

Végvári Zsolt\*

# Elektromágneses úton gyorsított lövedékek a tüzérség eszköztárában

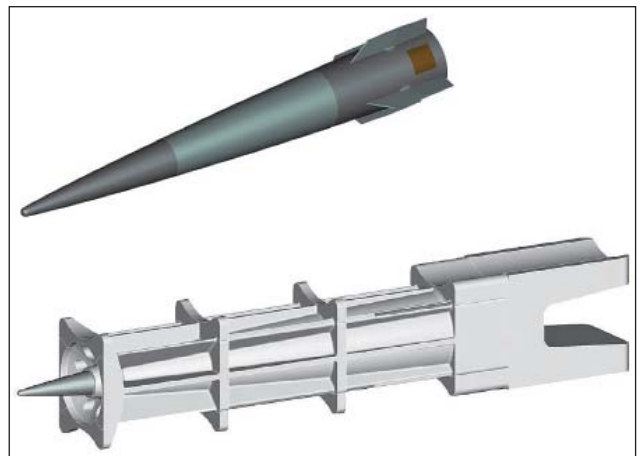
## A Bae Systems EM railgun-ja **II. rész**

### A LŐSZER ÉS AZ ALKALMAZÁS

Az USA Haditengerészete már a 2000-es évek első felétől kísérletezett lövedékek elektromágneses gyorsításával. A Virginia állambeli Dahlgrenben található haditengerészeti Felszíni Hadviselési Centrumban több működő demonstrátort is elkészítettek. 2008-ban, egy 2.520 m/s-os kezdősebességű lövedékkel<sup>11</sup> elérték az akkor rekordnak számító 10,61 MJ torkolati energiát. Miután az elméleti alapok biztosítottak voltak, az USA Védelmi Minisztériumának Haditengerészeti Fejlesztési Irodája 2010-ben, mintegy 34,5 millió dollár értékben szerződést kötött a BAE Systems-szel egy elektromágneses gyorsítás elvén alapuló, már fegyverként ténylegesen felhasználható hajóágyú fejlesztésére.

Érdekes módon a lőszer adott volt, hiszen már létezett az alapvetően támadó rakéták megsemmisítésére tervezett ún. HVP.<sup>12</sup> A mintegy 61 cm-es kúp alakú lövedék tömege 12,7 kg, amiből 6,8 kg lehet a fej. A lövedéket kimondottan nagy torkolati sebességű fegyverekhez fejlesztették ki, és külső szerelvényekkel illesztik az adott fegyverhez, egyfajta űrméret alatti lőszerként<sup>13</sup> Létezik pl. a szárazföldi erőknél alkalmazott 155 mm-es tarackból kilőhető változata is. A BAE Systems EM railgunjából egy 150 mm széles, 5,5 kg-os szögletes armatúra segítségével lőhető ki, amely illeszkedik a fegyver síneihez. Lövés után az armatúra a közegellátás miatt leválik és a HVP önállóan folytatja útját [14].

6. ábra. A 10 MJ-t túlszárnyaló rekorder lövés 2008. január 31-én (forrás: US NAVY)



7. ábra. A HVP önállóan és a railgunhoz illeszkedő armatúrában [13]

Magáról a railgunról nem tettek még közzé részletes adatokat, nem ismerjük sem a pontos méretét, sem a tömegét, és nem tudjuk pl. a pontos villamos energia igényét sem. Az eddig publikált eredmények szerint a kész railgun elméletben percnként 10 HVP típusú lövedéket képes indítani, mintegy 7,5-szeres hangsebességgel (7,5 Mach). Ez közel 40 MJ-nyi torkolati energiát jelent, amihez a veszte-

8. ábra. A railgun szerelése 2011-ben, Dahlgrenben (forrás: BAE Systems)



\* MH Logisztikai Központ, Kutatás-fejlesztési, Tudományos és Szabványosítási Osztály kiemelt főmérnök főtiszt, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, doktorandusz. HDF Logistic Center, Department for Research and Technology, Science and Standardization, senior engineer officer. PhD student at National University of Public Service E-mail: vegvari.zsolt@hm.gov.hu ORCID: 0000-0003-2543-6049



9. ábra. A railgun első teljes energiás lövése 2012. február 23-án, a dahlgreni kísérleti telepen. Jól látható, hogy a sánt elhagyó lövedéken még rajta van az armatúra (forrás: US NAVY)

ségeket nem is számolva, legalább egy 200 MW-nyi villamos teljesítmény leadására képes kondenzátor szükséges. A tervezett tűzgyorsaságot figyelembe véve egy feltöltésre kb. 5-6 másodperc jut, az ehhez szükséges 40-50 MW villamos energiaigény mindenképpen jelentős terhet ró a hordozó platform villamos rendszerére. Összehasonlításképpen megemlíthetjük, hogy ha egy átlagos háztartás összes villamos gépét egyszerre kapcsoljuk be, az 10-15 kW terhelést ró a hálózatra, tehát nem tűz az állítani, hogy a railgun energiaigénye vetekszik egy kisebb városéval.

