

Szajkó Gyula,<sup>1</sup> Németh András,<sup>2</sup> Szatmári Balázs<sup>3</sup>

## A pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatósága a vasút- és közúthálózatok logisztikai felderítésében – 2. rész

### Applicability of Unmanned Aerial Vehicles in Logistic Reconnaissance of Road and Railway Networks Part 2

#### Absztrakt

*A béketámogató műveletek logisztikai támogatásának tervezési, szervezési folyamatainál fontos szerepet töltenek be a hadszíntér felderítéséből származó információk. A logisztikai felderítés magába foglalhatja a logisztikai támogatás szempontjából fontos körletekről, objektumokról, létesítményekről, közlekedési hálózatokról szóló információk feltérképezését és a megszerzett adatok rendszerezését. Ezek közül kiemelhetők a közlekedési hálózatok értékeléséből származó adatok, amelyek meghatározó jelentőségűek az erők mozgatásának, átcsoportosításának tervezésekor és végrehajtásakor. A közlekedési hálózatokat figyelembe véve a közúti és a vasúti infrastrukturális elemek főként az erők szárazföldön történő szállításakor válnak fontos tényezővé, amikor nagy létszámú személyi állományt és eszközt szükséges mozgatni. A hozzájuk kapcsolódó információk gyűjtésére többféle módszer áll rendelkezésre, a pilóta nélküli légi járművek alkalmazása csak az egyik ilyen lehetőség,*

<sup>1</sup> Tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Hadtáp, Pénzügyi és Katonai Közlekedési Tanszék; doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: [szajko.gyula@uni-nke.hu](mailto:szajko.gyula@uni-nke.hu)

<sup>2</sup> Egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Elektronikai Hadviselés Tanszék, e-mail: [nemeth.andras@uni-nke.hu](mailto:nemeth.andras@uni-nke.hu)

<sup>3</sup> Gyakorlati oktató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Elektronikai Hadviselés Tanszék, e-mail: [szatmari.balazs.gabor@uni-nke.hu](mailto:szatmari.balazs.gabor@uni-nke.hu)

*mégis fontos lehet a logisztikai felderítést végző személyek vagy csoportok számára, mivel segítségével elérhetővé válhat az út- és vasúthálózatok helyszíni szemrevételezésének gyorsabb és pontosabb végrehajtása. Napjainkban a pilóta nélküli légi járművek típusai és felhasználásuk lehetőségei széles spektrumot ölelnek fel. Ezeket célszerű megvizsgálni és elemezni: mely eszközök lehetnek alkalmasak logisztikai felderítés végrehajtására. A tanulmányban a szerzők célja, hogy – a teljességre törekvés igénye nélkül – bemutassák (csoportosítások alapján) a pilóta nélküli légi jármű-típusokat, majd elemezzék gyakorlati tapasztalatok alapján a logisztikai felderítéshez kapcsolódó alkalmazhatóságukat.*

*Kulcsszavak: logisztikai felderítés, pilóta nélküli légi járművek, vasút- és úthálózatok, szemrevételezés, béketámogató műveletek, logisztikai támogatás*

## **Abstract**

*Information that derives from theatre reconnaissance plays an important role in planning and organising the process of logistic support of peace support operations. Logistic reconnaissance may contain information about areas, infrastructures, transportation networks and systematization of these data which is very important for (the) logistic support. Data from the evaluation of transportation networks which have crucial importance when movement and deployment tasks of forces are planned and conducted can be highlighted. Considering transportation networks, road and railway infrastructure elements become important factors during land movement of forces when a significant amount of personnel and equipment are to be moved. There are different methods of gaining such information. The application of Unmanned Aerial Vehicles is one of the possible solutions, however, it can be important for personnel carrying out reconnaissance because with the help of it inspection of road and railway networks can become quicker and more accurate. Nowadays there are a wide range of types and applications of Unmanned Aerial Vehicles. It should be analysed which of them are (the most) suitable for conducting logistic reconnaissance. Without attempting to be comprehensive, the objectives of the authors of this article are to present the different types of Unmanned Aerial Vehicles and analyse their applicability for logistic reconnaissance based on practical experience.*

*Keywords: logistics reconnaissance, unmanned aerial vehicles, rail and road networks, visual reconnaissance, peace support operations, logistics support*

## **Pilóta nélküli légi járművek katonai alkalmazása**

A pilóta nélküli légi járművek (UAV<sup>4</sup>) katonai alkalmazásának szükségszerűsége már a légierő haderőnemmé fejlődésekor megjelent a különböző országok katonai szervezeteinél. A drónok használata ugyanis új lehetőséget teremtett a légi műveletek hatékonyabb végrehajtására. Ennek egyik oka, hogy az UAV-k bevetésével a humán faktor kockázatát minimalizálni lehet a repülések során. Ezeket alapvetően két tényező okozza.

<sup>4</sup> Unmanned aerial vehicle.

Egyrészt az ember fizikai tulajdonságai, tűrőképessége, illetve fiziológiai szükségletei, amelyek közé tartozhat az emberi szervezet által elviselhető maximális túlterhelés, a pihenés és a felfrissülés, valamint az anyagcsere szükséglete. Másrészt a pszichikai tűrőképesség korlátai, aminek eredményeként a pilóta hajlamos lehet repülés közben elkerülni bizonyos kockázatokat, veszélyhelyzeteket, és előnyben részesíteni a túlzott óvatosságot, illetve az idő múlásával fokozatosan csökken a figyelme is.<sup>5</sup>

Ennek megfelelően az UAV-k alkalmazási igénye elsősorban azoknál a repüléseknél jelentkezik, ahol felmerülhet a feladat monotonitása vagy az egészségre, emberi életre veszélyes alkalmazási környezet. A stratégiai légi felderítés, a nagy távolságú légi szállítás vagy a nagy távolságú hadászati szintű támadó műveletek például sokszor egyhangú és időben elhúzódó feladatvégrehajtást jelentenek a pilóták számára, amelyek során csökken a legénység koncentrációja és figyelme. Példaként lehet említeni az 1999-es koszovói műveleteket, amelyek végrehajtásakor a B-2 típusú bombázó repülőgépek az USA-ból felszállva átrepülték az Atlanti-óceánt és az európai kontinens nagy részét, majd a feladataik befejeztével – közel 40 órás repülési idővel – visszatértek bázisaikra.<sup>6</sup> A tapasztalatok azt mutatták, hogy még 2 hajózó számára is rendkívül megterhelő volt hiba nélkül, végig összpontosítva végrehajtani a küldetéseket. A légi műveletek veszélyes alkalmazási környezetből eredő kockázatai között említhetjük például a légi sugárfelderítést, amelynek során a repülést radiológiaiag szennyezett, sugárzó terület fölött kell a személyzetnek végrehajtania.<sup>7</sup>

A harci alkalmazásban részt vevő hajózók szintén közvetlen veszélyeknek vannak kitéve, hiszen az ellenséges légvédelemi eszközök, illetve a légierő vadászgépei egyaránt célpontként tekintenek légi járműveikre. A fentieknek, a technikai fejlődés által biztosított lehetőségeknek,<sup>8</sup> és az elmúlt időszak fegyveres konfliktusaiban szerzett alkalmazási tapasztalatoknak köszönhetően, napjainkban gyorsuló ütemben, bővülő igény jelentkezik az UAV-k egyre szélesebb körű katonai felhasználására, a műveletek hatékonyabb és biztonságosabb végrehajtása érdekében. Szárazföldi katonai tevékenységek támogatása során a drónokat a felderítési, megfigyelési feladatok mellett elsősorban az ellenséges felszíni célok elleni csapásmérésekre használják, de elláthatnak konvoj kíséresi, menetútvonal-ellenőrzési, vagy célmegjelölési feladatokat, ugyanakkor komoly szerepet játszanak a légi csapások hatékonyságának értékelésében is.<sup>9</sup>

Az elmúlt évtizedben jelentősen nőtt az ilyen eszközök komplexitása, miközben bővült a precíziós csapásmérő képességük is, így a harcászati meghaladó szintű műveletekben is eredményesen alkalmazhatók, a hagyományos és az aszimmetrikus katonai tevékenységek során egyaránt. Az MQ-9 Reaper (Predator B) drón például Hellfire rakétákkal felszerelve képes felkutatni, azonosítani, majd követni a célpontokat, szükség esetén végrehajtja a célzást, a megsemmisítést, majd elvégzi a kiértékelést is, aminek köszönhetően különösen hatékony támadófegyverként tekinthetünk rá. A hírszerzési, megfigyelési és felderítési feladatokra mára már szinte kizárólag pilóta nélküli eszközöket alkalmaznak a magas kockázat miatt. A harcászati szintű felderítés

<sup>5</sup> PALIK 2013: 281–298.

<sup>6</sup> PALIK 2013: 281.

<sup>7</sup> NÉMETH–BACSA–NÉMETH 2011.

<sup>8</sup> NÉMETH 2018a.

