

6. ábra. A Zero DSR Blackforest enduró motorkerékpár 52 kW-os (70 LE-s) teljesítménye és mérete akár 2 fő és 50 kg felszerelés szállítását is lehetővé teszi, ami a katonai alkalmazás szempontjából is hatékony lehet [27]

Hegedűs Ernő\*

## Szálerősítéssel anyagok 3D-s nyomtatásának hadiipari alkalmazási lehetőségei **II. rész**

### UAV-k és elektromos enduró motorkerékpárok a haderőben és a katonai logisztikában

**A** cikksorozat első részében a szerző a katonai repülőgépipar, azon belül is az UAV szerkezeti gyártás területére fókuszálva vonultatta fel a szálerősítéssel 3D-s anyagok felhasználási lehetőségeit. A második részben, a repülőgép sárkányszerkezetének bemutatása után az érdeklődő olvasó megismerkedhet a szálerősítéssel anyagok további felhasználási lehetőségeivel a repülőgép más részein, illetve a szárazföldi katonai járművek esetében is.

#### **A SZÁLERŐSÍTÉSEL 3D-S NYOMTATÁS SZEREPE AZ ÜZEMBEN TARTÁS, AZ ALKATRÉSZEK ÉS A JAVÍTÁS FOLYAMATAIBAN, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ UAV-K HARCTÉRI ÜZEMELTETÉSÉRE**

Műveleti területen, a leszállás és a katonai tevékenységek során gyakori az alkalmazott UAV-k részegységeinek sérülése. Katonai szempontból egy sérült UAV-légcsavar, vagy sárkányszerkezeti elem, esetleg bármely sérült műanyag alkatrész pótlása – a tábori raktárkészlet korlátai miatt – akadályokba ütközhet távoli hadszíntéren (pl. missziós

alkalmazás során). Ekkor juthat szerephez a 3D-s nyomtatás „bevetése”. Elméleti példaként említhető, hogy quadcopter UAV-kenél – például a Magyar Honvédségnél alkalmazott Milvércse esetében – gyakori lehet a légcsavarok sérülése. A 3D-s nyomtatással utángyártott légcsavar szilárdsági mutatóinak célszerűen legalább olyan szintűeknek kell lenniük, mint az eredeti alkatrészé. E cél elérését segítheti elő a szálerősítéssel 3D-s nyomtatási technológia.

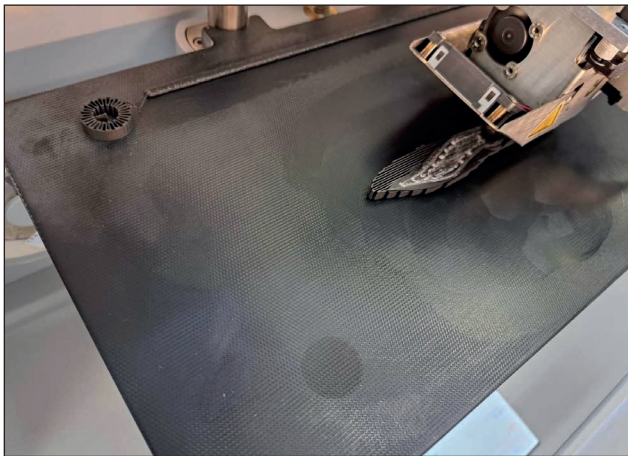
UAV-légcsavar 3D-s technológiával történő gyártására hazai kutatások is folynak, például a Pécsi Tudományegyetemen (PTE). Mint dolgozatában Fábíán Zoltán írja: „Különösen fontos számunkra a megfelelő propeller (légcsavar – H. E.) kiválasztása vagy igényeink szerinti gyártása. Ez befolyásolja a drón repülési idejét, maximális sebességét, gyorsulását, a rendszer határfokát és stabilitását ... ill. a 3D nyomtatóval nyomtatott propeller adatait, tulajdonságait összehasonlítom a gyári propellerrel. Vizsgáljuk a 3D nyomtatás képességeit a drónpropeller gyártásában.” [28]

A szálerősítéssel 3D-s nyomtatás alkalmazásával olyan minőségű szerkezeti szilárdság elérésére nyílik lehetőség,

\* Alezredes, PhD, NKE Hadtudományi és Honvédtisztviselői Kar, Haditechnikai Tanszék, adjunktus.  
ORCID: 0000-0001-8457-5044







7. ábra. UAV-légcsavar gyártása üvegszál-erősítéssel (Fotó: Hegedűs Ernő)

amely – például egy UAV-légcsavar esetén – nemcsak az eredeti, sérült alkatrész szilárdsági mutatóit éri el, hanem azt meghaladva lehetővé teszi egy következő töréses meghibásodás elkerülését. A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kara (NKE HHK) 2022-ben több 3D-s nyomtatót szerzett be. A Kar Haditechnikai Tanszéke „3D nyomtatás alkalmazása katonai logisztikában és hadiiparban” tárgyú kutatása kiemelt kutatási terület, amelynek célja a 3D-s nyomtatás katonai aspektusainak kutatása és oktatása. A Nemzeti Közszolgálati Egyetemen a TKP2021-NVA-16 számú project keretében a próbagyártáshoz alkalmazott Markforged Onyx Pro 3D kompozitnyomtató, és alapanyagainak műszaki paraméte-



8. ábra. Három réteg folyamatos üvegszál-erősítéssel és vágott széniszál-erősítéssel gyártott UAV-légcsavar (Fotó: Hegedűs Ernő)

9. ábra. Célszerűen 3D nyomtatással előállítható fejlett toroid geometriájú UAV légcsavar [51]



reit e tanulmány I. részében ismertettük. Az alábbiakban bemutatandó kompozitszerkezetű UAV-légcsavar három olyan rétegvastagságú beépítésével került kinyomtatásra, amelyek lényegében mindkét légcsavartoll mentén teljesen végigfutnak.

