondenzátor néhány másodpercig gyűjti az akkumulátorok vagy az APU által létrehozott villamos energiát, amit azután egy pillanat alatt rászabadít azt az indítómotorra, így jóval nagyobb indítóáramot produkálva, mint amire az akkumulátorok önmagukban képesek lennének.

A Leopard 2A7 felszereltsége – a nagy teljesítményű légkondicionáló berendezés, az APS beépítési lehetősége, és a számtalan fedélzeti infokommunikációs eszköz – egyértelműen indokolja az APU beépítését. A torony mozgatását, és a lövegcső emelését is villanymotor végzi, míg a korábbi változatokban ez még egy hidraulikus rendszer feladata volt, így leállított főhajtómű mellett a löveg nem is volt mozdítható. Itt érdemes megemlíteni, hogy a Leopard 2A7-es változataihoz hasonlóan minden esetben, így például az M1A2 SEPv3 esetében is az APU beépítését követően nyomban megváltak a hidraulikus toronymozgatótól, és áttértek a lényegesen praktikusabb és pontosabban szabályozható villamos mozgatásra.

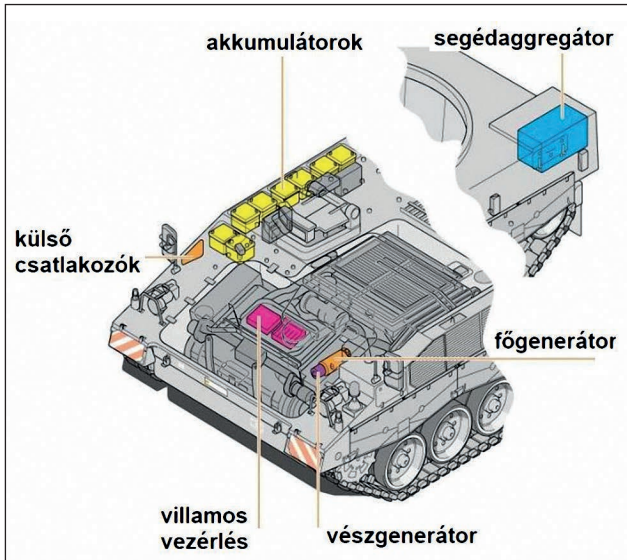
A segédaggregátor automatikusan leáll, ha a főhajtómű üzemel, ha a motortérben jelez a tűzjelző, ha túlmelegszik a hengerfej, ha alacsony az olajnyomás, vagy ha lezárnak azok a csappantyúk, amelyek mély gázló leküzdése esetén elzárják a főhajtómű fő légbefúvóit. További érdekesség, hogy a Leopard 2 műszaki-mentő változatában, a Wisent 2-ben ugyanez a Steyr motor működteti a hidraulika-szivattyút is, így a harcjármű, az APU üzemeltetésével saját főhajtóművének cseréjét is képes biztosítani. [18]

8. ábra. Az APU szerkezeti vázlatja. A 230 V -os külső csatlakozások a katari változat tartozékai, a magyar változatról érintésvédelmi okokból hiányoznak. Az APU végénél csak 4 db akkumulátor látható, a további 4 db a bal oldalon került elhelyezésre [18]



PANZERHAUBITZE 2000 (PzH 2000)

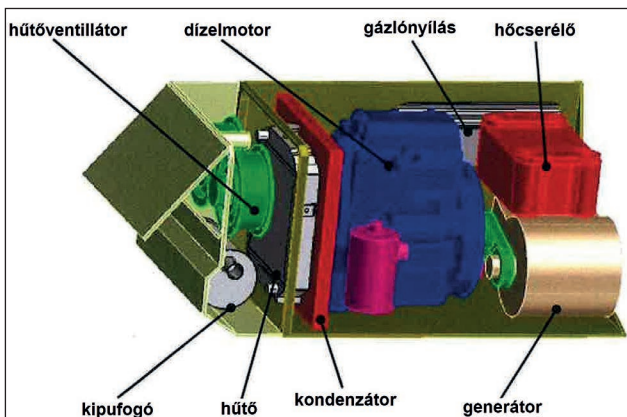
A Magyar Honvédségnél a szovjet gyártmányú, önjáró tűzéri eszközök kivonását követően (2Sz3 „Akacija” – 1993 és 2Sz1 „Gvozdika” – 2004) közel 20 évig csak a vontatott, szovjet gyártmányú D-20-as tarackok teljesítettek szolgálatot. A vontatott tűzéri eszközök azonban már nem felelnek meg a korszerű hadviselési követelményeknek, és a D-20 tarack képességei különben is a II. világháborút idézik, így időszerű volt az új tűzéri eszközök beszerzése. A 2018-ban aláírt szerződésnek megfelelően – e tanulmány kéziratának leadása előtt néhány nappal – érkezett meg a Németországtól rendelt 24 db PzH 2000HU típusú önjáró löveg első, referenciapéldánya.