<sup>9</sup> NÉMETH 2018b.

mellett az UAV-k hatékonyan alkalmazhatók akár az összhaderőnemi műveletek tervezése során jelentkező információs igények kielégítésére is, lehetővé téve a tervek folyamatos pontosítását, a lehetséges célok kiválasztását és azonosítását. A pilóta nélküli légi járművekkel, felszereltségétől függően, különböző módszerekkel lehet az érdekeltségi területről vagy célpontokról előzetes információkat gyűjteni, amelyek közül a legfontosabbak:<sup>10</sup>

- Képfelderítés (IMINT<sup>11</sup>):
  - fotografikus (analóg) vagy elektrooptikai érzékelők (digitális) segítségével készített nagy felbontású fényképek és mozgóképek;
  - infravörös tartományban készített fényképek és mozgóképek;
  - képiradar-szenzorokkal készített képek és mozgóképek;
  - multispektrális érzékelők által vett jelekből képzett képanyagok felhasználásával állít elő adatot, akár lehetővé téve mozgó célpontok felderítését és követését is.
- Rádiófrekvenciás tartományban végzett felderítés:
  - rádióelektronikai felderítés (SIGINT<sup>12</sup>):
    - kommunikációs (rádió) felderítés (COMINT<sup>13</sup>);
    - elektronikai (rádiótechnikai) felderítés (ELINT<sup>14</sup>);
  - radarfelderítés (RADINT<sup>15</sup>).

Az UAV-k képességeire jó példa az amerikai RQ-4 Global Hawk nagy magasságú megfigyelő és felderítő pilóta nélküli légi jármű, amely egy felszállással akár 14 ezer km távolságot is képes megtenni 18 ezer méteres magasságig, 28 órán keresztül valós idejű felderítési információkat szolgáltatva.<sup>16</sup>

Ezenkívül további katonai alkalmazási lehetőségekről is beszélhetünk, mint például a kommunikációs és információs rendszerek közötti kapcsolat kiépítése, átjátszóállomásként való felhasználás, tűzszerész- és haditengerészeti műveletek támogatása, vagy logisztikai készletek légi szállítása, valamint a közlekedési hálózatok értékelése. A vezetés technikai hátterét biztosító infokommunikációs rendszerekben az UAV-ok erre a célra fejlesztett payloadok segítségével üzemelhetnek akár légi kommunikációs csomópontként is, nagy kapacitású átjátszó- és útvonalválasztó állomás szerepét betöltve. Lehetővé teszik, hogy a különböző, akár egymástól nagyobb távolságra lévő, vagy a domborzat miatt rádiófrekvenciás szempontból felszíni összeköttetéssel át nem járható harcászati rádióhálózatok, valamint adatátviteli rendszerek a feladat függvényében egymással összekapcsolhatók legyenek, közös hálózatban üzemeljenek.<sup>17</sup> A gyakorlati alkalmazásra jó példát szolgáltatnak az afganisztáni műveletek, ahol a kedvezőtlen földrajzi viszonyok miatt Global Hawkokkal biztosították a harcászati információs rendszereken továbbított adatok elérhetőségét, a kommunikációs hálózatok működését. A tűzszerésműveletekben a felderítési, megsemmisítési, hatástalanítási,

<sup>10</sup> HAIG et al. 2014: 94–96.

<sup>11</sup> Imagery intelligence.

<sup>12</sup> Signal intelligence.

<sup>13</sup> Communication intelligence.

<sup>14</sup> Electronic intelligence.

<sup>15</sup> Radar intelligence.

<sup>16</sup> RQ-4 Global Hawk USAF Fact Sheet.

<sup>17</sup> United States Air Force Scientific Advisory Board 2011.

valamint robbantási feladatokban egyaránt szerephez juthatnak a drónok, amelyek jelentős támogatást nyújthatnak a küldetések balesetmentes végrehajtásához.<sup>18</sup> A haditengerészeti feladatok között a part menti vizek, kikötők vízi bejáratainak ellenőrzése, megfigyelése, felderítési tevékenység végzése a leggyakoribb, de alkalmazhatják a drónokat hajók környezetének megfigyelésére, hajózási útvonalak ellenőrzésére is. Különböző logisztikai műveletek során is találkozhatunk UAV-ok igénybevételével. Az afganisztáni hadszíntéren például a Kaman cég eredményesen üzemeltetett pilóta nélküli helikoptereket, amelyek utánpótlást juttattak el a nehezen megközelíthető helyekre, így az erőket más műveletekbe is bevonhatták a parancsnokok, mivel nem kellett a szárazföldi szállító konvojok védelmére harcoló alegységeket biztosítani.<sup>19</sup>

Látható tehát, hogy a pilóta nélküli légi járművek katonai felhasználásának lehetőségei folyamatosan bővülnek. Egy ilyen, hazai viszonylatban még mindenképpen új terület lehet a közlekedési hálózatok felmérése, értékelése. A logisztikai felderítésből származó információk rendkívül fontosak a műveletek logisztikai támogatásának tervezésekor és szervezésekor. Ezek közül kiemelkedik a közlekedési hálózatok hadszíntéri értékelése, amely az erők megfelelő időben és megfelelő helyre történő átcsoportosításának sikeres végrehajtásában tölt be meghatározó szerepet. Tanulmányunkban éppen ezért a pilóta nélküli légi járművek vasút- és közúthálózatok értékelésében való alkalmazhatóságát vizsgáljuk meg.

## A pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatósága a logisztikai felderítésben

Az anyagok, eszközök, valamint személyek szárazföldi szállításait alapvetően a vasút- és a közúthálózati infrastruktúrára tervezik, illetve szervezik a logisztikai támogatást végző szervezetek. Az erők átcsoportosításakor fontos szempont, hogy a közlekedési hálózatok kapacitásairól pontos és naprakész információval rendelkeznek a művelettervezésben részt vevő logisztikai személyek. Az információk begyűjtését helyszíni szemlék végrehajtásával, szemrevételezési szempontokat tartalmazó listák kitöltésével végzik a felderítő csoportok. A szemrevételezési listák segítséget nyújtanak az adatok rendszerezéséhez és a kiemelten lényeges információk azonosításához. Ennek megfelelően a pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatóságának vizsgálatakor is célszerű ezeket a szempontokat figyelembe venni, mivel a listák használatán keresztül valószínűleg meg eredményesen a vasút- és közúthálózatok hadszíntéri értékelése. Ezeket a szemrevételezési szempontokat mérvadónak tekintettük saját vizsgálatunk során.

### Módszer

Az UAV-k alkalmazhatóságának vizsgálatához egy DJI Phantom 4 Pro + típusú drónt használtunk (1. ábra), mivel a kutatás időpontjában ez volt elérhető számunkra.

<sup>18</sup> EMBER-KOVÁCS 2022: 20.

<sup>19</sup> PALIK 2013: 288.



1. ábra: DJI Phantom 4 Pro +

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

Repülési célterületnek egy olyan közlekedési csomópontot jelöltünk ki, amelynél a vasútállomásnak van több közvetlen közúti csatlakozása is, így az infrastruktúrák értékelését egy időben egy repülés végrehajtásával meg tudtuk valósítani. A helyszín kiválasztásakor tekintettel voltunk arra a tényezőre, hogy az MH Klapka György 1. Páncélosdandár közelében elhelyezkedő közlekedési infrastruktúrák fontos szerepet töltenek be a katonai szervezet állományának és eszközeinek a helyőrségből a kijelölt művelési területre történő eredményes átcsoportosításában. A dandár ráadásul 2023-tól már a telepíthető lövészdandár-képességet is biztosítja NATO-felajánlásként, így a szövetség számára is kiemelt jelentőségű a felajánlott erők hatékony mozgatásának lehetősége, amelynek egyik alapfeltétele a vasút- és közúthálózatok katonai szükségletek szerinti sikeres igénybevétele.<sup>20</sup> Az infrastruktúrák helyszíni vizsgálatokor figyelembe vettük azokat a szempontokat is, amelyekkel elvégezhető

<sup>20</sup> SZLOSZJÁR 2017.

a vasút- és közúthálózatok szemrevételezése. A drón reptetésekor elsőként a vasút-állomás, majd a hozzá kapcsolódó úthálózatok felderítését hajtottuk végre. A szemrevételezési listák alapján készített légi felvételeket pedig (a méretek azonosításához) Google Earth Pro+ alkalmazás segítségével értékeltük ki.

### *Szemrevételezési szempontok szerinti logisztikai felderítés és értékelés*

A vasút- és közúthálózatok hadszíntéri értékeléséhez használható szemrevételezési szempontokat tartalmazó listák – a logisztikai felderítés részeként – alapvetően a logisztikai támogatás tervezéséhez és szervezéshez nyújtanak lényeges adatokat. A vasúthálózatok értékelésére egy 5 fő részből álló, 40 db alszempontot tartalmazó listát lehet alkalmazni, amelyet az 1. táblázat szemléltet.