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Haditechnikai Tanszék kompozitnyomtatásra is alkalmas 3D-s nyomtatójánál az alkalmazott rétegvastagság: 100–200 µm. Az eszköz folyamatos szálerősítéses munkadarabok nyomtatására képes. Az alkalmazott Onyx mátrixanyag: nylon (PA6 poliamid), rövid (vágott) szálú széniszál-erősítéssel. Folyamatos üvegszál-erősítés került beépítésre három, lényegében a teljes légcsavartoll-fesztávolságot kitevő terjedtségű rétegbe. (7. ábra) A nyomtatási idő 2,25 óra volt.

Megjegyzendő emellett, hogy az UAV-légcsavarok fejlesztésében a 3D nyomtatás, mint gyártástechnológia, tág teret nyit a komplex toroid geometriájú – a korábbinál kevésbé zajos és számos más előnyös tulajdonsággal is bíró – légcsavarok gyártása felé, amely folyamat során fontos szerep jut majd a folyamatos szálerősítéses 3D nyomtatásnak. [51]

### LÉGI JÁRMŰVEK SZERKEZETÉNEK TÖMEGCSÖKKENTÉSE 3D-S NYOMTATÁS ALKALMAZÁSÁVAL, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A SZÁLERŐSÍTÉSES MŰANYAG ALAPANYAGOKRA

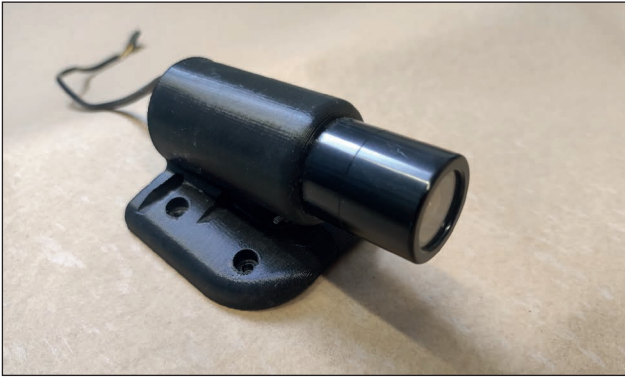
3D-s nyomtatás alkalmazásával megvalósítható a légi járművek szerkezetének tömegcsökkentése, de más, repülőműszaki szempontból előnyös tulajdonság is elérhető az alkalmazásukkal (pl. tetszőlegesen áramvonalas geometria). Az alábbiakban néhány példát ismertetünk ezzel kapcsolatban, különös tekintettel a magasabb fokú szilárdságot (és hőállóságot) biztosító szálerősítéses műanyag alapanyagokra.

A texasi LIFT Aircraft Inc. eVTOL (electric vertical takeoff and landing – elektromotorokkal függőlegesen fel- és leszálló) gyártó a légi jármű 100 alkatrészét 3D-s nyomtatással készítette, ezzel mintegy 40%-os tömegcsökkenést ért el. [29] A szálerősítéses 3D-s műanyag nyomtatás technológiája az UAV-gyártásban orosz relációban is alkalmazást nyert. A Skolkovo Institute of Science and Technology (SKOLTECH – Moszkva) kutatóinak tapasztalatai szerint az egyes komplex geometriájú részegységeknél akár 60%-os tömegcsökkenés is megvalósítható ezzel a technológiával, emellett az alkatrészek hőszilárdsága is növelhető. [30]

UAV-gyártás során alkalmazott 3D-s műanyag nyomtatásra hazai kutatási példák is ismertek, pl. a Loricatus UAV-

10. ábra. UAV-ra függeszthető, 3D-s műanyag nyomtatással előállított áramvonalas teherkonténer [31]





11. ábra. A HM EI Zrt. által gyártott METEOR-3MA gázturbinás, pilóta nélküli célrepülőgép 3D nyomtatott kameratartó konzolja, a kamerával (Forrás: HM EI Zrt.)

teherkonténer. Az UAV-ra függeszthető, 3D-s műanyag nyomtatással előállított teherkonténer kialakítására tetszőleges áramvonalas formában biztosított lehetőséget az additív gyártástechnológia. A Loricatus Delivery Box (9. ábra)

12. ábra. Onyx Pro szálerősítésű műanyagból, 3D-s nyomtatással készült műszertároló kapszula egy cseh tűzoltósági UAV-n [32]



egy 7300 cm<sup>3</sup> térfogatú, 626 gramm tömegű tároló, amelyben 2 kilogramm hasznos teher szállítható.

