

Mihályi Zsolt főhadnagy:

A LÉGI UTÁNTÖLTÉS NAPJAINKBAN, AVAGY A LÉGI ELLÁTÁSI LÁNC MŰKÖDÉSE ÉS SZEREPE A KOMPLEX HADERŐSZERKEZETBEN

DOI: 10.35926/HSZ.2026.4.7

ÖSSZEFOGLALÓ: A légi utántöltés lehetővé teszi repülőgépek, katonai eszközök és más légi járművek számára, hogy hosszabb ideig és nagyobb hatótávolságra repüljenek anélkül, hogy le kellene szállniuk üzemanyag-feltöltés céljából. A szerzők célja a légi utántöltés fejlődésének, valamint annak a légi hadviselésre és a nemzetközi biztonságra gyakorolt hatásának bemutatása. Munkájukban külön figyelmet fordítanak az utántöltési rendszerek technikai fejlesztéseire, a műveletek hatékonyságára és a lehetséges jövőbeli alkalmazásokra. Kiemelten tárgyalják a Magyar Honvédség légi utántöltő képességeit, valamint annak hatását a haderő feladatainak végrehajtására.

KULCSSZAVAK: légierő, utántöltés, üzemanyag-ellátás, ellátási lánc

A SZERZŐRŐL:

Mihályi Zsolt főhadnagy, részlegvezető (MH Kiss József 86. Helikopterdandár, Helyőrségtámogató Parancsnokság, Haditechnikai Részleg), az NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola hallgatója (ORCID: 0009-0003-8697-4171)

BEVEZETŐ

Az üzemanyag-ellátás egyik legveszélyesebb területe a légi utántöltés. A repülőeszközök feltöltése üzemanyaggal szárazföldön is meglehetősen sok problémát tud okozni, ezért is fontos a vonatkozó ismeretek átadása az érintett állomány, kiemelten az üzemanyagos katonák jövő nemzedékének számára.

A légi utántöltés mint szolgáltatás – katonai megfogalmazásban kiszolgálás – egy kritikus katonai logisztikai műveleti eljárás, amely lehetővé teszi a repülőeszközök számára, hogy üzemanyag-készleteiket a levegőben, a földre történő leszállás nélkül utántöltsék. Ez a légi művelet jelentős mértékben növeli a légi járművek hatótávolságát és a műveleti képesség fenntartásának időtartamát, lehetővé téve a hosszú távú küldetések végrehajtását – például stratégiai bombázások, kutatás-mentés vagy gyorsreagálású légitámadások során.

A légi utántöltés javítja a légi flotta mobilitását és rugalmasságát, miközben csökkenti a hajtóanyag földi szállításának és kiszolgálásának a szükségességét. A háború alapelveivel is szorosan szinkronban van, és az egész műveleti eljárás alatt így is kell maradnia.¹ A művelet magas fokú precizitást, koordinációt és technológiai fejlesztést igényel, mivel a repülőgépek közötti közvetlen kapcsolat egy üzemanyagszállítási lánc keresztül valósul meg, és a biztonságos üzemanyag-átvitel kritikus tényező ebben a tekintetben.

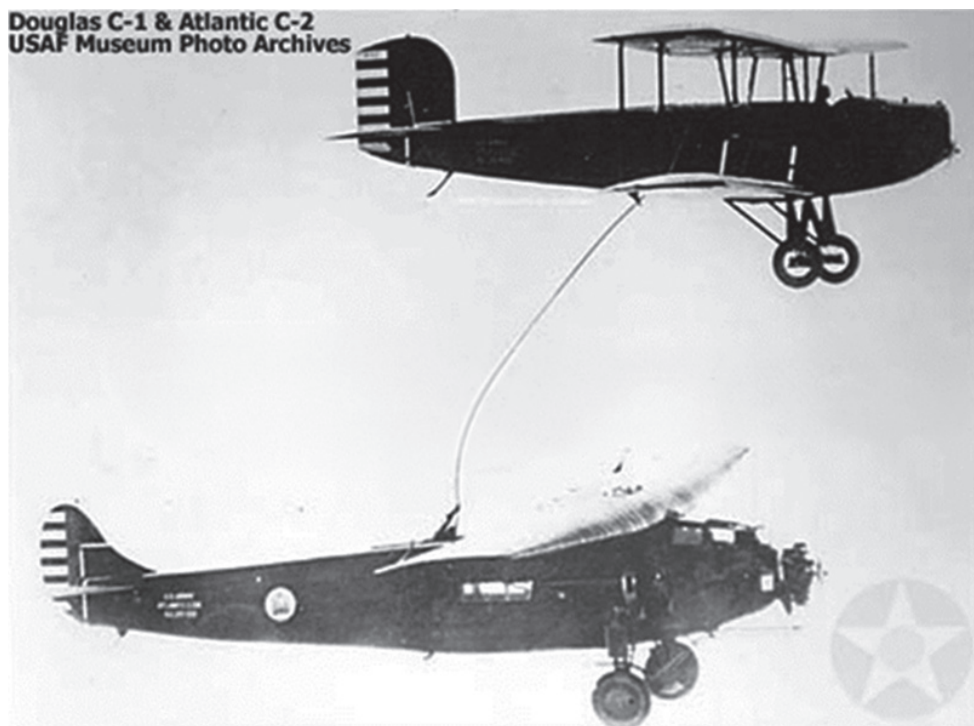
¹ Győri–Porkoláb 2024, 4.