1. táblázat: Szemrevételezési lista vasúthálózatok értékeléséhez

Fsz.	Fő szempontok	Kibontott szempontok	Megjegyzés
1.	Alapadatok	Szemrevételezés időpontja	
		Időjárási körülmények	
		A vasútvonalak, -hálózatok megnevezése és hálózati koordináta-adatai	
Részletezett adatok			
2..	Vasútvonalak	Nyíltvonali vágányok hossza	
		Nyomtávolság	
		A vonalak villamosítotttsága	
		A vasúti csomópontok elhelyezkedése a hálózaton (száma, irányítása, tengelyterhelése)	
		Iparvágányok (kiágazási pont, célpont)	
		Vonalak típusai (fő-, mellékvonalak)	
		Vonalakon elhelyezkedő műtárgyak (például híd, felüljáró)	
		Vonalon engedélyezett sebesség	
		Vasútvonalak kerülő útirányának meghatározása	
		Repülőterek, tengeri kikötők vasúti kapcsolatai	
		Űr- és rakszelvénytérmetek	
		A pálya alépitményének típusa	
		A pálya felépitményének típusa (ágyazat, aljak, sínek)	
		A pályába épített szerkezetek (kitérők, átszerelések, vágánykapcsolások)	
		A vasúti pálya tengelyterhelése	

Fsz.	Fő szempontok	Kibontott szempontok	Megjegyzés
3.	Vasútállomások	Állomás jellege (például személypályaudvar, rendező pályaudvar stb.)	
		Állomási területek	
		Állomás megközelíthetősége	
		Őrzés-védelmi lehetőségek, világítóberendezések megléte	
		Rakodóberendezések fajtái, méretei	
		Rakodási területek	
		Állandó vagy ideiglenes illemhelyek	
		Állomási utak fajtája (például lánctalpas eszközökhöz)	
		Állomási vágányok fajtája, száma: ebből rakodására használható, ebből utasforgalmi peronnal ellátott	
		Állomási vágányok használható hossza	
		Állomási rakodóberendezések típusai	
		Állomásépület felszereltsége, létesítményei	
		Állomás villamosítottága	
		Állomások vágányainak tengelyterhelése	
		Állomási vágányokon engedélyezett sebesség	
Állomási vágányok korlátozásai			
		Szolgálati helyek (megálló-, rakodó- és megálló-rakodóhelyek) adatai	
4.	Vasúti gördülő állomány	Vontató járművek típusai, darabszáma (villamos mozdonyoknál, motorvonatoknál ebből többáramnemű)	
		Működési engedéllyel rendelkező vasútvállalatok (vontatási szolgáltatók)	
		Vontatott szerelvények (teherkocsitípusok, teherbírás, használható száma)	
		Vontatott szerelvények (személykocsitípusok, használható száma)	
Összefoglaló adatok			
5.	Összefoglaló adatok	Fontosabb elérhetőségek (telefonszámok, email, stb. a vasútállomások/pályaudvarok képviselőjének, a helyi rendőrség, mentőszolgálat és tűzoltóság összekötő tisztjének stb.)	
		Vasútvonali térképek, torzított helyszínrajzok, megléte, helye, másolata	

Forrás: Szajkó–Lévai 2021.

Látható, hogy a táblázatban külön szempontok tartoznak a vasútvonalakhoz, a vasútállomásokhoz és a gördülő állományhoz. Ezek közül a vasútállomásokhoz tartozó szempontokat vettük figyelembe, mivel a vasútvonalak vizsgálatára – a rendelkezésünkre



álló idő, a drón véges kapacitása (a maximális repülési idő) és a repüléshez szükséges engedélyezési eljárások miatt – nem volt lehetőségünk. Az állomások felderítésekor szerzett repülési tapasztalatokat ráadásul fel lehet használni a vasútvonalakra is, mivel számos szemrevételezési szempont (például villamosítottág, nyomtávolság, tengelyterhelés, engedélyezett sebesség) megegyezhet egymással. A gördülő állomány értékelését azonban csak az eszközöket üzemeltető vállalat bevonásával lehet elvégezni, amelyet a repülés időpontjában szintén nem tudtunk megvalósítani.

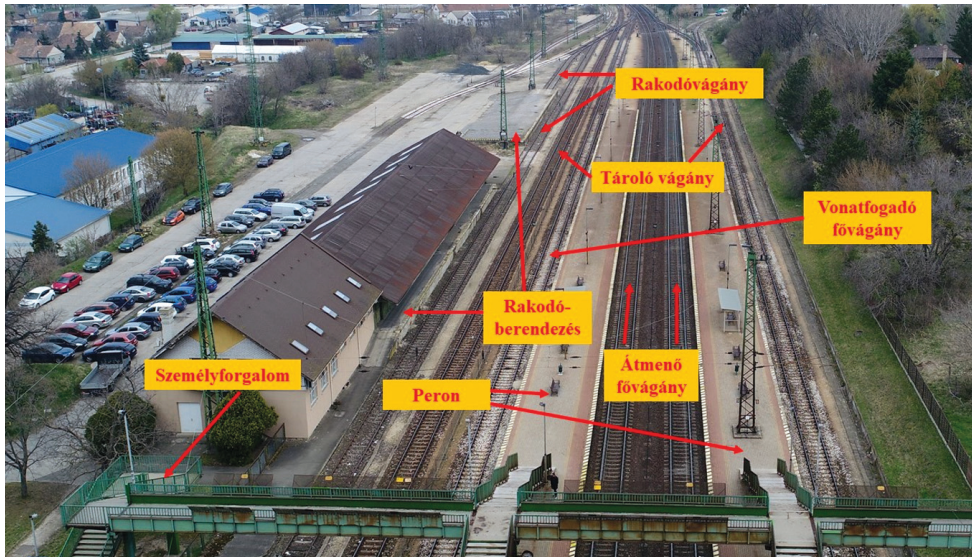
Az alapadatokat tekintve a szemrevételezést jó látási viszonyok között 2022. április 7-én hajtottuk végre. A vasútállomás WGS84 földrajzi koordináta-adatai: északi szélesség 47 39' 50" keleti hosszúság 18 19' 38". Vizsgálatunk első lépéseként beazonosítottuk az állomás típusát. A drón által készített képen jól látható (2. ábra), hogy az állomás rendelkezik vasútüzemi épületekkel, peronokkal és az áruakadáshoz külön vágánnyal, homlok- és oldalrakodóval.



2. ábra: Vasútállomás felülnézetből

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

Tehát a felderítéskor arra a következtetésre jutottunk, hogy az állomás működtethető több funkció szerint is. Az állomási területeket tekintve azonosítottuk, hogy a közlekedési infrastruktúrához kiépítettek rakodó- és iparvágányokat, a rakodáshoz beállított járművek átmeneti tárolására biztosított vágányokat és a kocsik rendezésére, valamint a vonatok fogadására, indítására, illetve a kocsik kisorozására szolgáló vágánycsoportokat (3. ábra).



3. ábra: A vasútállomás vágányai

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

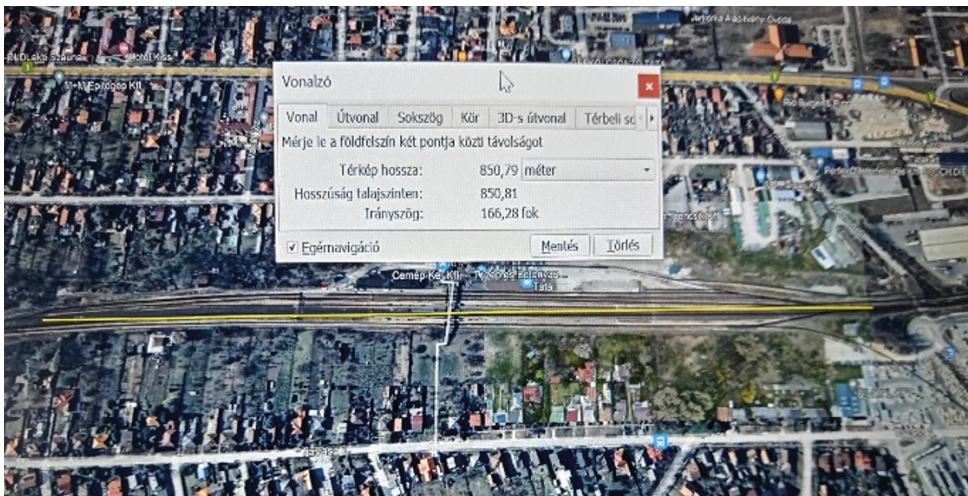
Az őrzésvédelmet minimálisan biztosító infrastruktúra-elemek részben rendelkezésre állnak, tehát üzemeltethető egy raktárépület, utasforgalmi épület, közforgalmú rakodóterület, amelyeket kiegészítve katonai felszerelésekkel (például gyorstelepítésű drótkadállyal, mobil őrtoronnyal) meg lehet valósítani az anyagok, eszközök, személyek és szerelvények megóvását. A rakodást segítő eszközöket és a rakodóterületeket vizsgálva megállapítottuk, hogy a raktárépülethez közvetlenül megépítettek (65 méter hosszan) oldalrakodót és az épülettől minimális távolságra (30 méterre) homlok- és oldalrakodót (60 méter hosszan) is. Az áruk ki- és berakodását segítő felszerelésekkel (például darukkal, emelőberendezésekkel) azonban nem rendelkezik az állomás, ennek megfelelően a katonai szállítások tervezésekor és szervezésekor kiemelt figyelmet kell fordítani a szükséges eszközök biztosítására. Az utasforgalmi épületben találtunk illemhelyeket, valamint az állománs rövid pihentetését, várakozását lehetővé tevő infrastruktúrát. Az 1. táblázatban szereplő szempontokon tovább haladva (állomás megközelíthetősége, állomási utak fajtája) a légi felvételek alapján megállapítottuk, hogy az állomás megközelíthető például a kiépített közutakon keresztül az 1-es számú főútról, amelyek szilárd burkolattal rendelkeznek, és megfelelőek a haditechnikai eszközök közlekedtetésére (4. ábra).