Megemlítendő továbbá, hogy a HM Elektronikai, Logisztikai és Vagyonkezelő Zártkörűen Működő Részvénytársaság (HM EI Zrt.) évtizedek óta foglalkozik UAV-k fejlesztésével és gyártásával, amelyekhez 3D-s technológiával nyomtatott alkatrészeket is felhasználnak. Ezeket a HM EI Zrt. Repülési Divíziója Craftbot Plus típusú 3D nyomtatóval állítja elő a pilóta nélküli repülőeszközöket gyártó műhelyében. (10. ábra)

A DronySIT cseh robotokat és tűzoltó drónt gyártó cég is széles körben alkalmaz szálerősítésű kompozitanyagokat. A 11. ábrán láthatók, a cseh tűzoltóság által alkalmazott katasztrófavédelmi drón ledobható nyomtatott „bombái” (szenzorkezeszei), amelyek a tűzeset területén a levegő minőségét, szennyezőanyag-, illetve oxigéntartalmát stb. paramétereket mérő szenzorokat tartalmaznak, ezzel segítve a biztonságos és hatékony oltás megszervezését.

A ledobható nyomtatott szenzorkezeszei anyaga Markforged szálerősítésű Onyx kompozit, míg a piros záróelem-alkatrész FFF nyomat (Fused Filament Fabrication). A drónról ledobott szenzordobozokat legin-



kább erdőtüzek esetén használják, de más tüzesetek felderítésében is hasznos segítséget nyújthatnak. A DronySIT számos további UAV-alkatrész és -tartozék, illetve robot-szerkezetielem gyártásánál alkalmazza a Markforged Onyx anyagot. [32]

**SZÁLERŐSÍTÉSŰ 3D NYOMTATOTT ALKATRÉSZEK JÖVŐBENI FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI KATONAI ALKALMAZÁSÚ TEREPI (ENDURÓ) MOTORKERÉKPÁROK GYÁRTÁSÁNÁL ÉS JAVÍTÁSÁNÁL**

Az additív gyártástechnológia – elsősorban a szálerősítéses 3D-s nyomtatást kiemelve – fokozottan alkalmas motorkerékpár-alkatrészek szerkezetitömeg-optimalizált formában történő gyártására is. A 2022-ben kitört orosz-ukrán háború tapasztalatai alapján az ukrán tartalékos erők páncéelhárító rajai széles körben alkalmazzák az elektromos motorkerékpárt. Az elektromos motorkerékpár alkalmazásával csendben – belső égésű motor hiányában lényegében zaj- és infrakibocsátás nélkül, nehezen felderíthető módon, rejtve – nagy távolságokat tehetnek meg. A különleges műveleteknél, vagy a páncéelhárító rajok harctevékenységeiben a csendes, rejtett tevékenység létfontosságú, nagy előnyt jelent a gyorsaság és a meglepetés ereje – mindezt elsősorban elektromos járművekkel lehet kivitelezni. Ezért is mutatkozik fokozott igény a hangtalan e-járművekre, az elektromos motorkerékpárokra, amelyeket immár a DARPA<sup>5</sup> is fejleszt. [33] Napjainkban több hadsereg, köztük az Egyesült Államok hadereje is aktívan kutatja az elektromos motorkerékpárokban rejlő lehetőségeket. A katonai motorkerékpárok alkalmazása a lehető legkisebb fajlagos szerkezeti tömeg mellett teszi lehetővé két személy, és kézifegyverek szállítását. A főleg civil e-bike-okat gyártó, ternopili székhelyű Eleek ukrán cég Eleek Atom katonai e-bikejait is használják a háborúban. Az ukrán-amerikai Delfast vállalat elektromos terepmotorjára – valójában egy elektromos kerékpárra – szerelt konténerben az NLAW vagy Jawelin páncéltörő rakéta zajtalanul jut ki az ellenség páncélos oszlopainak közelébe. Az elektromos motorkerékpárok nem bocsátanak ki hőt,

13. ábra. A 34 kW-os (46 LE-s) Zero Motorcycles elektromos katonai terep-motorkerékpár (enduró) két fő szállítására alkalmas [34]



teljes csendes készenléti állapotban várakozhatnak a „rajtaütés és menekülés” típusú műveletek esetében.

Elektromos katonai motorkerékpárokat az amerikai hadsereg is alkalmaz. A kaliforniai Zero Motorcycles cég egy enduró motorkerékpárt készített az amerikai hadsereg megrendelésére. A lítium-ion akkumulátoros Zero Motorcycles MMX legnagyobb teljesítménye 34 kW (46 LE), csúcnyomatéka 106 Nm. Hatótávolsága 130 km vagy 175 perc. A zajtalan, mozgékony motorkerékpár elsősorban felderítő és különleges műveletek végrehajtásához alkalmas. Az egy (ZF2.8) vagy két (ZF5.7) modulból álló akkumulátor-rendszer külön-külön is mozgatható, gyorsan cserélhető, és akár egy óra alatt is feltölthető. A motorkerékpár végsebessége 137 km/h, a hátsó kereket lánchajtással hajtják. Tömege 131 kg. (12. ábra)

