

ZSITNYÁNYI ATTILA*

KÖNNYŰ PÁNCÉLVÉDETT BÁZISJÁRMŰCSALÁD FEJLESZTÉSE MAGYARORSZÁGON

Összefoglalás: A Haditechnika korábbi számaiban (2019/6., 2020/1.) részben bemutatott a GAMMA Zrt. által kifejlesztett és gyártott Komondor járműcsalád megvalósult típusváltozatait. A tanulmányban megjelent, hogy a fejlesztés az ötödik prototípusjármű-változat leszállításával sem áll meg, további cserefelépítmények és akkor még meg nem nevezett típusváltozatok kialakítása is várható. Jelen cikk a távvezérelhető, autonóm üzemre is képes hatodik típusváltozat fejlesztésének célját, megvalósításának lépéseit, folyamatait és a fejlesztés első három munkaszakaszában elért eredményeit mutatja be.

Kulcsszavak: védelmi ipari kutatás-fejlesztés, autonóm járművek, vegyi felismerés, CBRN Chemical, Biological, Radiological and Nuclear), Komondor, GAMMA Zrt., Széchenyi István Egyetem, magyar hadiipar

Abstract: In the first two parts of the series (Haditechnika 2019/6., 2020/1.), we presented the realized versions of the Komondor vehicle family developed and manufactured by GAMMA Zrt. It appeared in the study that the development did not stop with the delivery of the fifth prototype vehicle version, further superstructures and the development of as yet unnamed vehicle variants were also expected. This article presents the goal of the development of the remote-controlled, autonomous sixth vehicle version, the steps and processes of its implementation, and the results achieved in the first three work phases of the development.

Keywords: defence industrial R&D, autonomous vehicles, CBRN reconnaissance, CBRN, Komondor, GAMMA Zrt., Széchenyi István University, Hungarian Defence Industry



1. ÁBRA. Az RDO-3921 bázisán kialakításra került RDO-3927 önvezérlésre alkalmas, távvezérelhető jármű (Forrás: Gamma Zrt.)

A KOMONDOR RDO-3927 TÍPUSJELŰ JÁRMŰ

ELŐZMÉNYEK, FEJLESZTÉSI ELKÉPZELÉS

A GAMMA Zrt. több mint egy évtizede foglalkozik a Komondor könnyű páncélvédett harcjárműcsalád fejlesztésével és gyártásával. (1. táblázat) Az alapvetően katonai, rendvédelmi célokra kifejlesztett, korábban már bemutatott 5 típusváltozat tesztelése, képességeinek demonstrálása során merült fel az az igény, hogy a speciális katonai vagy polgári műveleti környezetben, az élőerő-szükséglet csökkentése vagy annak védelme érdekében szükség lehet olyan járművekre, amelyek már táv- vagy önvezérléssel is képesek működni. Ebben az esetben a használati/bevetetőségi követelményeknél nem kell kompromisszumokat kötni az élőerő védelme miatt, a járművet és a felépítményt a tervezéskor a feladat végrehajtására lehet optimalizálni.

A cég elmúlt 104 évét folyamatosan jellemezte az innováció. [1] Figyelembe véve Magyarország ambícióit az autonóm járműfejlesztések területén, a GAMMA Zrt. szakemberei úgy gondolták, hogy a Komondor járműcsalád fejlesztése során szerzett tapasztalatokra alapozva hozzá tudnak járulni a hazai sikerekhez, ha együttműködő hazai partnerek bevonásával egy új, önvezérlésre alkalmas, távvezérelhető bázisjárművet alakítanak ki.

2020-ban a GAMMA Zrt. és az autonóm rendszerek – azon belül is az önvezető járművek és az autonóm robotok – területén kutatásokat végző Széchenyi István Egyetem Járműipari Kutatóközpontja (SZIEJK) konzorcium keretében pályázatot nyújtott be a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatalhoz önvezető járműfejlesztés témában.

* PhD, doktorandusz
PTE ÁOK. ORCID:
0000-0003-3571-652X

1. TÁBLÁZAT. A 2011–2021 között elkészült Komondor bázisjárművek főbb jellemzői (A szerző szerkesztése, forrás: GAMMA Zrt.)