Az alkalmazását kétféle módon képzelik el. A fegyver horizonton belüli célokra közvetlen irányzással is tüzelhet, illetve ballisztikus pályán akár 185 km-re is képes eljuttatni a HVP-t [15]. Ilyen esetekben a pálya csúcsa 150 km felett van, a repülés teljes ideje közel 6 perc. A hasonló hatótávolságú rakétafegyverekkel szemben ez a kis lövedék a repülés ideje alatt igen nehezen észlelhető, lényegében felderíthetetlen. A leszálló ágban GPS segítségével irányítja magát a lövedék, amelynek sebessége a becsapódáskor még mindig 5 Mach [15], ami 15 MJ feletti mozgási energiát jelent. Egy 150 tonnát meghaladó tömegű vasúti szerelvényt kb. 50 km/óra kell felgyorsítani, hogy ekkora mozgási energiára tegyen szert. Robbanóanyagban kifejezve ez kb. 4 kg-nyi TNT robbanásakor felszabaduló energiával egyenértékű, ami bőven elég 60 cm-nyi homogén hengerelt acélpáncél vagy 1,5 méternyi monolit vasbeton átütéséhez, vagyis a lövedéknek pusztán a sebessége is impozáns pusztító erőt kölcsönöz.

### A RAILGUN ELSŐ TERVEZETT CSAPATPRÓBÁJA

A haditengerészet annyira elégedett a fegyver laboratóriumi teljesítményével, hogy fel kívánja gyorsítani a tesztekét, és már 2018-ban rendszerbe szeretné állítani azt. Ennek érdekében 2016 februárjában végleges döntés született arról, hogy a lehető leghamarabb felszerelik egy hajóra, hogy megkezdhessék a tényleges alkalmazási környezetben végzett ellenőrző vizsgálatokat [16]. A haditengerészet eredetileg egy a Spearhead osztályba tartozó nagy sebességű partraszálló-hajó<sup>14</sup> helikopterfedélzetére szánta a prototípust, ahogy erről 2014-ben kiadtak egy fantázirajzot is. Azonban az utolsó hírek szerint mégsem a USS Trenton-ra kerül az első működő railgun, hanem a teljesen új Zumwalt rombolóosztály valamelyik építés alatt álló egy-



10. ábra. Fantázirajz a railgunnal felszerelt USS TRENTON-ról (DefenseNews)

ségére, valószínűleg a USS Johnson-ra [16]. A legújabb elképzelések szerint a hátsó AGS<sup>15</sup> löveg helyre kerülne a railgun. Ez okozhat némi késést a tervezett ütemhez képest, de az új hajó valószínűleg megfelelőbb platform lesz, hiszen a fedélzeti villamosság biztosítására már gyárilag egy meglehetősen túlméretezett, 78 MW teljesítményű generátor áll rendelkezésre.

### AZ ALKALMAZÁS NEHÉZSÉGEI

Természetesen még számos nehézséget kell megoldani, mire a fegyver valóban készen áll majd a rendszeresítésre. Jelentős probléma, hogy nemcsak a lövéshez szükséges energia előállítása körülményes, hanem a lövés pillanatáig az energiát tároló kondenzátorok<sup>16</sup> is komoly méretekkel és tömeggel bírnak. Ez rögtön kizárja, hogy a közeljövőben valamilyen szárazföldi eszközön is megjelenjen a railgun, de a hajófedélzeti elhelyezés sem lesz egyszerű. Ebben az jelenthet némi segítséget, hogy a HVP lényegesen kisebb, mint a 127 vagy 155 mm-es hajóágyú lövedékei, és nem kell hozzá indító töltet, így a tárolásnál felszabadul némi hely. Az is nagy fejtörést okoz a mérnököknek, hogy bár a lövedéket gyorsító energia nem égés nyomán jön létre, a működés során mégis jelentős hő képződik.