A második példa a Zero 2020-ban bemutatott DSR (dual-sport) Blackforest enduró motorkerékpárja. Ennek menetkész tömege 210 kg. Meghajtásáról 3500 1/min fordulatszámánál 52 kW (70 LE) teljesítményű, 155 Nm forgatónyomatékú elektromos motor gondoskodik, amelynek teljesítményét bordázott szíjhajtás juttatja el a hátsó kerekre. [35] (Az SR/S vagy SR/F változat 81 kW-os (110 LE-s), nyomatéka 190 Nm.) Az akkupakk 14,4 kWh kapacitású (de rendelhető 18 kWh-s akkumulátorral is). Hatótávolsága vegyes használatban 180 km, amely a Power Pack csomaggal 225 km-ig tolható ki. Gyorsulása 100 km/h-ra 3,9 másodperc. A jármű végsebessége elektronikus szabályozással 165 km/h-ban limitált. A terepképes túramotor elől 2,50×19, hátul 3,50×17 broncsú kerekei könnyűfém öntvényből készültek, és elől-hátul tárcsafékkal szerelték fel. Az akkumulátor töltési ideje 8–10 óra (PC kábellel, fali konnektorból), a 6 kW-os Charge Tank gyorstöltővel 2,5 óra. (6. ábra)

Mint látható, az elektromos motorkerékpár hatótávolsága megnövelhető 130 km-ről 180 km-re, azonban – a nagyobb mennyiségű akkumulátorok többlettömege miatt – a motorkerékpár szerkezeti tömege is 130 kg-ról 210 kg-ra növekszik. Ezért az elektromos katonai motorkerékpárok fejlesztésének egyik kulcseleme a tömeg csökkentése, amely nemcsak az akkumulátorok tömegének a csökkentését jelenti, hanem a vázszerkezetét és a futóműét is. E területen jelentős szerephez juthatnak a különféle szálerősítésű kompozit anyagok és a szálerősítésű 3D nyomtatott alkatrészek is.

14. ábra. A Készenléti Rendőrség Zero FX ZF6.5 elektromos terep-motorkerékpárjai (endurói), amelyekkel elsősorban a déli határszakaszon járőröznek [36]







15. ábra. Kalasnyikov elektromos katonai motorkerékpár [37]

A Zero elektromos motorkerékpárok alkalmazása nemcsak a haderőben, de a rendvédelmi szerveknél is előnyös lehet – például a határőrizetben. Ezért kezdte meg Magyarországon a Rendőrség a Zero motorkerékpárok alkalmazásának vizsgálatát. A Készenléti Rendőrség Zero FX ZF6.5 elektromos enduróival – kísérleti jelleggel – elsősorban a déli határszakaszon járőröznek.

A Készenléti Rendőrség négy darab Zero FX6.5 elektromos motorkerékpárt szerzett be. A Zero FX ZF6.5 A ZForce(R) elektromos erőforrásra épülő motorkerékpárok névleges motorteljesítménye 34 kW (46 LE), legnagyobb forgatónyomatéka 106 Nm, és egy töltéssel legfeljebb 130–140 kilométert tehetnek meg. 160 km/h-s végsebességgel és gazdaságos üzemmódban akár 210 kilométeres hatótávolsággal is használható motorok. Fajlagosan

16. ábra. Az NJE Supermoto elektromos motorkerékpárt Magyarországon fejlesztették ki (Fotó: Sárkány Tamás)



ugyan sokkal drágábbak, mint a hasonló paraméterekkel bíró, belső égésű motorkerékpárok, de az üzemeltetési költségeik annyira alacsonyak, hogy már középtávon megtakarítást jelentenek. (13. ábra)

A Kalasnyikov fegyveripari konszern is – amely leginkább az AK–47-es gépkarabély kapcsán ismert a világpiacon – elektromos motorkerékpárokat mutatott be a Moszkvában megrendezett Army 2017 nemzetközi haditechnikai szakkiállításán. Két változatot mutattak be: az egyiket a haderő számára, míg a másikat a rendőrségnek szánják. [38] A jármű párban alkalmazott lítium-vas-foszfát és lítium-polimer akkumulátorokkal 150 km-t képes egy feltöltéssel megtenni. A motorkerékpár tömege 165–245 kg között változik – ez függ a választott akkumulátor-pack méretétől, a maximális sebessége 100 km/h. (14. ábra)

Hazai elektromos motorkerékpár-fejlesztési példaként említhető 2022-ből az NJE Supermoto. [39] A jármű fejlesztői a Neumann János Egyetem GAMF Műszaki és Informatikai Kar Innovatív Járművek Tanszékének munkatársai és hallgatói voltak. [40] A motort hétköznapi használatra szánták. Az akkumulátort úgy optimalizálták, hogy a lehető legrövidebb idő alatt fel lehessen tölteni. Gyorstöltővel két óra alatt el lehet érni a teljes töltöttséget, amellyel azonban mindössze 70 kilométert képes megtenni a jármű. (15. ábra)

A motorkerékpár több üzemmódban is használható, a különböző lehetőségek között egy kapcsoló segítségével lehet választani. Az ECO mód gazdaságos, városi közlekedést tesz lehetővé. Ha valaki nagyobb teljesítményre vágyik, akkor azt a sport üzemmód teszi lehetővé, amely fokozat – 100 km/órás maximális sebességig – egy 125 cm<sup>3</sup>-es belső égésű motor erejét biztosítja az NJE Supermoto számára. Az NJE Supermoto fejlesztésével kapcsolatban a Magyar Honvédség is érdeklődést mutatott, és a motorkerékpárt bemutatták egy katonai szakkiállításán is. Műszaki adatai: sebessége 100 km/h, maximális hatótávolsága 100 km (ECO üzemmódban) motorteljesítmény 5/11 kW, maximális forgatónyomatéka 70 Nm, teherbírása 130 kg. Bár a hazai NJE Supermoto paraméterei biztatóak – egyebek mellett – hatótávolsága jelenleg nem felel meg a katonai követelményeknek, azt mintegy 50–70%-kal szükséges megnövelni.