A védelmi képességek fejlesztéséhez a legújabb és a legmodernebb innovációkat kell felhasználni.² A légi utántöltés a hadtudomány és a műveleti katonai logisztika szerves részévé vált, mivel lehetővé teszi a folyamatos légvédelmi és támadó műveletek fenntartását, valamint a gyors mozgósítást és reagálást a harctéren. A szövetséges légierőnek egyik kiemelten fontos képessége a légi utántöltés.³

A tanulmányban az eljárás történetét és annak további lehetőségeit mutatom be a rendelkezésre álló nyílt dokumentumok és szakirodalom alapján.

A LÉGI UTÁNTÖLTÉS TÖRTÉNETÉNEK ÁTTEKINTÉSE

A légi utántöltés története a 20. század elejére nyúlik vissza, és szorosan összefonódik a légi közlekedés fejlődésével. Az első kísérletek az 1920-as években történtek, amikor az amerikai hadsereg kísérletet tett arra, hogy a levegőben üzemanyagot biztosítson más repülőgépek számára. Az első sikeres légi utántöltés 1923-ban zajlott le (*1. kép*), amikor egy kétmotoros repülőgép üzemanyagot adott át egy másik repülőgépnek. Az ilyen típusú kísérletek azonban akkoriban még nem voltak gyakorlati szempontból alkalmazhatók, és inkább technológiai demonstrációként szolgáltak.



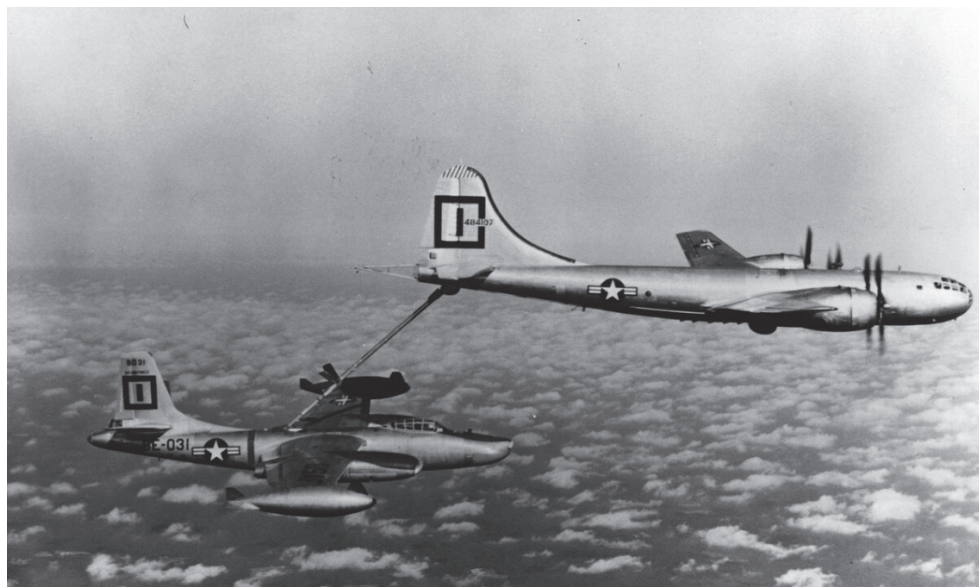
1. kép Az első légi utántöltések egyikének végrehajtása⁴

² Porkoláb et al. 2021, 12.

³ Lükő 2008, 1.

⁴ Forrás: Centennial of Flight.