4. ábra: A vasútállomás megközelíthetősége

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

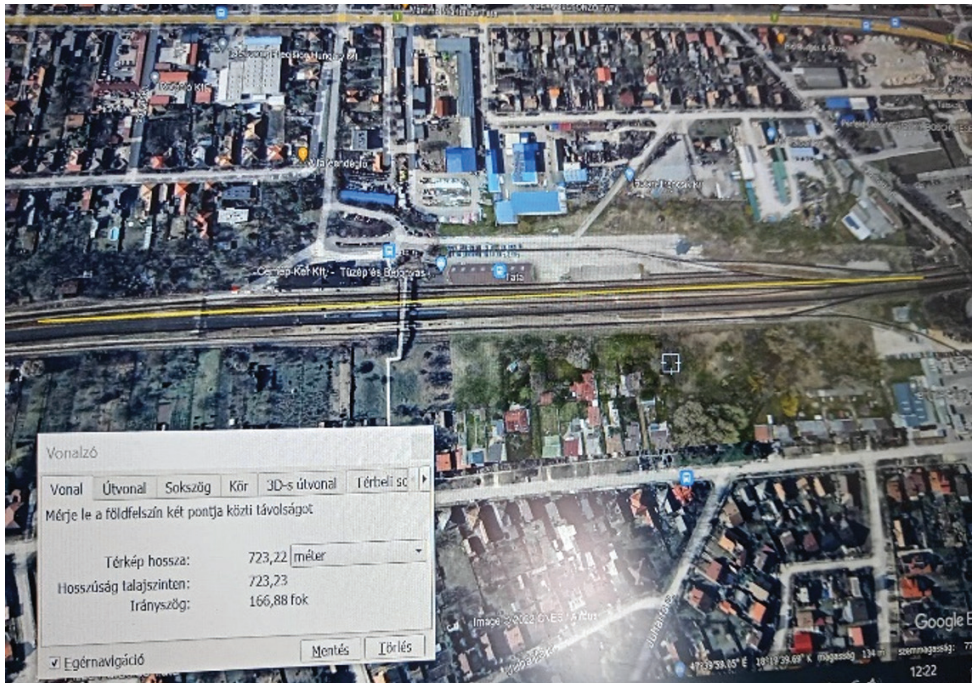
A vágányok használható hosszának<sup>21</sup> az átmenő fővágányoknál 850 métert (5. ábra), a vonatfogadó vágányoknál 722 métert (6. ábra), a tároló vágányoknál 730 és 710 métert, míg a homlok- és oldalrakodónál 90 métert, valamint 260 métert mértünk.



5. ábra: Átmenő fővágány hossza

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

<sup>21</sup> Használható hossz: járművekkel elfoglalható anélkül, hogy a szomszédos vágányokra a szerelvények be- és kijárása akadályozva lenne. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem 2001.



6. ábra: Vonatfogadó vágányok hossza

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

A vágányok nyomtávolságát pedig 1,51 méternek állapítottuk meg. Az adatokat visszaellenőriztük a Magyar Állami Vasutak (MÁV) által kiadott 49486-10/2015/MAV nyilvántartási számú Tata Állomási Végrehajtási Utasításában szereplő információkkal. Az eltérések a vágányok hosszánál  $\pm 20$  méteres nagyságrendben, míg a nyomtávolságnál  $+0,075$  méterben (normál nyomtáv 1,435 méter) mutatkoztak. Meg kell említeni, hogy a nyomtávolságnál az eltérések hibahatáron túliak, mivel differenciának csak 2-3 mm engedélyezett a vasúti közlekedésben.

Az eltérések abból adódnak, hogy a légi felvételeket kezdetleges affin transzformációval<sup>22</sup> illesztettük a geometriai helyükre, amelyet Google Pro+ alkalmazás segítségével hajtottunk végre. Ennél jobb mérési eredmény eléréshez szükséges, hogy a helyszínen megmérjünk (illesztőpont kijelöléssel) néhány azonos szintben lévő terepi pontot is, és például fejlett fotogrammetriai célszoftverek alkalmazásával térképeket hozzunk létre, amelyből már pontosabb adatok nyerhetők ki.

Az állomás villamosítottságánál azt tapasztaltuk, hogy a vágányokhoz kiépítettek áramrendszereket. Ezenkívül a közlekedési infrastruktúra rendelkezik bejárati és kijárat jelzőkkel, törpe tolatásjelzőkkel, biztonsági határjelzőkkel, vágánykapcsolásokkal

<sup>22</sup> Affin transzformáció: Lineáris geometriai transzformáció, amely a párhuzamosságot megtartja, de a képi egyenesek bezárt szögét változtathatja. Ennek megfelelően, az affin transzformációkkal lehetséges az epipoláris geometria alapvető problémáinak megoldása kevesebb megfeleltetést használva. PUSZTAI-HAJDER 2019.

(7. ábra), 1 db váltójelzővel, tolatási határjelzővel, megálláshelye-jelzővel, távolságjelzővel, az oldalrakodónál az úrszelvénybe nyúló létesítményre figyelmeztető jelzéssel.



7. ábra: Vasútállomás jelzései

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

Az állomáson egyenes irányban a vonatoknak 100 km/h engedélyezett sebességgel, míg kitérő irányban 40 km/h sebességgel lehet haladni, amelyet vasúti jelzőtáblák jelölnek. A pályák tengelyterhelését a légi felvételek alapján nem tudtuk megállapítani, mivel a drón nem rendelkezett a pontosabb méréshez (3D-s mérések<sup>23</sup>) szükséges felszereléssel (például LIDAR-alkalmazást biztosító műszerrel, rendszerrel<sup>24</sup>). A lehetséges közeli nyíltvonali szolgáltatási helyeket<sup>25</sup> (megálló-, rakodó- és megálló-rakodóhelyek) nem szemrevételeztük, így adatokat sem tudtunk hozzájuk rendelni.

Az összefoglaló adatokat tekintve nem volt olyan szempont, amelyet a drón segítségével fel lehetett volna deríteni (fontosabb elérhetőségek), így ezekre sem fordítottunk külön figyelmet. Ezek az információk a helyszínen (egyezett időpontban) az infrastruktúra-üzemeltetőktől vagy internetes elérhetőségeken keresztül is beszerezhető.

Az összegzett tapasztalatunk az, hogy a vasúti infrastruktúrák helyszíni szemrevételezését hatékonyan tudják támogatni a drónnal készített légi felvételek és videók.

<sup>23</sup> A 3D-s méréseken keresztül megállapítható a vágányok keresztmetszetének méretei, a keresztaljak méretei, kialakítása, amelyből már kiszámítható a vonalak tengelyterhelése. LESIAK 2020: 117.

<sup>24</sup> A LIDAR (Light Detection and Ranging) technológiával nagy területről, gyors és nagy pontosságú háromdimenziós adatgyűjtést lehet elvégezni a Föld felszínéről olyan területeken is, ahol a földi geodéziai méréseket csak nagy erőforrással lehetne megvalósítani. EnviroSense [é. n.].

<sup>25</sup> Szolgáltatási helyek: Olyan nyíltvonali szolgáltatási helyek, ahol vonattalálkozássra nincs lehetőség, így nem tekinthető állomásnak. Ilyen lehet a megálló-, rakodó- és megálló-rakodóhelyek. SZAJKÓ-LÉVAI 2021: 38.

A pontosabb mérési adatok begyűjtéséhez azonban szükséges, hogy a pilóta nélküli légi jármű fel legyen szerelve mérésekhez megfelelő technológiával, és a hosszabb pályák (vasútvonalak) vizsgálatához elegendő repülési idővel és repülési hatótávolsággal is rendelkezzen.