9. ábra. A PzH 2000 főbb villamos részei (A KMW kiképzési dokumentumai alapján a szerző szerkesztése)

Természetesen ezt a típust is felszerelték egy segédaggregátorral, bár itt annak kialakítása a harckocsikétól kissé eltérő alapelvek mentén történt. A páncéltest bal hátsó oldalán kapott helyet az APU, ahogy az a korábbi változatoknál is történt. Az alapváltozat 1,9 kW-os teljesítménye azonban lényegesen kevesebb, mint a főhajtómű által forgatott 22,4 kW-os generátoré, amely nyilvánvalóan kizárja, hogy a segédaggregátor álló helyzetben árammal lásson el

10. ábra. A PzH 2000HU önjáró lövegben elhelyezett kombinált klíma/segédaggregátor blokkvázlata (A KMW kiképzési dokumentumai alapján a szerző szerkesztése)

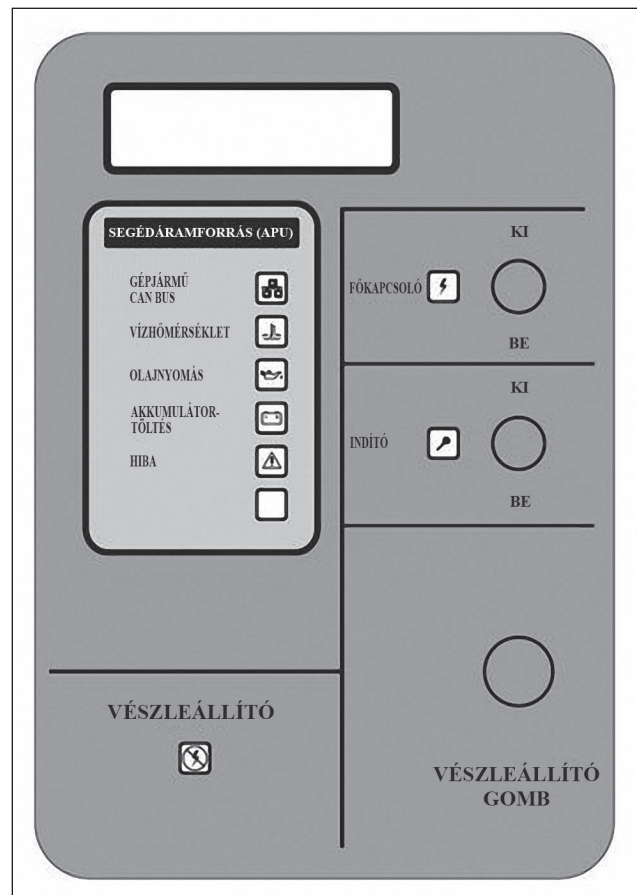


minden fedélzeti rendszert. A magyar változat egy lényegesen korszerűbb, kombinált berendezést kapott, amely egyszerre látja el az APU szerepét, illetve a főhajtóműtől függetlenül biztosítja a küzdőtér klimatizálását. A 210 kg tömegű dízelmotor névleges teljesítménye 15 kW, a klíma teljesítménye 8 kW, az ezen felül leadott villamos teljesítmény 6 kW. Ez még mindig alig negyede a főgenerátor teljesítményének, de a klíma terhelése nélkül már elégséges. Főleg, ha figyelembe vesszük, hogy korszerű önjáró tűzéri eszköz lévén kevés rendszernek kell álló helyzetben is üzemelni, mert a lövést/lövéseket követően a legtöbb esetben azonnal tüzelőállást váltanak az ellencsapás elkerülése érdekében. A PzH 2000 jobb mellső oldalán kapott helyet egy villamos kapcsolótábla, ez azonban nem külső eszközök tápellátására szolgál, hanem a jármű akkumulátorainak külső energiával történő fűtésére, illetve a motor indítására („bebikázására”). [19]