A 2011–2022 között elkészült KOMONDOR bázisjárművek főbb jellemzői:

						
	RDO-3221	RDO-3121	RDO-3921	RDO-3927	RDO-3932	RDO-4332, RDO-4336
Hosszúság [mm]	6 400	5 600	2 500	6 600	8 080	8 100
Szélesség [mm]						2 550
Magasság [mm]	3 280	2 600		2 815	2 815	3 050
Üres tömeg [kg]	13 350	12 450	14 850	13 000	16 500	18 000
Megengedett tömeg [kg]	17 500	17 000		17 500	27 000	31 000
Max. vontatmány tömege [kg]	25 000	23 800		25 000	35 000	38 000
Motortípus, tüzelőanyag, besorolás	IVECO Tector 279, 6 h., dízel, Euro5.	Cummins ISB 6,7, 6h., dízel, NR.		Cummins ISLe 8,9, 6 h., dízel, Euro3.		Cummins ISG 12, 6 h., dízel, Euro5.
Lökettérfogat [cm³]	5 880	6 700		8 900		12 000
Max. teljesítmény/fordulatszám [kw (LE)/ford/perc]	208 (279) / 2 700	271 (364) / 2 600		253 (340) / 2 200	335 (450) / 2 100	373 (500) / 1 600
Tüzelőanyag-fogyasztás országúton l/100km)	30	28		36	42	50
Tengelykapcsoló	1 tárcsás, száraz					
Sebességváltómű	6 sebességes mechanikus, ZF 6S-1000-9S.	6 sebességes automata, retarderrel, Allison 3000.		6 sebességes automata, retarderrel, Allison SP 3200.		6 sebességes automata, retarderrel, Allison 4000.
Osztómű	3 fokozatú, differenciálzárral	3 fokozatú, differenciálzárral, ZF VG 760		3 fokozatú, differenciálzárral, ZF VG 1600/300		
Futómű	Merev hidak, laprugók, hidraulikus lengéscsillapítás, IVECO.	Független felfüggesztésű hidak, csavarrugók, hidraulikus lengéscsillapítás, AxleTech ISAS 4000.		Független felfüggesztésű hidak, csavarrugók, hidraulikus lengéscsillapítás, AxleTech ISAS 4000.		Független felfüggesztésű hidak, csavarrugók, hidraulikus lengéscsillapítás, AxleTech ISAS 4500.
Hajtott kerekek száma [db]		4			6	
Max. sebesség úton [km/óra]	105	110		105		
Gumiabroncs	395/85 R20	365/80 R20		395/85 R20		
Fékek	Kétkörös légfék, westing-jellegű rögzítőfék a hátsó tengelyen, minden keréken dobfék.	Kétkörös légfék, westing-jellegű rögzítőfék a hátsó tengelyen, minden keréken dobfék.		Kétkörös légfék, westing-jellegű rögzítőfék a hátsó tengelyen, minden keréken leghűtésű tárcsafék.		



A FEJLESZTÉS CÉLJA ÉS TERVEZETT FÁZISAI

A GAMMA Zrt. és a SZIEJK természetesen nem kívántak a területen több tíz éves fejlesztési tapasztalattal rendelkező nagy járműgyártó cégek babéraitra törni. A fejlesztés eredményeként egy olyan járműcsalád első tagját tervezték megépíteni, amely más hazai fejlesztőknek, kutatóintézeteknek is lehetőséget biztosít a saját megoldásaik tesztelésére vagy a már meglévő kapcsolódó termékeik bemutatására, segítve ezzel a magyarországi önzvezetőjármű- és az ahhoz kapcsolódó felépítményfejlesztéseket is.

2021 januárjában a konzorcium megkezdte a „Modulrendszerű, önzvezérlésre alkalmas, távvezérelhető, könnyű páncélvédelemű félplatós terepjáró katonai és katasztrófavédelmi célú terepjáró bázisjármű és kapcsolódó cserefelépítmények fejlesztése” címmel megnyert, 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00065 azonosítószámú pályázat megvalósítását. [2]

A szerző korábbi tanulmányában (HT, 2020/1.) ismertetett, a katasztrófavédelmi szaklegységeknél évek óta rendszerben lévő RDO-4336-os változat sikere nemcsak arra világított rá, hogy a járműre épülő szakmai képességet további egyedi felépítményekkel érdemes bővíteni, hanem bebizonyította, hogy az új típusváltozatokat érdemes a cserefelépítményes koncepció alapján kialakítani. [4]

A 2024 végéig megvalósuló innovációs projekt fő célkitűzése egy távvezérelhető, autonóm üzemre is képes, de szükség esetén kezelővel működtetett jármű és ahhoz kapcsolódó képességek kialakítása lett. Célként fogalmazódott meg egy nehéztéri viszonyok között is alkalmazható, fizikai behatásokkal szemben védelmet biztosító alapjármű kifejlesztése és megépítése, amely többcélú alkalmazást tesz lehetővé, és egyben biztosítja az önzvezérléshez szükséges rendszerintegráció alapvető feltételeit, valamint lehetőséget biztosít cserefelépítmények hordozására is.