A vasútállomás értékelését követően a hozzá kapcsolódó úthálózatok szemrevételezésével folytattuk a logisztikai felderítést. Az úthálózatok vizsgálatához szintén egy 5 fő részből álló, 51 db alszempontra tartalmazó listát használtunk, amelyet a 2. táblázat szemléltet.

2. táblázat: Szemrevételezési lista utak értékeléséhez

Fsz.	Szemrevételezés tárgya	Szemrevételezési szempontok
1.	Alapadatok	Szemrevételezés időpontja
		Időjárási körülmények
		Az útszakasz hálózati koordinátái
		Az útszakasz útosztálya (például elsőrendű főútvonal)
		Az útszakasz hálózati jelölése, száma (például M3)
2.	Útpálya	Megengedett legnagyobb sebesség
		Az útpálya forgalmi szélessége
		A pálya teherbírása
		A pálya burkolatának típusa (például beton)
		A burkolat általános minősége
		A pálya legkisebb ívsugara
		A pálya forgalmi sávjainak száma
		A forgalomtechnikai elemek minimális távolsága a burkolat szélétől (például zajvédő falak, vezetőoszlopok, szalagkorlátok)
		A pályán meglévő akadályok fajtája (például burkolatjavítás, burkolathiba, átfolyás)
		A pályán meglévő akadályok koordinátái
		Az akadály forgalomra gyakorolt hatásának mértéke (például teljes pálya, egy sáv)
		Az akadály megszűnésének várható időpontja
		A pályán érvényben lévő forgalomkorlátozások (például behajtási tilalmak)
		A forgalomkorlátozások időtartama (például 08–16 óra között)
3.	Csomópontok	Csomópont típusa (például közúti, vasúti, merőleges vagy körforgalom)
		Csomópont helye, földrajzi koordinátái
		Forgalom irányításának fajtája (például jelzőlámpás)

Fsz.	Szemrevételezés tárgya	Szemrevételezési szempontok
3.	Csomópontok	Csomópont ágainak száma, azok sávszáma, szélessége
		Csomóponti ágak útosztályai
		A csomópont minimális kanyarodási ívsugara (például körforgalom ívsugara)
		Csomópontban elhelyezett elemek típusa, méretei (például növényzet, körforgalom közepén elhelyezett díszítőelemek stb.)
		A csomópont környezetében elhelyezett, a menetvonalat érintő egyéb elemek elhelyezkedése (például épület minimális távolsága az útpályától)
		A csomópont igényel-e katonai forgalomirányítást (Igen/Nem)
4.	Műtárgyak	Típusa (például közúti, vasúti felüljáró)
		Műtárgy helye, földrajzi koordinátái
		Műtárgy alatti szabad magasság
		Műtárgy alatti szabad szélesség
		Műtárgy (például híd, áteresz, felüljáró) teherbírása
		Műtárgy (például hidak, átereszek) szabad szélessége
		Műtárgy (például hidak, átereszek) korlátainak méretei
		A műtárgyak esetleges hibái, korlátozásai
		A korlátozások várható időtartama
		A műtárgyak szerkezeti anyagai
5.	Útpálya környezet	Lehetséges rövid pihenő helye, földrajzi koordinátái
		Lehetséges rövid pihenő mérete, lehetséges forgalmi irányai (például a belépő pont megegyezik-e a kilépő ponttal)
		Lehetséges rövid pihenő infrastruktúrája (például vízvételi lehetőség, illemhely)
		Lehetséges hosszú pihenő helye, földrajzi koordinátái
		Lehetséges hosszú pihenő mérete, lehetséges forgalmi irányai (például a belépő pont megegyezik-e a kilépő ponttal)
		Lehetséges hosszú pihenő infrastruktúrája (például vízvételi lehetőség, illemhely)
		Konvojfordítási lehetőség helye, földrajzi koordinátái
		Konvojfordítási lehetőség méretei, lehetséges forgalmi irányai
		Üzemanyag-vételezési pont helye, földrajzi koordinátái
		Üzemanyag-vételezési pont kútoszlopainak száma, parkolójának mérete
		Az út környezetében lévő veszélyes vagy különleges objektum helye, földrajzi koordinátái (például petárdagyár, vízmű)
		A veszélyes vagy különleges objektum veszélyének fajtája, mértéke
		Az útpálya forgalmát korlátozó növényzet (mérete, jellemzői)

Forrás: SZAJKÓ 2019: 74.

A 2. táblázatban külön szempontok tartoznak az útpályára, a csomópontokra, a műtárgyakra és az útpálya környezetére. Ezek közül azokat a szempontokat vettük figyelembe az úthálózatoknál, amelyek a vasútállomáshoz közvetlenül csatlakoznak, mivel hosszabb távolságra lévő gyorsforgalmi utak, főutak felderítésére már nem volt lehetőségünk. A 2. táblázat alapadatait tekintve a szemrevételezés időpontja és az időjárási körülmények megegyeznek a vasútállomásnál említett adatokkal. Az útszakasz WGS84 földrajzi koordinátái és a szemrevételezett terület: Északi szélesség 47 40' 36", keleti hosszúság 18 19' 15" ponttól az északi szélesség 47 39' 46" és keleti hosszúság 18 19' 28" pontig haladó útszakasz és a hozzá kapcsolódó északi irány szerinti jobb oldalon elhelyezkedő bekötő utak, valamint az állomáshoz vezető utak. Az útszakasz elsődrendű főútvonal, amelyet 1-es jelöléssel láttak el a közlekedési hatóságok (8. ábra).

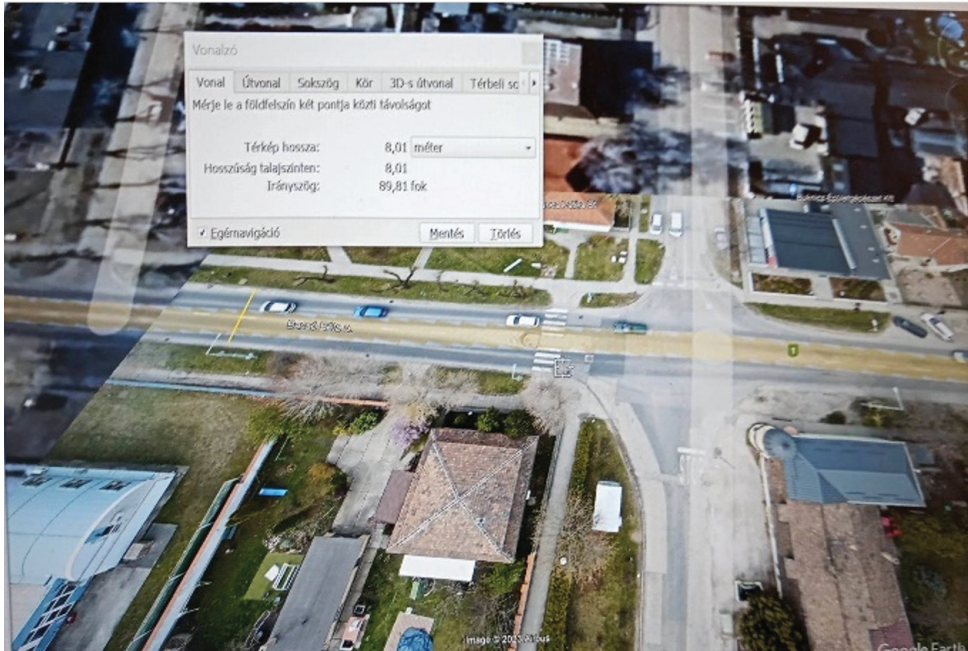


8. ábra: Állomáshoz vezető utak

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

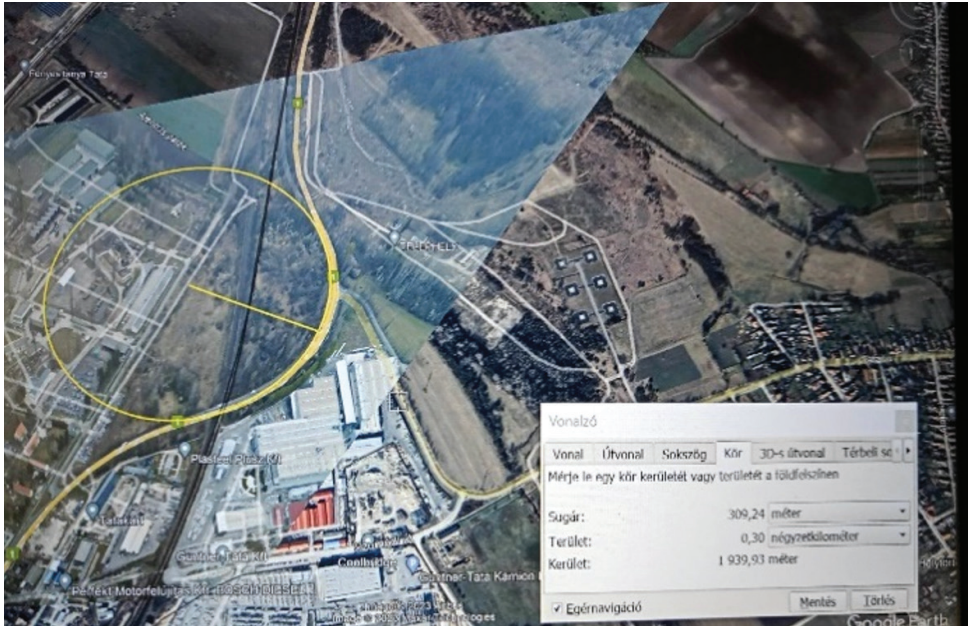
Az 1. számú főúton a megengedett legnagyobb sebesség (lakott területen belül) 50 km/h. Az 1. sz. főút útpálya szélességét 8,01 méternek, míg az útvonal legkisebb ívsugarát 309 méternek (külterületi út Tata–Almásfüzitő irányába) mértük (9. és 10. ábra).