GIDRÁN

Az állóhelyzeti villamosellátás szempontjából nem lóg ki a HHP keretében újonnan beszerzett eszközök sorából a Gidrán sem. A török NuroI Makina által fejlesztett és gyártott Ejder Yalçın 4x4-es kerékképletű, növelt páncélvédelemmel ellátott harcjármű legkorszerűbb változatát a Magyar Honvédség Gidrán néven rendszeresítette. Miután az eredeti jármű csak egy platformnak tekinthető, a megrendelő igényei szerint számos változatot ki tudnak belőle alakítani, így a Gidránt is az MH elvárásai szerint szerelték

11. ábra. A Gidránon elhelyezett APU kezelőpaneljének elrendezése (Forrás: NuroI Makina kiképzési dokumentáció)



fel különféle rendszerekkel, így egyebek mellett egy segéd-aggregátorral is (6. ábra).

A jármű fedélzeti villamos rendszere 24 V-os, a főhajtómű által forgatott generátor teljesítménye 5,5 kW. A küzdőtér belső terének megtartása érdekében az APU elhelyezésére az egyetlen észszerű megoldás annak a farpáncél bal külső oldalára történő felszerelése mutatkozott. Az alig 53 kilogrammos szerkezet érdemben nem befolyásolja a több mint 14 tonnás harcjármű stabilitását, és a hátsó túlnyúlás sem zavaró, hiszen a jobb oldalon már ott van egy teljes értékű pótkerék. Sőt, az aggregátor kínálta szabad oldalfalra fel lehetett szerelni néhány sánckszerszámot is. Az aggregátor lelke egy 479 cm³-es Kubota Z482-E3B kéthengeres, álló elrendezésű szívódízelmotor. Ez egy kereskedelmi forgalomban elérhető, biztonságosan működő, általános felhasználású motor, amely számos civil eszközben már bizonyította megbízhatóságát, alacsony gondozási igényét. Névleges teljesítménye 3600-as fordulatszám mellett 10,9 kW, de itt csupán egy 3,3 kW-os generátort forgat 1800-as fordulatszámon, amely jó hatással van mind az üzemanyag-fogyasztásra, mind a motor várható élettartamára. [20]

Az aggregátor saját kenési és vízhűtőkörrel rendelkezik, nem vesz részt a főmotor hidegindításában, arra külön előmelegítő rendszer szolgál. Saját, 2 literes üzemanyag-tartaléka azonban a fő üzemanyagrendszerből tölthető fel. Külső fogyasztókat nem lát el, illetve kívülről nem is indítható, csupán a kabinban a bal oldalsó „B” oszlopon elhelyezett panelről. Érdemes megjegyezni, hogy a jármű méretéhez képest az akkumulátorok kapacitása jelentős: 120 Ah a gépjármű fő rendszerei számára, és 70 Ah a fegyverrendszerek számára (a szintén 24 V-os fedélzeti rendszerrel ellátott, de jóval súlyosabb Leopard 2, és a PzH 2000 esetében ez az érték 400 Ah). Ezek segítségével a jármű hosszú percekig képes némán várakozni, mielőtt még indítani kellene az APU-t.

LYNX

Minden szempontból külön kategóriát képez a LYNX. Ez a gyalogsági harcjármű a legújabb fejlesztés, technológiai szempontból sokkal korszerűbb az előzőekben bemutatott három eszköznél, így számos kihívást – amelyeket azoknál új berendezések utólagos installálásával oldottak meg – itt már a tervezés első lépéseinél kezelni tudtak. A jármű specifikációi egyrészt még nem is véglegesek, másrészt sok esetben titkosak is, így a segédaggregátorról is keveset tudni. A jármű állóhelyzeti villamos ellátását természetesen

itt is meg kellett oldani, de az eddig napvilágot látott információk alapján a mérnökök teljesen újszerű módon közelítették meg a kérdést: ugyanis nem került külön APU a harcjárműbe beépítésre.

A 12 literes Liebherr D976 duplaturbós dízelmotor „Normal” módban maximum 800 kW teljesítményt szolgáltat, de az úgynevezett „Boost” módban rövid időre akár 850 kW-ot is. Létezik egy „Economy” mód is, amely mellett a motor csak 600–650 kW közötti teljesítményt ad le, ugyanakkor képes megfelelni a US Tier II károsanyag-kibocsátási normáknak. E tanulmány szempontjából azonban a legérdekesebb az „APU” mód. Ilyenkor, még nem részletezett megoldások alkalmazásával – vélhetően szoftvervezérelt módon –, a motor csak akkora teljesítményt állít elő, amely éppen elég a 25,2 kW-os generátor és egy hidraulika szivattyú meghajtásához, zaj- és hőkibocsátása azonban alacsony, illetve az üzemanyag-fogyasztása is igen szerény marad.