A fenti célokat négy munkaszakaszban tervezték elérni:

- Az első szakaszban megtervezik és megépítik a 4 × 4 kerékképletű, félplatós bázisjármű-változatot, integrálják a környezetérzékelő szenzorrendszereket, a helymeghatározó, kommunikációs és vezérlőeszközöket.
- A második szakaszban a prototípus továbbépítése történik. Az integrációra tervezett energiaellátó rendszerek (elektromos, pneumatikus, hidraulikus), illetve szabványos csatlakozási felületek révén a jármű alkalmas lesz speciális felépítmények fogadására, azok bizonyos szintű energiaellátására.
- A harmadik munkaszakaszban kerül sor a mintafelépítmény kifejlesztésére, amely kihasználja a jármű képességeiben rejlő lehetőségeket, hogy kezelőszemélyzet nélkül lehessen végrehajtani a szakfeladatot. A SZIEJK fejleszti és integrálja a távvezérlésre már alkalmassá tett bázisjárműhöz az autonóm működést biztosító járműirányítási funkciókat.
- A megvalósítás utolsó szakaszában véglegesítik majd a járművet, a speciális szakfelépítményt és annak működőképes alrendszereit.

TERVEZETT ÉS TOVÁBBI LEHETÉSES MŰSZAKI MEGOLDÁSOK

A GAMMA Zrt. elkötelezett a hazai ipar, védelmi ipar fejlesztése iránt, így már a projekt előkészítése során keresték azokat a lehetséges magyar partnereket, akiknek a innovatív termékei, megoldásai megjelenhetnek az általuk fejlesztett járművön. [5] Itt olyan elemekre is gondoltak, amelyekre a projekt megvalósításához nincs feltétlenül szükség, azonban lehetőséget teremt a hazai cégeknek, hogy a kapcsolódó termékeiket ennek apropóján kipróbálhassák vagy bemutathassák.

A projekt sok kihívást tartogatott mindkét konzorciumi partner számára. A GAMMA Zrt. részéről újdonságot jelentett az olyan technológiai megoldások megtalálása és alkalmazása, amelyek lehetővé teszik a jármű megkívánt autonómiásintjéhez kapcsolódó rendszerek csatlakoztatását, a kezelőszemélyzet nélküli megbízható vezérlést, terepen és

szélsőséges környezeti viszonyok között. A fejlesztés alapját képező Komondor járműcsalád olyan kompakt eszköz, ahol éppen az egyedi védeltséget biztosító kialakítás miatt szinte minden rendelkezésre álló hely optimálisan beépített, így külön kihívásként jelentkezett a konstrukció olyan jellegű áttervezése, amely biztosítja az autonóm működtetéshez szükséges kommunikációs, vezérlő- és tesztrendszerek integrációjának lehetőségét. A projekt egyediségéből adódóan természetesen számos olyan feladat jelentkezett, amelyekkel korábban még nem találkoztak. Ilyen volt az addig tisztán hidraulikusan megoldott kormányberendezés, illetve a légfékrendszer olyan szintű átalakításának szükségessége, hogy azok külső hozzáféréssel is vezérelhetők legyenek, de egyben megfelelő védelemmel is rendelkezzenek idegen behatásokkal szemben. Ezeken felül kihívás volt a távvezérléshez, az autonóm üzemhez kapcsolódó vezérlőelemek integrációja, a jármű indíthatóságának, sebességvezérlésének távvezérelt megoldása, illetve a tervezett alkalmazási körülményekhez, tesztekhez szükséges biztonsági funkciók kialakítása.

A követelmények meghatározását követően felmérték az igényeket kielégítő rendszer elemek elérhetőségét. Alapvetően a korábbi partnereik bevonásával tervezték megoldani ezeket a kihívásokat. Így merült fel a korábban alkalmazott Cummins IS-Le9 típusú motor nagyobb teljesítményű változatának alkalmazása, kielégítve ezzel a hidraulikus és elektromos rendszerek többletenergia-igényét. A nyomatékvaltó kapcsán újra az Allison SP3200-as automata váltócsaládra esett a választás azzal az eltéréssel, hogy a segédhajtások miatt a teljesítményleadásra (Power Take-Off – mellék-hajtás) alkalmas „PTO” kialakítást választották. A távvezérelt, autonóm üzem számos további szerkezeti módosítást követelt meg, amelyek közül kiemelkedett a kormányzás és a fékezés biztosításához kapcsolható rendszerek kialakítása. A korábbi járművekben alkalmazott hidraulikus vezérlésű Csepel

¹ Nemzetközi környezetben „Optionally Manned”-nek nevezett járműváltozat.