A második világháború idején a légi utántöltés technológiája jelentős fejlődésen ment keresztül. A háború alatt a szövetségesek, különösen az Amerikai Egyesült Államok, már alkalmazták a légi utántöltési képességet. A B-24 Liberator⁵ bombázók (2. kép) más típusú repülőgépek számára biztosították az üzemanyagot, hogy azok hosszabb ideig maradhassanak a levegőben, és elérhessék a távoli célpontokat, például a német művelési területeket. A légi utántöltés ekkor már stratégiai jelentőséggel bírt, mivel lehetővé tette a szövetséges erők számára, hogy meghosszabbítsák támadásaik hatótávolságát.



2. kép KB-29 Superfortress légi utántöltő repülőgép üzemanyagot ad át egy RB-45C Tornado sugárhajtású repülőgépnek a hidegháború idején⁶

A hidegháború alatt, különösen a 1950-es és 1960-as években a légi utántöltés elengedhetetlenné vált a nukleáris fegyverek szállításában és a globális katonai műveletek fenntartásában. Az Amerikai Egyesült Államok és a Szovjetunió is fejlesztett légi utántöltő rendszereket, hogy elősegítsék a stratégiai bombázók és vadászgépek mozgékonyaságát. A B-52 Stratofortress⁷ bombázó (3. kép), amely a hidegháború egyik legfontosabb eszköze volt, szintén rendszeresen igényelte a légi utántöltést, hogy elérje távoli célpontjait.

A 21. században a modern harctéri környezetben a légi utántöltés még fontosabbá vált. Az iraki és az afganisztáni háborúk során, ahol a repülőgépeknek nagy távolságú műveleteket kellett végrehajtaniuk, az eljárás lehetővé tette a harci repülőgépek és szállító repülőgépek folyamatos jelenlétét a térségben. Emellett a légi utántöltés kiemelt szerepet játszott a humanitárius és a kutatás-mentési műveletekben is, mivel a repülőgépek rövid idő alatt elérhették a távoli területeket, ahol szárazföldi hajtóanyag-utánpótlás nem volt megoldható.

⁵ A B-24 Liberator a második világháborúban alkalmazott amerikai hadászati nehézbombázó repülőgép volt, melyet a Consolidated Aircraft fejlesztett ki.

⁶ Forrás: Morgan 2009.

⁷ B-52 Stratofortress, a világ egyik legismertebb nehézbombázója.



3. kép B-52 Stratofortress⁸

A technológiai fejlesztés – a fejlettebb üzemanyag-adagoló rendszerek, a precíziós navigáció és az automatikus hajtóanyag-utántöltés – tovább növelte az eljárás hatékonyságát és biztonságát. A légi utántöltés a mai napig a elengedhetetlen része a modern műveleti katonai logisztikának. Nélkülözhetetlen a légierők műveleti képességeinek fenntartásához, a globális biztonsági stratégiák megvalósításához és a légvédelmi képességek fenntartásához, például a deszanttevékenységek kiszolgálása alkalmával.⁹

2024-ben a Magyar Honvédség légierijében a KC-390 Millennium rendszeresítésével is elérhetővé vált a légi utántöltési képesség. A KC-390 földi és légi üzemeltető állománya Braziliában kapta meg a szükséges képzéseket. A Gripen repülőhajózási állomány számára pedig már nem újszerű a feladat, mivel 2015-ben megszerezték kiképzettségüket az eljárás teljesítésére.

FEJLESZTÉSI ÉS FENNTARTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEK

Automatizált és pilóta nélküli légi utántöltés. A jövő egyik nagy lehetősége az automatizált vagy pilóta nélküli légi utántöltés kifejlesztése. Az automatizált rendszerek lehetővé teszik a tankolást anélkül, hogy a pilóta közvetlen beavatkozása szükséges lenne. Növelhetik a műveletek hatékonyságát, csökkenthetik az emberi hibák lehetőségét, és javíthatják a gyors reagálást.

⁸ Forrás: Boeing B-52 Stratofortress...

⁹ Tökés 2024.

Fejlettebb üzemanyag-adagoló rendszerek. A modern légi utántöltő rendszerek folyamatos fejlesztése szükséges a tankolás hatékonyságának növelésére. Az új, nagyobb kapacitású, gyorsabb és precízebb üzemanyag-adagolók lehetővé teszik, hogy a repülőgépek gyorsabban töltsék át az üzemanyagot, csökkentve a műveletek időtartamát. Az automatizált adagolás és a korszerűbb technológiák tovább javíthatják az utántöltés biztonságát és megbízhatóságát.

Energiatakarékos és fenntartható üzemanyagok. A katonai műveletek környezetvédelmi hatásainak csökkentése érdekében a fenntartható üzemanyagok (pl. bioüzemanyagok vagy szintetikus üzemanyagok) alkalmazása egyre fontosabbá válik. A légi utántöltés során a hagyományos fosszilis üzemanyagok helyett alkalmazott környezetbarát alternatívák használata csökkenti az üvegházhatású gázok kibocsátását, ami megfelel a fenntarthatósági elvárásoknak.