A megoldás kétségtelen előnye, hogy nem kell egy plusz motort beépíteni, amely jótékonyan csökkenti a rendszer komplexitását, nem rontja a küzdőtér kihasználhatóságát, és legalább 200 kilogrammal csökkenti a harcjármű tömegét is. Az APU-módban működő motor pedig nyilvánvalóan megfelelő hőmérsékleten tartja a hűtővizet és az olajat is, így a normál vagy takarékos módokba történő átmenet is zökkenőmentes. Nem ismert, hogy milyen technikát alkalmaznak az APU-mód megvalósítása során, de ha pl. a hengerek egy részének lekapcsolásával operálnak, az mindenképpen lényegesen nagyobb fogyasztást eredményez, mint a különálló APU, hiszen akkor egy igen jelentős passzív tömeg ellenállását is le kell győznie a motornak. Ennek lehet realitása, mert a teljesen feltöltve több, mint 2 tonnás motornak valószínűleg a főtengelye is nehezebb, mint maga a villamos generátor.

ÖSSZEZÉS

Aligha kétséges, hogy a belátható jövőben a harcjárművek egyik legfőbb fejlesztési trendje azok teljes elektronizálása, digitalizációja marad, amely a fedélzeti villamos rendszerek teljesítményének folyamatos növekedését indukálja majd. Ezt a villamos energiát egyszer talán a jelenleginél nagyságrendileg nagyobb kapacitású akkumulátorok, esetleg hidrogén és napenergia biztosítják majd, sőt nem elképzelhetetlen az atomenergia harcjárművekben történő alkalmazása sem [19], de még jó ideig a hőerőgépekkel forgatott generátorok jelentik a minden szempontból optimális megoldást. Egyelőre nem látszik, hogy a gépjárműiparban meg-

3. táblázat. A Magyar Honvédségben rendszeresített és rendszeresítésre kerülő harcjárművek főbb villamos paraméterei (A szerző szerkesztése)

Harcjárműtípus	T-72	Leopard 2A7	BTR-80	Gidrán	PzH 2000
Harcjármű tömege (t)	44,5	66,5	13,6	14	55,8
Villamos rendszer névleges feszültsége (V)	24				
Akkumulátorok kapacitása (Ah)	280	400	190	120 + 70	400
Főgenerátor teljesítménye (kW)	10	20	2 × 3	5,5	22,4
APU teljesítménye (kW)	–	20	–	3,3	6 + 8
Fajlagos villamos teljesítmény (W/t)	0,225	0,301	0,441	0,393	0,401
Fajlagos APU-teljesítmény (W/t)	–	0,301	–	0,236	0,251

lévő trendek, azaz a hibrid, illetve teljesen villamos hajtás-láncok mikorra terjedhetnek el a haditechnikában, ugyanis ezen eszközök esetében a környezetvédelem oltárán biztosan nem fogják feláldozni a teljesítményt.

A mellékelt táblázat tartalmazza a tárgyalt harcjárművek, illetve az összehasonlítás kedvéért a Magyar Honvédségben még rendszerben álló két szovjet/országi gyártmányú harcjármű főbb villamos paramétereit. De a táblázatos adatok kissé csalókák, ugyanis a szovjet/országi haditechnika adatai nem a valós igényeket tükrözik. A T-72-es harcocsiban lévő generátor egyben az indítómotor is, míg a BTR-80-as esetében csak azért duplikált a generátor, mert ez a konstrukció a logisztikai ellátási rendszerben már más eszközökön is szerepelt (pl. a korábban már említett 2Sz1 „Gvozdjika” önjáró tarackon) változatlan formában. Tehát a szovjet/országi eszközöknél a biztosított villamos teljesítmény mindkét esetben erősen túlméretezett, míg az újonnan beszerzett eszközök esetében a fedélzeti villamos rendszer minden elemét a valós várható igények ismeretében határozták meg.