A700-as kormányművek kiváltására elektro-hidraulikus kormányművet terveztek, de sajnos a hazai bázisról ebben a tömegkategóriában nem találtak a terveknek megfelelő megoldást. Ezek után vizsgálták meg az egyéb lehetőségeket. Két olyan, polgári eszközökben már létező megoldást találtak, amely alkalmas 9 tonna terhelhetőségű tengelyek kormányzására, az integrált elektromotorjuk pedig lehetőséget biztosít külső jelekkel történő irányváltásra. Az alkalmasnak ítélt elektro-hidraulikus kormányművek a BOSCH ServoTwin és a TRW(ZF) ReAX rendszerei voltak. A fékrendszer vonatkozásában a korábbi fejlesztéseiket is szakmailag támogató Knorr Bremse vállalatra támaszkodva keresték a megoldást. Célravezetőnek tűnt, hogy az addig tisztán csak ABS- (Anti-lock Brake System – blokkolásgátló) elemeket tartalmazó légfékrendszerüket Elektronikus Fékrendszer (Electronic Brake System – EBS) vezérlővel egészítsék ki. A jármű gyorsítására és lassítására a motor vezérlőelektronikája biztosított lehetőséget. Ezek és a további elemek (gyújtás, indítás, világítóberendezések, vészjelzés) csatlakoztatása, illetve távvezérelt működtetése miatt szükségessé vált a korábbi fedélzeti elektronika áttervezése és átprogramozása.

A MEGVALÓSÍTOTT MŰSZAKI MEGOLDÁSOK, MŰHELYSZINTŰ VIZSGÁLATOK ÉS TESZTEK

A tervezési, majd a megvalósítási fázist érintő pandémiás, később háborús események gazdasági hatásai alapjaiban változtatták meg az elképzeléseket. Amikor gazdasági hatásokról beszélünk, mindenki az inflációra, a megemelkedett árakra gondol, de ennél sokkal összetettebb hatásokkal is szembesülniük kellett. A közel háromszorosára növekedett alapanyagárak is már jelentős változtatásokat igényeltek, de ennél nagyobb gondot okozott az egyes termékek esetében 10–12 hónapra növekedett beszállítói határidő vagy a kiválasztott, korábban évek óta alkalmazott termékek beszerzésének ellehetetlenülése. A kezdeti hiányokat követő felfutási szakaszban a korábbi megbízható partnerek a feltorlódtól igények miatt változtattak ellátási, támogatási politikájukon; például csak a 25 darabnál nagyobb sorozatokat megrendelő felhasználókra koncentráltak. A kutatási és fejlesztési jellegű projektekhez az alkatrészeket a tervezet ütemezéséhez képest vállalhatatlanul hosszú határidővel szállították volna le, a beszállítók mérnöki kapacitásainak leterheltsége miatt pedig nem tudták ellátni a projekteket a módosított termékekkel. Ezek az akadályok ve-

zetek ahhoz, hogy a konzorciumnak változtatni kellett az eredeti műszaki elképzeléseken, és fél évvel a program indítását követően, újra kellett tervezni az egész járműkonstrukciót. A pályázati célok elérése, illetve a vállalt költségvetési keretek betartása érdekében úgy döntöttek, hogy az új járművet a már meglévő RDO–3921 bázisjármű (2. ábra) műszaki alapjait felhasználva alakítják ki. Így a tervezett RDO–3927² típusjelű változat (1. ábra) megvalósítása során az ellehetetlenült vagy túl költséges beszerzések miatt ideiglenesen hiányzó elemek pótlását a már más projektekhez lekészletezett anyagokkal és részegységekkel is el lehetett végezni.

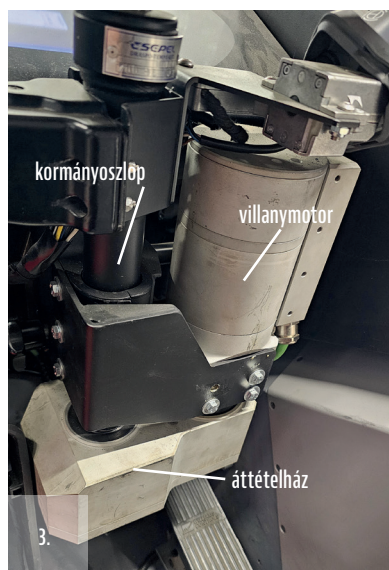
Eredményként egy szimplafülkés járművet valósítottak meg, ahol a vezetőtér biztosítja a személyek, a különböző mérőrendszerek, a tesztelek és azok energiaellátó rendszereinek elhelyezését, míg a félplatós kialakítás a cserefelépítmények fogadására alkalmas, amelyek az igényeknek megfelelően lehetnek nyitott vagy zárt kialakításúak.