A jövőbeli elektromos motorkerékpár-fejlesztés egyik iránya az anyagtudományra és a gyártástechnológiára koncentrálnak – a szerkezeti tömeg csökkentése és a hatótávolság növelése érdekében. A fejlesztés lehetséges eszközei és területei:

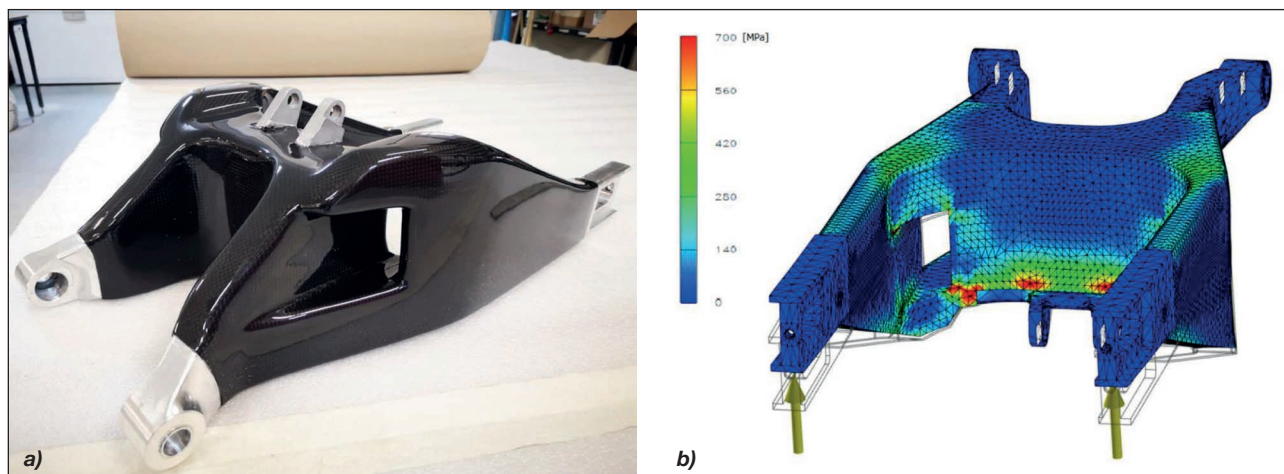
- 3D-s nyomtatással előállított alkatrészek és fődarabok (köztük a váz és a lengőkarok);
- a kompozitanyagok is fokozottabb szerepet kaphatnak a motorkerékpár vázszerkezetének és egyéb alkatrészeinek kialakításában;
- különféle fémhabok és szendvicsszerkezetek alkalmazása. (16. ábra)

Hazai műszaki kutatások is folynak az elektromos motorkerékpárok hatótávolságának növelése érdekében. [43] A kutatások között fontos terület a szálerezítésű vázanyagok bevezetésének kérdése – különös tekintettel a szén-szál anyagok alkalmazására. [44] A 3D-s nyomtatással előállított szerkezeti elemek – amelyek közül műanyagok esetében jelentősen kedvezőbb szilárdsági mutatóik miatt (részletek a cikk I. részében) elsősorban a szálerezítésű műanyagok jöhetnek szóba – bizonyos mértékig hozzájárulhatnak az elektromos motorkerékpárok szerkezeti tömegének csökkentéséhez. Ezen kutatások során – más tényezők mellett – fokozottan célszerű figyelembe venni, az egészségkárosító hatások minimalizálását, illetve a munkavédelmi megfontolásokat is. [45]



1. táblázat. Az elektromos katonai motorkerékpárok főbb műszaki adatai [37] [40][41] [42]

Paraméterek	Delfast	Eleek Atom	Zero Motorcycles MMX	Zero DSR Blackforest	Kalasznyikov	Supermoto
Kategória	elektromos kerékpár	elektromos motorkerékpár	elektromos enduró	elektromos túraenduró	elektromos enduró / túraenduró	elektromos enduró
Tömeg [kg]	70	70	131	210	165/240	nincs adat
Terhelhetőség [kg]	135	nincs adat	160	200	90–160	130
Szállítható személyek [fő]	1	1	2	2	1-2	1
Teljesítmény [kW/LE]	6 / 8	3 / 4	34 / 46	52 / 70	nincs adat	11 / 15
Nyomaték [Nm]	150	nincs adat	106	160	nincs adat	70
Akkumulátor	nincs adat	nincs adat	lítium-ion	14,4 kWh lítium-ion	lítium-vas-foszfát/ lítium-polimer	nincs adat
Hatótávolság [km]	320	150	125	180	150	70
Töltési idő [h]	nincs adat	5	nincs adat	8-10 (gyorstöltő: 2,5)	nincs adat	gyorstöltő: 2
Maximális sebesség [km/h]	80	90	137	165	100	100