9. ábra: Az 1. sz. főút pályaszélessége

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése



10. ábra: Az 1. sz. főút ívsugara

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

A vizsgált szakaszon a pályát végig aszfaltozott burkolatúnak, jó minőségűnek (hadi-technikai eszközökkel járható) és úthibától mentesnek értékeltük, ahol a  $2 \times 1$  sávós útvonalon az építők 1,5 méterre helyezték el a forgalomtechnikai elemeket, valamint a növényzetet (fák, aljnövényzet). Mesterséges akadályokkal (burkolathiba, javítás, átfolyás) viszont nem talákoztunk a felderítés végrehajtásakor. A csomópontok közül a vasútállomáshoz vezető út és az 1. sz. főút közötti kereszteződését szemrevételeztük, mivel a vizsgált útszakaszon ez volt a legforgalmasabb és – a vasút–közúti szállítások tervezési, szervezési feladatait figyelembe véve – egyben a legfontosabb infrastruktúra-elem is. A szintbeni kereszteződés (a táblázat szempontjain tovább haladva) az északi szélesség  $47^{\circ} 39' 48''$  és a keleti hosszúság  $18^{\circ} 19' 27''$  pontnál található. A kereszteződésben a járművek, gyalogosok haladását, a forgalom irányítását jelzőtáblák (például az alsóbbrendű utak felől kihelyezett „Állj, elsőbbségadás kötelező!” jelzőtábla) és forgalomtechnikai elemek (például kijelölt gyalogos-átkelőhely) segítik. A pálya szélességének 7,93 métert, míg az ívsugarának 14,87 métert mértünk. A 4 ágú kereszteződésben nem helyeztek el akadályozó elemeket (például növényzetet), amelynek minden kivezető irányába  $2 \times 1$  sávós pályán lehet közlekedni. A kereszteződésben az ingatlanokat minimum 2,7 méter távolságra építették ki az útpályától (11. és 12. ábra). A  $2 \times 1$  sávós útvonalon a menetoszlopok biztonságos közlekedése érdekében szükséges, hogy forgalomszabályzó katonák is segítsék a forgalom lebonyolítását.



11. ábra: A kereszteződés ívsugara

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése



12. ábra: A kereszteződés sávszélessége

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

Az adatokat itt is visszaellenőriztük a Magyar Útügyi Társaság által kiadott e-ÚT 03.01.11 nyilvántartási számú *Közutak tervezésében* szereplő információkkal. Eltérések a pálya szélességénél  $\pm 1$  méterben, míg az ívsugárnál (1. számú főútnál) + 9 méterben (az általunk mért adatok nagyobb ívsugarat mutattak) és (a vasútállomáshoz vezető út és az 1. számú főút kereszteződésénél) + 0,87 méterben jelentkeztek. A különbségek a vasútállomásnál már említett mérési pontatlanságból adódnak. A 2. táblázat következő szempontjai az útpálya környezetére vonatkoznak, a műtárgyak szemrevételezését nem hajtottuk végre, mert a vizsgált útvonalon nem találtunk ilyen jellegű infrastruktúra-elemet.

A drón reptetésekor és a légi felvételek alapján úgy értékeltük, hogy a vasútállomás közforgalmú rakodóterülete alkalmas lehet egy menetoszlop számára rövid (20-30 perc) és hosszú pihenő (1 óra) megtartására, viszont ennél hosszabb pihenés végrehajtását csak az infrastruktúra átalakításával, kiegészítésével és a polgári tevékenységek nagymértékű korlátozásával lehet biztosítani (13. ábra).



13. ábra: Lehetséges pihenőhely

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

A pihenő céljára alkalmas terület az északi szélesség  $47^{\circ} 39' 53''$  és a keleti hosszúság  $18^{\circ} 19' 36''$  pontnál található, megközelíthető a vasútállomáshoz vezető útról (belépő és kilépő pontok megegyeznek), amely 17 méter széles és 140 méter hosszú szabad tárolókapacitással rendelkezik. Az utasforgalmi épületben biztosított a vízvételi lehetőség és a mosdók igénybevétele. A konvojok fordítása a kör alakú egyirányúsított (nem körforgalmú csomópont) területen – amely kerületének középértéke 119 méter – valósítható meg (koordináta-adatai megegyeznek a parkoló területével). Üzemanyag-vételezési pontot nem szemrevételeztünk, mivel a vasútállomás 500 méteres körzetében nem létesítettek üzemanyagkutakat. A táblázat utolsó szempontját figyelembe véve megállapítottuk, hogy a pihenésre kijelölhető terület közelében nincs olyan objektum vagy épület (például vegyi üzem, víztisztító állomás stb.), amely veszélyt jelenthetne a konvojokra a rövid vagy hosszú pihenő megtartásakor. Összességében a begyűjtött adatok alapján úgy értékeltük, hogy a vizsgált útszakasz járható haditechnikai eszközökkel, a pihenésre kijelölt terület alkalmas rövid és hosszú pihenés végrehajtására, valamint a szintbeni kereszteződésben – a menetoszlopok biztonságos közlekedéséhez – forgalomszabályzás is szükséges.

A vasút- és közúthálózatok helyszíni szemrevételezéséből szerzett általános tapasztalatunk, hogy a felderítést itt is hatékonyan tudják támogatni a drónnal készített légi felvételek és videók. A drónok használatával, kiválasztásával kapcsolatban azonban érdemes meghatározni olyan alapvető paramétereket is, amelyeket szükséges figyelembe venni az eredményesebb logisztikai felderítés végrehajtása érdekében. A helyszíni szemrevételezésből összegyűjtött információk alapján a pilóta nélküli repülőeszközzel szemben támasztott követelmények a következők lehetnek:

- rendelkezzen (teljes feltöltöttségénél): minimum 25 perc repülési idővel és cserélhető akkumulátorral, így rövid megszakításokkal akár több órás felmérések is végezhetők;
- a fedélzeti adatrögzítő minimum 4 órányi videófelvétel rögzítésére legyen képes, ami nagyobb felmérések eredményeinek ideiglenes tárolását is lehetővé teszi;
- repülési távolsága biztosítsa a hosszabb vonalak (nyíltvonalai vágányok, gyorsforgalmú útvonalak) felderítését, azaz minimum 1 kilométer legyen, de hosszabb útvonalszakaszok vizsgálata akár a 10 kilométeres nagyságrendet is megkövetelheti, amelyre a merevszárnyú eszközök hatékonyabb megoldást kínálnak multirotoros társaiknál;
- legyen képes akár 500 méteres repülési magasságra is annak érdekében, hogy a felmért infrastruktúráról és annak környezetéről átfogó képet kaphassunk, illetve a felmérést akár észrevétlenül is végre tudjuk hajtani;
- legyen képes magas minőségű, nagy felbontású fotók és videók készítésére a kiértékelés hatékonyságának és pontosságának növelése érdekében, illetve amennyiben lehetséges, legyen felszerelve olyan mérőeszközzel, amellyel akár az útpályák szélességét, a vágányok nyomtávolságát, vagy akár a tengelyterhelését is meg lehet pontosan határozni.

Az elvárt paraméterek köre természetesen a lehetséges alkalmazási körülmények függvényében tovább bővíthető (például működési hőmérséklet-tartomány), itt csak a legalapvetőbb követelményeket határoztuk meg azokból a tapasztalatokból kiindulva, amelyet az eddigi repülések során szereztünk. A számos elérhető megoldás közül, a fenti követelmények szem előtt tartásával, az alábbi táblázatban szereplő (3. táblázat) UAV-ok rövid ismertetésével mutatjuk be, milyen eszközök lehetnek alkalmasak a vasút- és közúthálózatok logisztikai felderítésére, valamint segíthetik a szemrevételezést végző szakértő személyek információgyűjtő folyamatainak hatékony végrehajtását.