A piacon nem elérhető kormányberendezés-részegységek és fékrendszer-elemek helyett alternatív, de funkcióban egyenértékű kiváltó megoldásokat kerestek. A távvezérelhető kormányzási megoldást mindenképpen a meglévő rendszerbe integrálható elemmel képzelték el, amely lehetőség szerint a már kiépített hidraulikus elemek megbonthatása nélkül is beépíthető. A fejlesztés során felvették a kapcsolatot – a más területen korábban együttműködő – BIBUS Kft. szakembereivel, akik már építettek hasonló rendszert, igaz más kategóriájú járműbe. A közös tervezésbe bekapcsolódott az eredeti kormányrendszert szállító [6] Draspó Tempo Kft. szakembergárdája is; ennek eredményeként kialakították azt a követelményeket kielégítő elektromos rendszert, amelyet végül beépítettek a járműbe. A kialakítás lényege, hogy a meglévő kormányoszlopba integrált hajtóművet egy 48 V-os egyenáramú villanymotor hajtja, amelyet egy enkóderes vezérlőn keresztül lehet működtetni. (3. ábra) Alaphelyzetben, amikor a rend-

2. ÁBRA. RDO-3921
bázisjármű
(Forrás: GAMMA Zrt.)



² A 3927 típusszám jelentése: 3900 mm tengelytávú (39), kéttengelyes (2), szimplafülkés, félplatós, speciális jármű (7).



szer inaktív, és a járművezető forgatja a kormányt, akkor csak a villanymotor ellenállását kell pluszban legyőzni, amely nem jelent jelentős kormányzásierő-növekedést. Távvezérelt üzemben pedig CAN³ rendszeren keresztül vezérelhető a villanymotor, ezáltal a kormányzás. Az ehhez szükséges elektromos energiaigény kielégítése miatt egy kiegészítő 48 voltos elektromos rendszert kellett a járműbe integrálni, amelyet egy hidraulikusan hajtott speciális generátor, négyakkumulátoros energiatároló blokk és az ezekhez kapcsolódó elektromos vezérlőelemek révén valósítottak meg. Ez az elektromos rendszer a kormányzás maximális energiaigényén túlmenően mintegy 3 kW plusz teljesítményt tud biztosítani, amelyet egyéb, a járműben található vagy a felépítményhez tartozó fogyasztók működtetésére is fel lehet használni.

A fékrendszer kialakítása során el kellett kerülni, hogy az integrált rendszer bármilyen hatással legyen a jármű már bevizsgált fékrendszerére, hogy annak inaktív állapota se befolyásolja az üzemi- és rögzítőfék hatáskörét. Üzemi féknél megoldásként egy CAN utasításokkal szabályozható működtetésű pneumatikus munkahengert építettek be a pedálszelephoz, amely a jármű féklevégő körétől különállóan kapja a működtető levegőnyomást. A mechanikusan a fékpedálhoz illesztett működtető rendszer inaktív állapotban semmilyen hatással nincs a jármű fékrendszerére, működése során pedig a fékpedállal mindenkor felülvezérelhető. Rögzítőfék esetében a jármű fedélzeti elektronikájáról vezérelt pneumatikus szelepekkel oldható meg a kívánt működés, amely kialakításából adódóan inaktív állapot vagy hiba esetén

sem befolyásolja az eredeti manuális rögzítőfék működtetését.

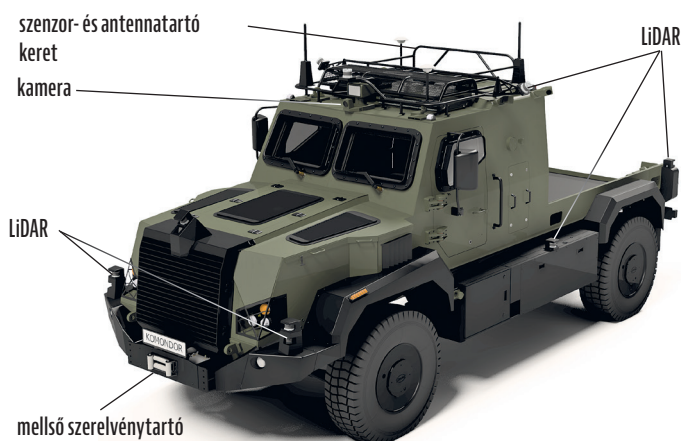
A főbb rendszerelemek átalakítása mellett számos más, korábbiakban nem alkalmazott megoldást kellett kifejleszteni, így meg kellett oldani a távvezérelhető gyújtáskapcsolást, az indíthatóságot, a gázpedálvezérlést, a sebességváltást oly módon, hogy emberi közreműködés esetén is működtethetőek legyenek ezek a funkciók. Külön feladatként jelentkezett a biztonsági funkciók rendszerének kidolgozása.