17. ábra. Szénszál-erősítésű motorkerékpár lengőkar-optimalizált rétegreddel [44]

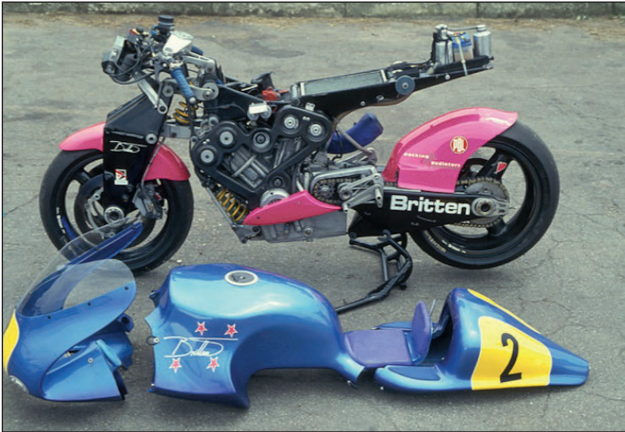
Az additív gyártástechnológia széles körű alkalmazhatóságára az elektromos motorkerékpár-építés jó példaként említhető, hogy Zliben, a cseh Tomas Bata Egyetemen egy 55 kW (74 LE) teljesítményű, 300 km hatótávolságú enduró motorkerékpár 66 elemét nyomtatták ki 3D-s műanyag nyomtatással, összesen 2500 m filament felhasználásával. [46] A szálerősítéses additív gyártástechnológia alkalmazása mellett azonban célszerű megemlíteni a kompozitanyagok alkalmazásának lehetőségét is a motorkerékpár-építésben – elsősorban a szerkezeti tömeg csökkentése céljából.

Kompozit szerkezeti elemek alkalmazására jó példa a Britten V1000 motorkerékpár, amely mindössze 143 kg-os tömeggel rendelkezik. Ennél a verseny-motorkerékpárnál kevlárból és szénszál-erősítésű műanyagból készült a hátsó lengőkar és az első villa, továbbá a kerekek is. [48] (17. ábra) Az 1990-es évek elején összesen 10 darab készült ezekből a verseny-motorkerékpárokból. (Napjainkban karbonrészegységek széles körű felhasználásával épült a Ducati Desmo d16RR NCR motorkerékpár.)

Jelentős tömegcsökkenést ért el az amerikai Divergent 3D cég Dagger típusú kísérleti 3D nyomtatott vázszerkezeti motorkerékpárjával. Ennek a szabványos szerkezeti elemei, mint a keréktárcsák, a féktárcsák, a féknyergek, a teleszkópvillák, a központi rugóstag és maga az erőforrás, hagyományos gyártástechnológiai eljárásokkal készültek Kawasaki H2 fődarabok felhasználásával. A vázat, a burkolatokat és az üzemanyag-tartályt azonban 3D-s technológiával nyomtatták. Az additív eljárással létrehozott elemek szénszál-erősítésűek, amelyek eredményeként összességében 50%-kal kisebb tömegűek, mint a hagyományos alkatrészek. [50] A 3D nyomtatott váz merevsége igen magas fokú. (18. ábra)

Összességében megállapítható, hogy a felsorolt technológiák és konstrukciók – az (elsősorban szálerősítéses) 3D-s nyomtatás, illetve a szálerősítésű kompozitanyagok –alkalmazásakor a szerkezeti tömeg csökkentése remélhető, amely egyaránt növeli az elektromos motorkerékpárok és az UAV-k hatótávolságát, terhelhetőségét.





18. ábra. Kompozit Britten V1000 motorkerékpár mindössze 143 kg-os tömeggel. Kevlárból és szénszál-erősítésű műanyagból készült a hátsó lengőkar és az első villa, továbbá a kerekek is [47]



19. ábra. Divergent 3D Dagger motorkerékpár szénszál-erősítésű 3D-s nyomtatott vázzal [49]

A tanulmány a TKP2021-NVA-16 számú project az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatással, a Tématerületi Kiválósági Program 2021 TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósult meg.