A sínekre csatolt több 100 000 amperes áramerősség<sup>17</sup> a vezető ellenállása miatt más eszközöknél nem tapasztalt mértékben melegíti fel azokat, így hűtőcsatornákat kellett kialakítani az anyagon belül, ami viszont nem kedvez a mechanikus teherbírásnak. Márpedig a Lorentz-erőn kívül egy másik jelentős erőhatás is jelentkezik, amely a síneket egymás felé húzza [17, 1466 o.]. A fentiek túl az is kérdésessé teszi, mennyi lövést bírnak ki a sínek, hogy a többszörös hangsebességgel csúszó armatúra a súrlódás miatt extrém magas hőmérsékletre melegíti azt fel, emiatt keletkezik a lövéskor kialakuló lángcsóva is. Az ismert hűtési megoldások közül viszont sok nem is alkalmazható, mert a sínek között az áramkört az armatúra zárja, így létkérdés a jó villamos vezetőképesség fenntartása.

### A RAILGUN ÖSSZEHASONLÍTÁSA A HAGYOMÁNYOS ESZKÖZÖKKEL

A railgun közvetlen versenytársai az USA Haditengerészetében nagy számban használt, hasonló méretű és hasonlóan többfeladatú (alacsonyan szálló légi, vízfelszíni célok ellen is alkalmazható, illetve szárazföldi tűztámogatásra is alkalmas) ágyúk. A legáltalánosabb a Mark 45-ös haditengerészeti ágyú, amelyet 1968-ban terveztek, és 1971-től szerel-







11. ábra. Mark 45-ös ágyú lögyakorlata a USS Decatur fedélzetén 2016. november 11-én. Talán már nem sok lövésre lesz lehetőség ezzel a fegyverrel (US NAVY)

ték fel a hajókat vele. Jelenleg a 2000-tól gyártott Mod 4-es változat a legkorszerűbb, amely már számos hajóosztályon megtalálható. Reaktív póthajtású köpennyel alkalmassá tették HVP kilövésére is, de további korszerűsítését már nem tervezik.

A Mark 45-ös helyére fejlesztették ki az AGS-t, amely a Zumwalt osztályú rombolókon már 2010-ben rendszerbe állt, de a tervek szerint idővel az összes Mark 45-öst leváltja majd. Képességei minden téren látványosan felülmúlják az elődöt, de nagyobb a mérete, a teljes rendszer tömege pedig csaknem a négyszeresére nőtt, így egyes hajóosztályokon problémás lehet az elhelyezése. Lényegében ez a kémiai úton gyorsított lövedékek kilövésére alkalmas fegyverek jelenlegi csúcsa. Érdekesség, hogy a railgun-nal folyó kísérleteket eredetileg még a konkrét alkalmazás igénye nélkül kezdték meg, de elég nyilvánvalóan az AGS lehetséges utódját keresték. Ugyanakkor a prototípus olyan jól teljesített, hogy felmerült annak a lehetősége, hogy az AGS-t kihagyva, máris felszereljének vele hajókat.

1. táblázat. A US NAVY többcélú hajófedélzeti tüzérségi eszközeinek főbb paramétereit

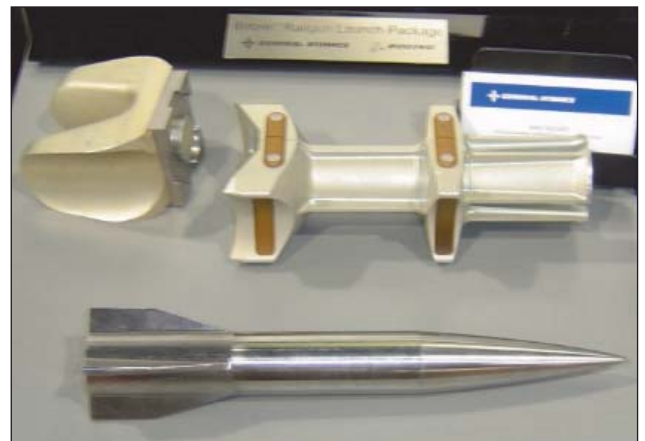
	Mark 45 Mod 4 [18]	AGS [19]	railgun
Csőhosszúság (m):	7,9	9,6	~10
A cső várható élettartama (lövés):	7000	n.a.	n.a.
Úrméret (mm):	127	155	150*
A lövedék max. tömege (kg):	31,75	90	18,2
Max. torkolati sebesség (m/s):	807,7	825	2570
Hatásos elméleti lőtávolság (km):	37	44	n.a.
Hatásos elméleti lőtávolság HVP-vel (km):	74	185	185
Tömeg (tonna):	28,9	104	n.a.
Elméleti tűzgyorsaság (lövés/min) <sup>18</sup> :	16	10	10