A többlépcsős, egymástól független rendszerek biztosítják, hogy távvezérelt, autonóm üzemmódban a járműben tartózkodó személy szükség esetén be tudjon avatkozni a jármű irányításába. A járművezető helyén ülő egyén a fékpedál lenyomásával vagy az autonóm üzemi kézi kapcsoló működtetésével átveheti a jármű

3. ÁBRA. Az RDO-3921 Komondor elektromos kormányműve (A szerző felvétele)

4. ÁBRA. Kombinált LiDAR, kamera és radioaktív sugármérő-egység (A szerző felvétele)

5. ÁBRA. RDO-3927 Komondor, önvezérlésre alkalmas, távvezérelhető jármű főbb elemei (A szerző szerkesztése)



³ CAN: Controller Area Network – a járműiparban használt kétvezetékű, soros buszt és a hozzá tartozó protokollt jelenti.

irányítását. Ezenfelül bármely pozícióból elérhető a vészleállító kapcsoló, amelynek aktiválásával a jármű autonóm rendszerei deaktiválódnak, a jármű üzemi fékrendszere előre beállított lassulást generál, a kormányrendszer pedig meggátolja a jármű irányváltását. Az autonóm üzemi rendszerek meghibásodása esetén (ideértve a vezérlőelemekkel történő kommunikációs hibákat is) figyelmeztető vizuális és akusztikus jelzés jelenik meg. A normál, az autonóm és a hibaüzemi állapotok a jármű központi műszerfallegységén is kijelzésre kerülnek.

A rendszerelemek folyamatos változtatása, a fejlesztési folyamatokban történő előrehaladás maga után vonta a fedélzeti elektronika szoftveres változtatásait is. A járművezérlés kialakításában együttműködő SILEX Ipari Automatizálási Zrt. munkájának köszönhetően az alapjárműbe integrált rendszerek a tesztek során megfelelően működtek.

A SZIEJK kutatói közben az ideális járműirányítási rendszereken dolgoztak. A virtuális térben elvégzett szimulációk és a megépített tesztrendszeren végzett mérések eredményeit figyelembe véve specifikálták azokat az érzékelő, adatfeldolgozó, kommunikációs és vezérlőelemeket, amelyeket integrálni kellett a bázisjárműbe. Ezeket figyelembe véve a GAMMA Zrt. dolgozói kialakították a SZIEJK által a tesztelekhez biztosított LiDAR-ok (Light Detection And Ranging – lézer-

alapú távérzékelés) és nappali kamerák meghatározott pozícióban történő, környezeti hatásokkal és fizikai behatásokkal szemben védett rögzíthetőségét, a rendszerelemek megfelelő védettségű elektromos és kommunikációs hálózatát. Megalkottak egy univerzális kiegészítő keretet is, amely bármely későbbi igény kielégítéséhez szükséges szenzorok és antennák fogadására alkalmas. (4., 5. ábra)

A vezetőfülkében kialakítottak egy klimatizált szekrényt, amely helyet biztosít a vezérlőrendszer elemeinek, az adattovábbító és -feldolgozó berendezéseknek, illetve más, később integrálható fedélzeti rendszereknek. Mind a parancsnoki pozícióból, mind a személyzeti térből lehetőség nyílik a tesztelés során a vezérlési és megfigyelési feladatok ellátására.

A fejlesztési célkitűzések további fontos eleme a többfunkciós feladatellátást támogató, nyitott és zárt cserefelépítmény-rendszer kidolgozása és megépítése volt, amely lehetővé teszi a felhasználói igények alapján kialakított, különféle szakmai képességekkel rendelkező felépítmények kifejlesztését. Ezek későbbi alkalmazhatósága már ebben a fázisban megkövetelte az alapjármű speciális kialakítását. A felépítmény rögzítését biztosító egyedi csatlakozókon túlmenően meg kellett oldani a lehetséges fogyasztók energiaellátását, a kommunikációs, az elektromos, a hidraulikus és a pneumatikus csatlakoztatá-

si pontok kiépítését. Ennek érdekében a jármű nyomaték-váltójáról hajtott, álló helyzetben is működtethető hidraulikus rendszert is kiépítettek, amely alkalmas egy mellső szerelvénytartón elhelyezhető eszközök (tolólap, hómáró, mulcsozó stb.) elektronikus szabályozott meghajtására is.