INNOVÁCIÓS ÉS  
TECHNOLÓGIAI  
MINISZTERIUM



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

## HIVATKOZOTT IRODALOM

- [27] Forrás: <https://www.flatoutmag.co.uk/features/zero-dsr-black-forest-electric-feels/zero-dsr-black-forest-small-7/> (Letöltve: 2023.5.26.);
- [28] Fábián Zoltán. Egyedi drónpropeller tervezése és gyártása. XXXIII. OTDK Műszaki Tudományi Szekció. Témavezetők: Horváth Zoltán egyetemi tanársegéd, PTE TTK; Zentai Norbert egyetemi tanársegéd, PTE TTK [https://otdk.hu/upload/files/1524303719\\_muszaki\\_rezume.pdf](https://otdk.hu/upload/files/1524303719_muszaki_rezume.pdf) (Letöltve: 2023.6.29.);
- [29] Aerospace - Achieving new heights with 3D printing. [https://www.materialise.com/en/industries/aerospace?gclid=EAlaIqobChMI3czK-sLo\\_wIVSprVCh2D2AQnEAAYAAAEgJho\\_D\\_BwE](https://www.materialise.com/en/industries/aerospace?gclid=EAlaIqobChMI3czK-sLo_wIVSprVCh2D2AQnEAAYAAAEgJho_D_BwE) (Letöltve: 2023.6.29.);
- [30] Azarov, Andrey – Antonov, Fedor K. – Golubev, Mikhail – Khaziev, Aleksey. Composite 3D printing for the small size unmanned aerial vehicle structure. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.03.07> (Letöltve: 2023.6.29.);
- [31] IoT Zóna: Drónra szerelhető szállítódobozt fejlesztett a magyar cég. <https://iotzona.hu/logisztika/kulonleges-dronra-szerelhető-doboz-a-magyar-makettezo-cegtol> (Letöltve: 2023.4.26.);
- [32] DronySIT vállalat hivatalos weboldala <https://www.dronysit.cz/en/> (Letöltve: 2023.6.29.);
- [33] Atherton, Kelsey D. Special forces are getting a stealth motorcycle that's silent and deadly. <https://www.popsci.com/special-forces-stealth-motorcycle-silent-hawk/> 2017.05.26. (Letöltve: 2023.4.26.);
- [34] South, Todd. This silent, all-electric dirt bike could soon drive special operators into battle. <https://www.armytimes.com/news/your-army/2018/06/01/this-silent-all-electric-dirt-bike-could-soon-drive-special-operators-into-battle/> 2018.06.01. (Letöltve: 2023.4.26.);
- [35] Hinton, T. J. 2020 Zero DSR Black Forest. <https://www.topspeed.com/motorcycles/motorcycle-reviews/zero-motorcycles/2020-zero-dsr-black-forest-ar186635.html> 2019.09.24. (Letöltve: 2023.4.26.);
- [36] Elektromos motorok a hazai rendőrfloottában <https://www.sportmotor.hu/magazin/a-rendorseg-zero-elektromos-motorjai> (Fotók: Magyar Rendőrség/Vezda László) (Letöltve: 2023.4.26.);
- [37] Kalashnikov electric motorcycles developed by IZH <https://thepack.news/kalashnikov-electric-motorcycles-developed-by-izh/> 2017.10.20. (Letöltve: 2023.4.26.);
- [38] Elektromos motorokat mutatott be a Kalasnyikov. <https://villanyautosok.hu/2017/10/21/elektromos-motorokat-mutatott-kalasnyikov/> (Letöltve: 2023.4.26.);
- [39] Fejlesztés - Elektromos meghajtású motorkerékpárt mutattak be a kecskeméti egyetemen. <https://www.baon.hu/helyi-kozelet/2022/10/elektromos-meghajtasu-motorkerekepart-mutattak-be-a-kecskemeti-egyetemen> 2022.10.04. (Letöltve: 2023.4.26.);
- [40] Bemutatták a SUPERMOTO-t a Neumann János Egyetemen. <https://mome.hu/hu/hirek/bemutattak-a-supermoto-t-a-neumann-janos-egyetemen> (Letöltve: 2022.10.3.);
- [41] Szélpál Imre. Supermoto – Elektromos, magyar, de nem visz messzire. <https://www.autosvilag.com/index.php/features/supermoto-elektromos-magyar-de-nem-visz-messzire> (Letöltve: 2022.10.14.);
- [42] Forrás: Zero DSR Black Forest Edition (2018) <https://www.bennetts.co.uk/bikesocial/reviews/bikes/zero-zero-dsr-black-forest-edition-review> (Letöltve: 2023.4.26.);
- [43] Sárkány Tamás György. Sebességváltó alkalmazásának hatása elektromos verseny motorkerékpár dinamikájára és energia fogyasztására. In: Johanyák, Zsolt Csaba; Kovács, Lóránt; Pásztor, Attila; Ferenczy, Tibor; Weltsch, Zoltán; Tóth, Ákos;



Dobjáné, Antal Elvira (szerk.) Kutatás és innováció 2021: GAMF Közlemények tanulmánykötete. Kecskemét, Neumann János Egyetem GAMF Műszaki és Informatikai Kar (2021) 144. o.;

- [44] Kun Krisztián - Sárkány Tamás. Szénszálerősítésű kompozit lengőkar rétegtrendjének optimalizálása verseny-motorkerékpárhoz. In: Barabás, István (szerk.) XXIX. Nemzetközi Gépészeti Konferencia OGÉT 2021 Kolozsvár, Románia: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) (2021) 126. o.;
- [45] Rákosi Sára, Sebők István, Szalai Tamás, Vég Róbert László. A 3D-nyomatás biztonságtechnikai és környezetvédelmi aspektusai. Műszaki Katonai Közlöny 33. évf. 1. szám (2023) 133. o. <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.1.10>;
- [46] Fillamentum teams with Tomas Bata University designer to build 3D printed electric bike. <https://3dprintingindustry.com/news/filamentum-teams-with-tomas-bata-university-designer-to-build-3d-printed-electric-bike-143025/> (Letöltve: 2023.4.26.);
- [47] Rare Britten V1000 Under Maintenance at Museum of New Zealand. <https://www.nc700-forum.com/threads/rare-britten-v1000-under-maintenance-at>

museum-of-new-zealand.20266/ (Letöltve: 2023.6.29.);