A tanulmány előző részében bemutatott osztályozási rendszer jól mutatta, milyen változatos műszaki tartalommal készülhetnek a UAV-ok, ami lehetőséget biztosít azok sokoldalú, a legkülönbözőbb területeken történő felhasználására. A 3. táblázatban bemutatott eszközök összehasonlítása során is megállapítható, hogy a széles tartományban mozgó paramétereknek köszönhetően több alkalmazási lehetőség közül választhatunk, így olyan eszközt is, amely az egyes feladatok jellegének leginkább megfelelő műszaki megoldásokkal rendelkezik. Azonban érdemes kiemelni, hogy a közlekedési infrastruktúrák felmérése szempontjából a legfontosabb jellemzők vizsgálata nem igényel speciális eszközöket, mivel a legtöbb információhoz hozzá lehet jutni jó minőségű felvételek készítésével és szoftveres utófeldolgozással is. Ennek köszönhetően már a „hobby” célra fejlesztett, közép-felső kategóriás pilóta nélküli légi járművek is alkalmasak lehetnek az említett feladatok ellátására.

3. táblázat: UAV-k összehasonlítása

	Jellemzően polgári célú felhasználás		Jellemzően katonai célú felhasználás	
	Megnevezés	DJI Phantom 4 Pro V2.0	Yuneec H520E drón E30Zx kamerával felszerelve	Scan Eagle
Tömeg	1375 g	2465 g	26,5 kg (üzemanyaggal feltöltve)	40 kg
Méret	átlósan 350 mm	551mm × 482mm × 309mm	3,1 m szárnyfesz-távolság	4,7 m szárnyfesz-távolság
Vezérlés	Gyári kontrollervagy okostelefonos applikáció segítségével	ST16E (Android-rendszerű) távirányítóval	2 operátoros dedikált földi irányító állomásról	Távvezérelt vagy autonóm módon
Sárkány-szerkezet, meghajtás	4 rotoros elektromos meghajtású multicopter, cserélhető akkumulátorral	6 rotoros elektromos meghajtású multicopter, cserélhető akkumulátorral	Merev szárnyú benzinmotoros, repülőpetróleummal hajtott	Merev szárnyú elektromotoros, cserélhető akkumulátorral
Adatrögzítés	MicroSD-kártya a fedélzeten és a távirányítón	MicroSD-kártya a fedélzeten és a távirányítón	A földi irányítóállomáson történik	A földi irányítóállomáson történik
Videóminőség	C4K 2160p	FHD 1080p	infravörös/elektrooptikai szenzorok által nagy felbontású HD minőségű video és Ultra 4K minőségű kép	infravörös/elektrooptikai szenzorok által nagy felbontású HD minőségű video és Ultra 4K minőségű kép
Fényképfelbontás	20MP 4096×2160	12MP 1920×1080		
Maximum repülési idő egy feltöltéssel	30 perc	30 perc	18 óra	6 óra
Maximum repülési hatótávolság	2–7 km	3,5 km	100 km	100 km
Maximum repülési magasság	500 m	500m	5900 m	3650 m
Bekerülési költség	~780 000 Ft	~2 750 000 Ft	~100 000\$	Nincs adat

Forrás: Szatmári Balázs szerkesztése

(Megjegyzés: A választás önkényes, olyan eszközöket vizsgáltunk, amelyek egyrészt a piacon könnyen hozzáférhetők, másrészt a javaslatunk összeállítását segítette, hogy rendelkezünk az üzemeltetéssel kapcsolatban közvetlen tapasztalatokkal is.)

A felmérés során szerzett tapasztalataink azt mutatták (a táblázat első oszlopában szereplő eszközt figyelembe véve), hogy a DJI Phantom 4 Pro eszköz hatékonyan tudja támogatni közlekedési infrastruktúrák értékelését, ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy alaposabb repüléstervezéssel és hatékonyabb szoftveres utófeldolgozással pontosabb mérési eredményekhez is hozzá lehet jutni. Az eszköz egyik fontos

tulajdonsága – a felderítés szempontjából –, hogy a gyártó által kiadott üzemeltetési kézikönyv szerint 0 °C hőmérséklet alatt nem működtethető üzembiztosan.<sup>26</sup> A katonai kivitelű eszközök legnagyobb előnye viszont éppen a magas üzembiztonságban és környezetállóságban rejlik, ami garantálja működésüket szélsőséges üzemeltetési körülmények között is.

A táblázat második oszlopában egy a DJI-hoz hasonló kínai gyártmányú Yuneec 520E hatrotoros polgári felhasználásra tervezett drón szerepel, amelyhez a gyártó már rendszeresítette az úgynevezett „Mapping” és „Corridor scan” funkciókat is. Mapping üzemmódban a gép automatikusan bejárja a kijelölt területet és térképet készít arról, míg a Corridor scaneléssel (folyosó feltérképezéssel) egy keskeny, de hosszú területet lehet felmérni, amely mind a közút-, mind pedig a vasúthálózat feltérképezésére jó megoldást kínál. A DJI-hoz képesti gyengébb fénykép- és videófelbontást többszörösen ellensúlyozza a 30x optikai és 6x digitális zoommal rendelkező kamera, amelyet egy második operátor – a drónpilótától függetlenül – külön is tud vezérelni. Ezek a tulajdonságok lehetővé teszik például, hogy az eszköz nagy magasságban, a földről észrevétlenül végezze el a felderítést. Amennyiben a 30 perces repülési idő kevésnek bizonyulna, akkor érdemes a – gyártó által kifejlesztett – Yuneec H850 RTK drónt alkalmazni, mivel az eszközzel optimális körülmények között 65 perces repülési időt és az akkumulátoros üzemeltetéssel akár 8 kilométeres hatótávolságot is el lehet érni. A 3,6 kg-os hasznos terhelhetőségnek és a többféle payload konzolnak köszönhetően ráadásul egy időben akár két kamerát, vagy egy kamerát és egy LIDAR-t is képes a fedélzetén szállítani, amellyel már még pontosabb (centiméteres tartományon belüli) mérések is elvégezhetőek.

Az említett eszközök katonai szempontból fontos tulajdonságokkal is rendelkeznek, például képesek több műholdas navigációs rendszer jeleit felhasználva tájékozódni, a kommunikációs rendszerük zárt, ami azért lényeges tényező, mert nem továbbítanak semmilyen adatot külső szerverek felé. Továbbá a teljesen offline működés biztosításával a váratlan vagy kötelező frissítések sem zavarhatják meg az eszközöket alkalmazásukkor. Ezenkívül a repülésbiztonságot növeli a redundáns motorműködés, amelynek köszönhetően a drón még akkor is képes a levegőben maradni, ha az egyik rotorja meghibásodik, ráadásul a kinetikus (RTK) pozícionáló rendszerével akár centiméteres pontossággal is tud tájékozódni.<sup>27</sup>

Az UAV-k beszerzési árát tekintve a katonai célú eszközök alkalmazása, rendszeresítése már költségesebb beruházást jelenthet, amelyek közül kategóriájában talán a Scan Eagle UAV képviseli a legjobb ár/érték arányt. Közel 20 éve áll szolgálatban, és több mint 20 ország rendszeresítette már. A merevszárnyú eszköz kis mérete ellenére akár 18 órát is képes a levegőben tartózkodni belső égésű motoros meghajtásának köszönhetően. A hasznos teher, illetve a fedélzeti szenzorok által gyűjtött adatok kiértékeléséhez nincs szükség külön szoftverekre, mivel a gyártó által biztosított TacitView éppen ezt a célt szolgálja.<sup>28</sup> A polgári felhasználású pilóta nélküli légi járművek egyik

<sup>26</sup> Lásd: [www.duplitech.hu/manuals/dji/phantom/dji-phantom4pro-manuals.pdf](http://www.duplitech.hu/manuals/dji/phantom/dji-phantom4pro-manuals.pdf)

<sup>27</sup> Lásd: <https://yuneecuav.hu/termek/yuneec-h520e-ipari-dron/>

<sup>28</sup> Lásd: [www.insitu.com/wp-content/uploads/2021/09/TacitView\\_ProductCard\\_DU091021.pdf](http://www.insitu.com/wp-content/uploads/2021/09/TacitView_ProductCard_DU091021.pdf)

nagy előnye, hogy vezeték nélküli kommunikációs csatornái az úgynevezett ISM<sup>29</sup>-sávban működnek, így használatukhoz nincs szükség rádióengedélyre. Hátránya viszont, hogy egyre több eszköz működik ebben a tartományban, így elsősorban városi környezetben gyakran kell interferenciával számolni, ami csökkenheti a hatótávolságot és ronthatja a valós idejű képátvitel minőségét. A polgári célra gyártott eszközök üzemeltetése jellemzően nem igényel jelentős szakértelmet, kezelése gyorsabban elsajátítható, mint a katonai kivitelű eszközökkel történő repülés. A Skylark-3, amelyet a Magyar Honvédségben is hamarosan rendszeresítenek, például már állami légi járműnek minősül, így szakszolgálati engedély szükséges az eszköz használatához, amelyet csak többlépcsős vizsgarendszerben való megfelelés után állít ki a hatóság.<sup>30</sup> Az eszköz ugyanakkor alkalmas lesz a közlekedési infrastruktúra felmérésére is, ennek megfelelően a kérdés már csak az, hogy használják-e majd az UAV-t a logisztikai felderítés támogatása érdekében is. Véleményünk szerint azonban ezen a területen lényegesen kisebb kockázatot jelent az ár-érték arányban is nagyságrendekkel kedvezőbb ipari célú eszközök alkalmazása, amelyek a katonai eszközökhöz hasonlóan képesek hatékonyan támogatni a közút- és vasúthálózatok katonai értékelését és a logisztikai felderítést végző csoportok munkáját.