Az elvégzett fejlesztéseket folyamatos tesztelesekkel ellenőrizték. Megvizsgálták, hogy a bázisjármű szerkezetiileg megfelelően szilárd-e, a rendszerei pedig megbízhatóan, az elvárt céloknak megfelelően működnek-e. A terepi vizsgálatok során különböző akadályokon (szinus, félsinus, emelkedő, szembelepcső) vizsgálták a bázisjármű működőképességét, mobilitását. A vizsgálati eredmények alapján bebizonyosodott, hogy a megépített RDO-3927 típusú alváltozat – a korábbi típusokhoz hasonlóan – kiemelkedő terepjáró képességekkel rendelkezik, kialakítása kielégíti a tervezés során támasztott műszaki követelményeket. (6. ábra) Megvizsgálták, hogy a távvezérlés beépített rendszerelei milyen hatással vannak a jármű normál használatára. A mérések, illetve tapasztalati eredmények azt igazolták, hogy sem a fékrendszer, sem a kormányberendezés módosítása nincsenek korlátozó hatással a normál vezethetőségre, a minimálisan megnövekedett kormányzási erő bőven a megengedett határon belüli volt.

A távvezérelt funkciók működőképességének ellenőrzése során, az egyedileg kiépített tesztkörnyezetben sikeresen elvégezték a jármű indítását, leállítását, a kívánt sebességi fokozat kiválasztását, növelték, illetve csökkentették a motor fordulatszámát, szabályozottan vezérelték a fékrendszert, a kívánt pozícióba kormányozták a mellső kerekeket. A mérések alapján megállapítható volt, hogy a jármű maga alkalmas távvezérelt, illetve autonóm üzemre való felkészítésre.

A fejlesztés harmadik fázisában összeállították a demonstrációra tervezett felépítmény végleges műszaki követelményrendszerét, meghatározták az integrálandó vagy integrálható berendezések és műszerek csoportját, elkészítették a teljes elektromos és kommunikációs hálózat rendszer-

6. ÁBRA. RDO-3927
Komondor tesztelése
(A szerző felvétele)



tervét. A feladat összetettségét mutatja, hogy olyan blokkosított, moduláris rendszerű felépítést kellett létrehozniuk, amely lehetőséget biztosít a különböző műveleti feladatokhoz (CBRN-felderítés, határvédelem, karhatalmi feladat, rendezvénybiztosítás stb.) szükséges képességek kialakítására. A felépítmény energetikai rendszerét úgy tervezték meg, hogy az integrált elemek tudjanak külső elektromos betáplálásról is üzemelni ugyanúgy, mint meghatározott idejű autonóm üzemben. A kialakított vezérlő- és kommunikációs rendszer alapvetően távvezérelt üzemre tervezték, amely alapján az integrált rendszerek által gyűjtött adatok egy központi adatgyűjtőn keresztül, a beépített kommunikációs egységek révén jutnak el a jármű vezérlőközpontjába. Demonstrációs célból az alapvetően CBRN- (vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris) felderítésre optimalizált felépítmény egyik oldalában egy utas, vagy sebesült személy szállításra alkalmas teret is kialakítottak. (7. ábra)

A SZIEJK kidolgozta azokat a környezetérzékelő és járműirányító algoritmusokat, amelyek segítségével távirányítással is működtethető ez a nagymozgékonyosságú, még nehéz terepen is bevezethető felderítő jármű. [7]

EREDMÉNYEK, TOVÁBBI KUTATÁSI LEHETŐSÉGEK

A fejlesztések eredménye legtöbb esetben csak egy termék vagy szolgáltatás, amelyet értékesíteni lehet, de a szóban forgó projekt messze túlmutat ezen. Egyrészt a fejlesztés eredményeként létrejön egy olyan nagy terepjáró képességgel rendelkező, fizikai védeltséget biztosító jármű, amely platformként szolgálhat a robotika terén tevékenykedő hazai kutató és fejlesztő közösségnek a további K+F tevékenységeikhez. A GAMMA Zrt. a „nukleáris balesetek során alkalmazható, valós idejű, hatékony dózisoptimalizált útvonalkereső megoldások kialakításához szükséges mérőrendszer alkalmazhatóságának vizsgálata” kutatási projektje során már ezt a járművet használta a fedélzeti mérések elvégzéséhez. A CBRN-felépítménybe integrált rendszerek szolgáltatották a sugárzási és helyadatokat, a jármű autonóm üzem-



7. ÁBRA. RDO-3927 Komondor, kombinált (CBRN-felderítő + sebesültszállító) felépítménnyel (A szerző felvételei)

módja pedig ideális volt a kutatás útkezesési koncepciójának vizsgálatához. [8]

Másrészről a járműhöz illeszkedő, többfunkciós feladatellátást támogató, nyitott és zárt cserefelépítmény-rendszer kialakítása más hazai fejlesztők által kialakítandó különleges felépítmények tervezésénél is felhasználható, ahol nem kell kompromisszumokat kötniük az élőerő védelme miatt; a járművet és a felépítményt a feladat végrehajtására lehet optimalizálni.