Integrált logisztikai rendszerek. A légi utántöltés fejlesztése szorosan összefonódik a logisztikai rendszerek optimalizálásával. A fejlettebb irányítási rendszerek, amelyek valós időben képesek koordinálni a légi utántöltési műveleteket, és figyelembe venni az összes érintett tényezőt (pl. időjárás, repülőgépek helyzete, üzemanyag-szükséglet), javíthatják a hatékonyságot és csökkenthetik a működési költségeket. Emellett a légi utántöltéses műveletek fenntarthatóságában a logisztikai rendszerek optimalizálása is fontos szerepet játszik. A gyors, hatékony utántöltési pontok és a repülőgépek folyamatos mozgásának koordinálása lehetővé teszi, hogy a légi utántöltés gyorsabban és kevesebb üzemanyag-felhasználással valósuljon meg.

Különleges rendeltetésű repülőgépek fejlesztése. A légi utántöltést végző repülőgépek tervezésében a jövőben fontos szerepe lehet az aerodinamikai fejlesztéseknek, amelyek csökkenthetik a légellenállást, növelhetik az üzemanyag-hatékonyságot, és lehetővé teszik, hogy a tankolók nagyobb hatótávolsággal végezzenek műveleteket. A könnyebb, de erősebb anyagok alkalmazása, illetve az üzemanyag-hatékonyság növelése hozzájárul a fenntarthatósághoz is.

Környezeti hatások csökkentése. A katonai műveletek környezeti hatásainak minimalizálása érdekében elengedhetetlen, hogy a légi utántöltés során alkalmazott üzemanyagok és technológiák megfeleljenek a környezetvédelmi normáknak. A bioüzemanyagok használata mellett a repülőgépek károsanyag-kibocsátásának csökkentésére irányuló fejlesztések, mint például az alacsony emissziós hajtóművek, segíthetnek mérsékelni a műveletek ökológiai lábnyomát.

Energiatakarékos üzemeltetés. Az üzemanyag-hatékonyság növelése kulcsfontosságú a fenntarthatóság szempontjából. A légi utántöltéses műveletek során történő üzemanyag-megtakarítási lehetőségek, mint a repülőgépek jobb tervezése és az energiahatékony repülési technikák alkalmazása, hozzájárulhatnak az általános üzemanyag-fogyasztás csökkentéséhez, és csökkenthetik a műveletek környezeti hatásait.

HAZAI ÉS GLOBÁLIS KIHÍVÁSOK

Bár a légi utántöltés rendkívül fontos szerepet játszik a modern katonai és humanitárius műveletekben, a terület számos kihívással néz szembe. Felsorolásszerűen azokat a legfontosabb kihívásokat¹⁰ mutatom be, melyek meghatározó módon befolyásolják a légi utántöltés hatékonyságát, biztonságát és fenntarthatóságát:

- műveleti és technikai komplexitás;
- biztonsági kockázatok;
- magas költségek és logisztikai kihívások;

¹⁰ Mihályi 2025, 191.

- környezetvédelmi és fenntarthatósági problémák (környezetterhelés, üzemanyag-hatékonyság);
- képzés és szakértelem.

A légi utántöltés számos kihívást támaszt technikai, logisztikai és biztonsági szempontból egyaránt. A jövőben a technológiai fejlődés, az automatizálás és a fenntarthatóságra irányuló erőfeszítések segíthetnek csökkenteni ezeket a kihívásokat. A költségek, a környezeti hatások, a biztonság és a politikai kérdések azonban továbbra is komoly tényezők maradnak, amelyeket figyelembe kell venni a légi utántöltés hatékony és biztonságos alkalmazásához. Az eljárás technológiai fejlődése és fenntarthatósága elengedhetetlen a jövő katonai műveleteinek sikeréhez. A fejlesztési irányok a technológiai innovációk, az automatizálás, a fenntartható üzemanyagok alkalmazása és a logisztikai rendszerek optimalizálása köré összpontosulnak. Ezek a fejlesztések nemcsak a hatékonyság növelését célozzák, hanem a környezeti hatások csökkentését is, így biztosítva a légi utántöltés hosszú távú fenntarthatóságát a jövő katonai műveleteiben.

HOGYAN JÁRUL HOZZÁ A LÉGI UTÁNTÖLTÉS A KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ MŰVELETEK SIKERÉHEZ?