Látható, hogy az ezredforduló előttről származó harcjárművek jellemzően nincsenek felszerelve segédaggregátorral, addig a jövőben várható harctevékenységek dinamikája azt támasztja alá, hogy az álló helyzetben történő folyamatos energiaellátás már minden típusú (feladatú) harcjármű esetében megoldandó feladat, amelyre jelenleg – még elég hosszú időn keresztül – az APU-k alkalmazása (esetleg az üzemmód főhajtóműben történő implementálása) lesz a kényes megoldás. Szerencsére ez a szempont a HHP keretében beszerzett eszközök mindegyikénél figyelembe-

vételre került, így azok hosszú ideig történő alkalmazásánál ezen képesség hiánya nem lesz akadályozó tényező.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző ezúton kíván köszönetet mondani a Krauss-Maffei Wegmann, a Nurol Makina, és a Rheinmetall Hungary Kft. magyarországi munkatársainak, valamint Ocskay István ezredes úrnak az MH Modernizációs Intézet K+F igazgatójának, a tanulmányhoz szükséges adatok rendelkezésére bocsátásáért.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [18] „Leopard 2 és Wisent 2 platform technical documentation”. KMW, 2016.;
- [19] „Pzh 2000 technical documentation.” KMW, 2018.;
- [20] „Gidrán felhasználói útmutató.” Nurol Makina, 2021.;
- [21] Zsolt, Végvári. „Kilopower – villamos erőmű a Marson”, *Haditechnika* 53, sz.2–3 (2019): 43–46., 39–42., <http://doi.org/10.23713/HT.53.2.08>; <http://doi.org/10.23713/HT.53.3.08>.

JEGYZETEK

- 3 Az akkumulátorok 5 °C alatt egy fűtőpárnán keresztül képesek önmagukat melegen tartani, ami ugyan meríti őket, de kevésbé, mint amennyi energiát a nagy hideg következtében veszítenének.

Pintér Zoltán Árpád

Fabriczy Kováts Mihály – Michael Fabriczy Kováts

„Ki volt valójában ez a legalább öt nemzet haderejében szolgáló, legalább három nyelvet beszélő, az udvari Haditanács által megfigyeltetett, a történészek négy generációját lassan egy évszázada megmozgató rejtélyes személyiség? Talán kalandor, esetleg kém?” – teszi fel a kérdést a szerző a kétnyelvű (magyar–angol) kötet előszavában. Fabriczy Kováts Mihály, hosszú pályája során Mária Terézia, XV. Lajos, II. (Nagy) Frigyes és George Washington tábornok könnyűlovass katonájaként harcolt, és kiképzőként részt vett többek között a lengyel állam fennmaradásáért megalakult bari konföderáció létrehozásában. Katonai pályáját közhuszárként kezdte, majd Európa haderőiben főstrázsamesteri rangig jutott, utóbb a kontinentális hadseregben ezredes parancsnokká lépett elő. A kétségkívül tehetséges, minden valószínűség szerint kiemelkedően művelt, ugyanakkor kalandvágyó Kováts a neki jutott 55 életéből kisebb megszakításokkal 39 éven keresztül szolgált huszárként, ebből mintegy 30 évet töltött idegen katonai szolgálatban. Az amerikai függetlenségi háborúban, a charlestowni csatamezőn halt hősi halált 1779-ben.

Pintér Zoltán Árpád történész három nagy fejezetben idézi fel Fabriczy Kováts Mihály életpályát, a XVIII. század nagyhatalmi konfliktusait és a korra jellemző fegyvernemeket. A szerző kiemelt figyelmet szentel a könnyűlovass katonák karcagi kötődésének és családi hátterének, majd sorra veszi azokat a történelmi és magánéleti mozzanatokot, amelyek a magyar huszárt mind tovább vitték a különböző hadszíntereken. Az egyes fejezetek végén bőséges jegyzetanyag, a hadtudományi kötet záró részében irodalom- és forrásjegyzék segíti a téma iránt érdeklődő olvasókat.

A Zrínyi Kiadónál megjelent, színes térképekkel és reprodukciókkal illusztrált keménytablás kétnyelvű kötet terjedelme 241 oldal. 8500 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadótól is, 25%-os helyszíni kedvezménnyel. Cím: 1024 Budapest, Fillér utca 14., (tel.: 06 1-459-5373, e-mail: cinti@hmzrinyi.hu), továbbá megrendelhető a shop.hmzrinyi.hu weboldalon. (R.A.)