A cserélhető felépítmények alkalmazásával a katasztrófavédelmi célok teljesítésekor a jármű felhasználható nehézterepi vízszállítás, robbanás- vagy omlásveszélyes helyeken történő tűzoltás, az árvízvédelmi felszerelések szállítása, valamint egyéb logisztikai, mentési feladatok ellátására. Katonai felhasználás esetén – a fegyveres alkalmazás mellett – a jármű harctéri felderítő- és sebesültszállítási feladatok végrehajtására is bevezethető/alkalmas.

A távvezérlési rendszer logikai felépítésének összeállítása, működési algoritmusok kidolgozása során létrejött rendszerelemek, a vezérlő-irányító rendszer fizikai, illetve elektronikai védeltségét szolgáló megoldások más járműfejlesztéseknél is alkalmazhatók lehetnek.

A fejlesztés részeként kialakítottak egy több munkahelyes irányítóközpontot is, amely lehetőséget biztosít a járművek irányítására, azok rendszerei által küldött jelek fogadására és elemzésére. Ez a megoldás más hasonló alkalmazások mellett, ahol speciális járművek mobil irányítóközpontból történő irányítása a feladat, gyakorlatilag bármely katasztrófavédelmi vagy rendvédelmi feladatnál, nehezen meg-

közelíthető terepen alkalmazandó, mobil bevetés irányítási központként vagy annak részeként is használható lehet.

A cikkben ismertetett fejlesztések folyamatban lévő negyedik, egyben lezáró fázisának végére elkészülnek a végtermékek, amelyek egyben meghatározzák a további felhasználás és továbbfejlesztés lehetséges irányait is. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Miklauzic István, Varga József, Zsitnyányi Attila. A Gamma–Juhász-lőelemképző HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Nonprofit Kft., Budapest, 2022. ISBN 9789633278963, pp. 87–185.;
- [2] Járműipari Kutatóközpont Önvezérlésre alkalmas páncélos terepjáró fejlesztésében vesz részt. Széchenyi István Egyetem, 2021. 01. 13. <https://jkk-web.sze.hu/onvezelerlesre-alkalmas-pancelos-terepjaro-fejleszteseben-vesz-reszt-a-szechenyi-istvan-egyetem/> (Letöltve: 2024.4.9.);
- [3] Zsitnyányi Attila. Komondor – könnyű páncélvédett bázisjármű fejlesztése Magyarországon (II. rész), Haditechnika, 2020/1. (LIV. évfolyam 1. szám), pp. 35–41. [https://doi.org/10.23713/HT.54.1.08](https://doi.org/10.23713/HT.54.1.08;);
- [4] Zsitnyányi Attila. A katasztrófavédelem iparbiztonsági műszaki technikai eszközrendszerének kutatása és fejlesztése. PhD-értekezés (2022), pp. 96–97. https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/20.500.12944/18620/zsitnyanyi_attila_doktori_ertekezés.pdf (Letöltve: 2024.4.9.);
- [5] Együttműködési lehetőség hazai partnerek/beszállítók számára KOMONDOR témában. <http://www.gammatech.hu/?mnuGrp=mnuProducts&module=products&lang=hun&group=sajtokozlemenys&product=egyuttmukodes&menupath=sajtokozlemenys> (Letöltve: 2024.4.9.);
- [6] Kovácsházy Miklós. Az RDO Komondor többcélú páncélvédett járműcsalád II. rész. Haditechnika, 2015/5., pp. 27–32.;
- [7] Krecht Rudolf, Pusztai Zoltán, Kőrös Péter. Modulrendszerű, önvezérlésre alkalmas, távvezérelhető, könnyű páncélvédettségű félplatós terepjáró katonai és katasztrófavédelmi célú terepjáró bázisjármű és kapcsolódó cserefelépítmények fejlesztése, „XV. IFFK 2021.” Budapest, 2021. október 27–29. „XV. IFFK 2021” Budapest. Online: ISBN 978-963-88875-5-9, Paper 21, Copyright 2021 Budapest, MMA. Editor: Dr. Péter Tamás, CAETS, https://mmaws.bme.hu/2021/pages/program/papers/IFFK_2021_Paper_21_Krecht_Rudolf.pdf (Letöltve: 2024.4.9.);
- [8] Zsitnyányi, A., Petrányi, J., Jónás, J., Garai, Z., et al. Applicability of an Ionising Radiation Measuring System for Real-Time Effective-Dose-Optimised Route Finding Solution during Nuclear Accidents, *Fire*, 2024, 7. <https://doi.org/10.3390/fire7040142> (Letöltve: 2024.4.16.).