A légi utántöltés a modern katonai műveletekben rendkívül fontos, mivel jelentősen növeli a légierő eszközeinek hatótávolságát és rugalmas alkalmazását.

A légi utántöltés kulcsszerepet játszik a hosszú távú bombázó műveletekben. Lehetővé teszi a bombázó repülőgépek számára, hogy hosszú időn keresztül a levegőben maradjanak anélkül, hogy szükség lenne leszállásra, és így távoli célpontok elérésére is képesek legyenek. A B–52 Stratofortress és a B–2 Spirit¹¹ (5. kép) bombázók például csak légi utántöltéssel tudják biztosítani a hosszú távú globális hatékonyságot.



5. kép B–2 Spirit¹²

Emellett a légi utántöltés lehetővé teszi a harczi repülőgépek hosszú távú reagálását a harctéri környezetben, ami különösen fontos a távoli célpontok elleni légicsapások végrehajtásánál. Az eljárás biztosítja és támogatja a repülőgépek folyamatos rendelkezésre állását.

¹¹ B–2 Spirit – lopakodó nehézbombázó repülőgép.

¹² Forrás: B–2 Spirit...

A modern légi hadműveletekben a légítámadások során a folyamatos jelenlét a levegőben döntő tényező lehet. A hajtóanyag áttöltése révén a repülőgépek szinte megszakítás nélkül tudják végrehajtani a műveleteket, ezáltal maximalizálva a légtervédelmi és támadó műveletek hatékonyságát.

A légi utántöltés nemcsak a katonai feladatoknál, hanem a humanitárius és a kutatás-mentési műveletek során is kulcsszerepet játszik. A távoli területekre irányuló segélyszállításoknál, valamint a katasztrófa sújtotta területek elérésekor ez az eljárás teszi lehetővé, hogy a repülőgépek hosszabb időt tölthessenek a feladatok teljesítésében, biztosítsák az életmentő segítséget.

Különleges műveletek támogatása: A különleges erők gyakran távoli területeken hajtanak végre stratégiai célú harcászati műveleteket. A légi utántöltés teszi lehetővé, hogy elérjék a célterületet. Ezenkívül az eljárás alkalmazásával a légierő képes rugalmasan reagálni a műveletek során beálló változásokra.

ÖSSZEGZÉS

Összegzésként megállapítható: a légi utántöltés a modern hadviselés egyik alapvető képessége, amely nemcsak a harctéri műveletek hatékonyságát növeli, hanem stratégiai előnyöket is biztosít a globális katonai jelenlét fenntartásában, illetve a gyors reagálásban. A légi utántöltés révén a katonai erők képesek hosszú távú, folyamatos műveleteket végrehajtani, ezzel együtt jelentős hatást gyakorolni a globális biztonságra.¹³

FELHASZNÁLT IRODALOM

- B-2 Spirit. Wikimedia. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c3/B2_spirit.jpg (Letöltés időpontja: 2026. 04. 10.)
- Boeing B-52 Stratofortress. Wikimedia. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Usaf.Boeing_B-52.jpg (Letöltés időpontja: 2026. 04. 10.)
- Centennial of Flight. https://web.archive.org/web/20070209234106im_/http://www.centennialofflight.gov/essay/Evolution_of_Technology/refueling/Tech22G1.jpg (Letöltés időpontja: 2026. 04. 10.)
- Győri Zita – Porkoláb Imre: *A háború alapelvei és a védelmi innováció. Stratégiai perspektíva a kritikus tömeg biztosításra és az autonóm rendszerek gyorsított alkalmazásba vételére.* Honvédségi Szemle, 152. évf. 2024/6., 3–13. <https://doi.org/10.35926/HSZ.2024.6.1> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 10.)
- Krajnc Zoltán – Tatorján István: *A légierő NATO kompatibilitása.* Új Honvédségi Szemle, 1998/12.
- Mihályi Zsolt: *Az ellátási láncok működése az aktuális kihívások szemszögéből.* In: Logisztikai Évkönyv 2025. MLE, Budapest, 2025. <https://doi.org/10.23717/LOGEVK.2015.13> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 10.)
- Mark Morgan: *U.S. military aerial refueling: extending 'the reach'.* 931st Air Refueling Wing, 2009. 05. 20. <https://www.931arw.afrc.af.mil/News/Article-Display/Article/186413/us-military-aerial-refueling-extending-the-reach/> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 10.)
- Porkoláb Imre et al.: *Modernizáció és Innováció (I.).* Honvédségi Szemle, 149. évf. 2021/3., 3–12. <https://doi.org/10.35926/HSZ.2021.3.1> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 10.)

¹³ Krajnc–Tatorján 1998.