- [48] Brown, Roland. A motorkerékpárok képes enciklopédiája. Új Ex Libris Könyvkiadó, Budapest, 1996. ISBN: 9639031534 116–117. o.;
- [49] Beeler, Jensen. Divergent 3D Dagger – The Ninja H2 Meets 3D Printing <https://www.asphaltandrubber.com/bikes/divergent-3d-dagger-ninja-h2-meets-3d-printing/> (Letöltve: 2023.4.26.);
- [50] The 3D-printed ‚super bike‘. <https://mashable.com/article/divergent-3d-dagger-3d-printed-super-bike> (Letöltve: 2023.4.26.).
- [51] Loz Blain: Toroidal propellers: A noise-killing game changer in air and water (2023. 01. 26.) New Atlas <https://newatlas.com/aircraft/toroidal-quiet-propellers/> (Letöltve: 2023.6.10.).

#### JEGYZETEK

5 A DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának kutatásokért felelős részlege.

**Mikita János – TERNYÁK ISTVÁN – HORVÁTH LÁSZLÓ FERENC – SÁFÁR JÓZSEF:**

## A magyar katonai híradás története I.

**A hadsereg és a haditengerészet hírközlése, összekötő, táviró- és postai szervezetei az 1848–49-es szabadságharctól az első világháború végéig (1848–1918)**

Hiánypótló könyvsorozat első kötete látott napvilágot a közelmúltban. A már-már elkoptatott jelző jelen esetben hiteles: az olvasók első ízben vehetnek kézbe olyan szakmunkát, amely azzal a céllal született, hogy monografikus mélységben, tudományos alaposággal dolgozza fel a magyar katonai híradás történetét. A szerzők az általános és a katonai történelmi háttérre egyaránt támaszkodtak, amikor esemény- és szervezetcentrikusan megírták az 1848 és 1918 közötti időszak összekötő, táviró- és postatörténetét. A tervezett második rész az 1918 és 1945, a harmadik az 1945 és 1955 közötti időszakokat tárgyalja majd, míg a negyedik az 1955-től 1990-ig terjedő korszakba kalauzolja az érdeklődőket.

A kronologikus rendben haladó, bőséges forrásanyagot felvonultató könyvet olvasva hét olyan évtized haditechnikai fejlődése elevenedik meg, amely egyszerre forradalmasította és tette nélkülözhetetlenné a hírközlést. Az időszakhoz kötődő lényeges változás, hogy az első világháború kontinensnyi frontvonalait már nem lehetett egy domboldalról belátni és néhány lovas futárral irányítani. Ugyancsak jelentős haditechnikai újítást követelt, hogy a tüzérségi eszközök hatótávolságának növekedése miatt új eszközök és módszerek alkalmazására volt szükség a célok felderítésére, a tűzvezetésre és -helyesbítésre. E feladatok végrehajtásához egyre inkább alkalmaztak ballonokat, léghajókat és repülőket, valamint fejlesztették a meteorológiai előrejelzés rendszert is. Az olyan találmányok megjelenése, mint – többek között – az elektromos és a szikratáviró, a morzekód vagy a telefon nyomán lehetővé vált a szárazföldi tömeghadseregek és flották irányítása, manővereik összehangolása. Ez természetesen azt is jelentette – a kötet szerzőinek talált megállapítása szerint –, hogy „az I. világháború folyamán a rejtjeltevékenység és a rádiófelderítés kiemelt szerepet játszott. Az információszerzés elsődleges forrása a rádió-, a vezetékes táviró- és távbeszélővonalak lehallgatása, valamint a rejtjelzett és kódolt küldemények megfejtése, feldolgozása és értékelése volt. Az információ, az információs fölény megszerzése döntő tényezővé vált”. (168.)

A rendkívül adatgazdag kötet minden bizonnyal hasznos forrása lesz a hazai had- és technikatörténeti kutatásoknak. Történettudományi értéke azonban nemcsak ebben áll. Az Osztrák–Magyar Monarchia első világháborús veresége kapcsán ugyanis rámutat egy kevésbé közismert szempontra. A szerzők megállapítása szerint a dualista birodalom katonai vezetői „nem kellő mértékben ismerték fel az információ kulcsfontosságú szerepét a modern hadviselésben”, nem fordítottak kellő méretű erőforrást a felderítésre, és nem is vették kellőképpen figyelembe a döntések meghozása során. (235.)

**A 258 oldal terjedelmű, magyar nyelvű, színes, illusztrált, keményborítású kötet a HM Zrínyi Nonprofit Kft. gondozásában jelent meg. Megvásárolható a nagyobb könyvboltokban 11 220 Ft-ért, vagy közvetlenül a kiadótól 8415 Ft-ért. Cím: 1024 Budapest, Fillér utca 14., (tel.: 06-1-459-5373, e-mail: cinti@hmzinyi.hu.), Megrendelhető továbbá a [shop.hmzinyi.hu](http://shop.hmzinyi.hu) weboldalon is. (Dr. Sz. Z. O.)**