## Összegzés

A kétrészes tanulmányban bemutattuk a pilóta nélküli légi járművek osztályozását, a különböző felhasználási lehetőségeit, majd megvizsgáltuk alkalmazhatóságukat a vasút- és közúthálózatok logisztikai felderítésében. Véleményünk és tapasztalunk szerint az UAV-k nagymértékű segítséget nyújthatnak a helyszíni szemrevételezést végző csoportok munkájában a közlekedési hálózatok katonai szempontok szerinti értékelése során. Az eszközök alkalmazásával biztosítható az elsődleges információk rendelkezésre állása, amivel növelni lehet a felderítéshez kapcsolódó szakterületek végrehajtásának hatékonyságát. A drónnal készített légifelvétel, videók nemcsak a szemrevételezési listákban szereplő szempontok kitöltéséhez járulhatnak hozzá sikeresen, hanem a katonai szállítások tervezéséhez és szervezéséhez is. Az UAV-kat számos területen vonják be különböző feladatok ellátására. A katonai (harci, harctámogató feladatokban, mint a csapásmérés, felderítés, megfigyelés) mellett a polgári célú alkalmazások is egyre gyakoribbá válnak napjainkban. A vasúthálózatok, nyíltvonalai vágányok értékelését, ellenőrzését például számos országban (Franciaország, Németország, Egyesült Királyság, Spanyolország) drónokkal hajtják végre a hatóságok, mivel az eszközökkel a valós idejű információk gyűjtése, elemzése gyorsabban végrehajtható.<sup>31</sup> Az UAV-kkal kapcsolatos kutatások egy része is azzal foglalkozik, hogy az ilyen járműveket önállóan vagy akár tömegesen alkalmazva milyen további területeken

<sup>29</sup> Industrial, Scientific and Medical – ipari, kutatási és egészségügyi elektronikus berendezések, illetve alkalmazások számára kijelölt frekvenciatartomány.

<sup>30</sup> Lásd: <https://honvedelem.hu/hirek/vegehez-ert-az-oteves-skylark-beszerzesi-projekt-a-kfor-ban-is-bizonyit-az-uj-tipus.html>

<sup>31</sup> LESIAK 2020.



lehetne hasznosítani (például a katasztrófavédelemben).<sup>32</sup> A logisztikai felderítés is az egyik ilyen szegmens, ahol szintén érdemes pilóta nélküli légi járműveket használni. Ezért is javasoljuk az ilyen jellegű eszközök mielőbbi rendszeresítését a műveletek logisztikai előkészítését végző szervezeteknél és szakcsoportoknál annak érdekében, hogy növeljük az ellátási láncok kiépítésének, működtetésének és a logisztikai támogatáshoz kapcsolódó egyéb folyamatoknak a hatékonyságát.

## Irodalomjegyzék

- Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (2001): *Az országos közforgalmi vasutak pályatervezési szabályzata*. Budapest. Online: <https://docplayer.hu/105930546-Az-orszagos-kozforgalmu-vasutak-palyatervezesi-szabalyzata.html>
- Duplitech Kft. (2017): *DJI Phantom 4 Pro/Pro+ felhasználói kézikönyv*. Online: [www.duplitech.hu/manuals/dji/phantom/dji-phantom4pro-manuals.pdf](http://www.duplitech.hu/manuals/dji/phantom/dji-phantom4pro-manuals.pdf)
- EMBER István – KOVÁCS Zoltán (2022): Mini drónok lehetséges alkalmazása tűzszerezés műveletekben. *Haditechnika*, 56(2), 18–23. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.56.2.04>
- Envirosense [é. n.]: *Légi felmérések elvégzése LIDAR technológiával*. Online: <https://envirosense.hu/2021/04/27/egyedi-felmeresek-elvezgese-lidar-technologiaval/>
- Global Hawk. Online: <https://kstatelibraries.pressbooks.pub/counterunmannedaircraft/chapter/chapter-5-surveillance-and-reconnaissance-mumm/>
- HAIG Zsolt et al. (2014): *Elektronikai hadviselés*. Budapest: Nemzeti Közzolgálati Egyetem. Online: <https://opac.uni-nke.hu/webview?infile=&sobj=9276&source=webvd&cgimime=application%2Fpdf%0D%0A>
- Insitu (2022): *TacitView Media Exploitation Tool*. Online: [www.insitu.com/wp-content/uploads/2021/09/TacitView\\_ProductCard\\_DU091021.pdf](http://www.insitu.com/wp-content/uploads/2021/09/TacitView_ProductCard_DU091021.pdf)
- LESIÁK, Piotr (2020): Inspection and Maintenance of Railway Infrastructure with the Use of Unmanned Aerial Vehicles. *Problemy Kolejnictwa*, 188, 115–127. Online: <https://doi.org/10.36137/1883E>
- Magyar Állami Vasutak (2021): *Tata Állomási Végrehajtási Utasítás. 5. számú módosítás*.
- Magyar Útügyi Társaság (2017): *Közutak tervezése*. Online: <https://ume.kozut.hu/dokumentum/150>
- NÉMETH András (2018a): Technical Dimensions of the Development of Unmanned Aerial Systems and Their Impact on Public Service Uses. *AARMS*, 17(3), 149–163. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/aarms/article/view/1073/395>
- NÉMETH András (2018b): UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során II. *Hadmérnök*, 13(3), 68–86. Online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2018.3.10>
- NÉMETH András – BACSA Balázs – NÉMETH Szabolcs (2011): Légi sugárfelderítő konténer mérési eredményeinek továbbítása Kongsberg többfunkciós rádiók segítségével. I. rész. *Haditechnika*, 45(1), 10–14. Online: [http://real-j.mtak.hu/11404/1/Haditechnika%202011\\_1\\_teljes\\_red.pdf](http://real-j.mtak.hu/11404/1/Haditechnika%202011_1_teljes_red.pdf)

<sup>32</sup> NÉMETH–PÁPIC 2019.

- NÉMETH András – PÁPICS Patrik: Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre. II. rész. *Haditechnika*, 53(6), 2–6. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.53.6.01>
- PALIK Mátyás (2013): Pilóta nélküli légijárművek katonai alkalmazása. In PALIK Mátyás (szerk.): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 281–298.
- PUSZTAI Zoltán – HAJDER Levente (2019): Affin transzformációt becsülő eljárások kvantitatív kiértékelése drónfelvételek által. In *KÉPAF 2019: Képfeldolgozók és Alakfelismerők Társaságának 12. országos konferenciája*. Online: [https://eprints.sztaki.hu/9695/1/Pusztai\\_1\\_30762027\\_ny.pdf](https://eprints.sztaki.hu/9695/1/Pusztai_1_30762027_ny.pdf)
- USAF official site [é. n.]: *RQ-4 Global Hawk USAF Fact Sheet*. Online: [www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104516/rq-4-global-hawk/](http://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104516/rq-4-global-hawk/)
- SZAJKÓ Gyula (2019): Az út és úthálózatok értékelése a hadszíntéri logisztikai felderítés végrehajtásakor. *Hadmérnök*, 14(4), 61–77. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.4.4>
- SZAJKÓ Gyula – LÉVAI Zsolt (2021): A vasúthálózatok értékelése a hadszíntéri logisztikai felderítés végrehajtásakor. *Hadtudományi Szemle*, 14(1), 27–52. Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2021.1.3>
- SZLOSZJÁR Balázs (2017): A dandárképesség jövője – Mennyiség vagy Minőség? *Honvédségi Szemle*, 27(5), 26–45. Online: [https://honvedelem.hu/files/files/65171/hsz\\_2017\\_5\\_beliv\\_026\\_045.pdf](https://honvedelem.hu/files/files/65171/hsz_2017_5_beliv_026_045.pdf)
- United States Air Force Scientific Advisory Board (2011): *Operating Next-Generation Remotely Piloted Aircraft for Irregular Warfare*. SAB-TR-10-03. Online: <https://info.publicintelligence.net/USAF-RemotelIrregularWarfare.pdf>
- Végéhez ért az ötéves Skylark beszerzési projekt, a KFOR-ban is bizonyít az új típus. *Honvédelem*, 2022. december 13. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/vegehez-ert-az-oteves-skylark-beszerzesi-projekt-a-kfor-ban-is-bizonyit-az-uj-tipus.html>