Igazából sem az AGS-ről, de főleg a railgun-ról nem tudunk túl sokat. A hivatalos források igen szűkszavúak, de a nem megbízható források által nyújtott információkat sem lehet bőségesnek nevezni. A railgun számos paraméterét csak becsülni tudjuk, ami – miután prototípusról van szó – jelentősen eltérhet a végleges adatoktól. Ennek tükrében természetesen nem is lehetséges a teljesen korrekt összehasonlítás, illetve valamilyen analitikus döntési modell alkalmazása, de egyfajta helyzetkép kialakítása érdekében a legfontosabb paramétereket érdemes összevetni:

Számos paramétert nem lehet könnyen számszerűsíteni. Ilyen pl. a lövedékek pusztító ereje, a gyakorlati tűzgyorsaság, illetve a pontosság is. Az látható, hogy pusztán az ismert paraméterek alapján a railgun versenyképes alternatívája lehet az AGS-nek és az is valószínű, hogy hosszabb távon ebben a technológiában lesz a legnagyobb fejlesztési potenciál, ugyanakkor a fegyver sorsa még mindig kérdéses. Az bizonyos, hogy a railgun-ból kilőtt HVP sokféle célt képes hatékonyan pusztítani, de mivel hagyományos repesz-romboló töltet kilövésére egyelőre nem alkalmas, bizonyos célok ellen nem alkalmazható. Az is joggal feltételezhető, hogy az alkalmazott technológia messze nem olyan kiforrott, mint az AGS-é, a meghibásodások lehetősége még számottevő, és valószínűleg a sínek élettartama sem éri el a kívánt mértéket.

Az egyetlen lövés leadására képes kísérleti fegyvert a BAE Systems a 2006-ban elnyert 14,7 millió dollárból (mai árfolyamon ez mintegy 4 milliárd forint) hozta létre, míg a táblázatban található specifikációjú második gene-

12. ábra. A Railgun nagysebességű lövedéke (Amaczi Viktor)





13. ábra. A két elkészült prototípus egyike a USS Millinocket fedélzetén kiállítva egy San Diegóban rendezett sajtónyilvános bemutató alkalmával, 2014 július 8-án (US NAVY)

rációt a 2013-ban kapott további 34,5 millió dollárból (9,5 milliárd forint) alkotta meg. A teljes csaknem 50 millió dolláros fejlesztési költség jelentősnek tűnhet, de az AGS a tízéves fejlesztés időszakában közel 350 millió dollárt emésztett fel, bár az is igaz, hogy annak végeredménye már egy sorozatban gyártható eszköz lett. Szintén konkrét számok nélkül kell megbecsülnünk az üzemeltetés költségeit (felhasznált villamos energia előállításának költsége kontra indító töltet gyártási költségek, illetve karbantartás). Könnyen belátható, hogy a villamos energia még a hajó hajtóműveinek felhasználásával is jóval olcsóbb, mint a robbanótöltetek gyártási költsége<sup>19</sup>, de az is valószínű, hogy a railgun karbantartása még sokkal drágább, mint az AGS-é.

## ÖSSZEGRÉS

Csaknem bizonyos, hogy a railgun nem fogja belátható időn belül kiszorítani a hagyományos csöves tüzérséget. A jelentős energiaigény kizárja, hogy a közeljövőben a szárazföldön a tüzérség eszközeként megjelenjen, míg a légi eszközökön való alkalmazást a működés során keletkező óriási elektromágneses tér nehezíti elsősorban. Egyelőre csak a hajótüzérség kap egy új eszközt, ami valószínűleg képes lesz kiváltani a közepes űrméretű hajóágyúkat és ki is terjeszti azok hatókörét. Azt is látni kell azonban, hogy az elektromágneses lövedékgyorsítás még igen jelentős fejlesztési potenciállal bír. Tíz éve az elektromágneses gyorsítású lövedékek esetében 5-6 Mach torkolati sebességnél nagyobbakat nem tartottak elképzelhetőnek, míg napjainkban csak a már most rendelkezésre álló anyagtechnológia mellett is 10, sőt 15 Mach-ot jósolnak a közeli jövőben, márpedig a lövedék kinetikus energiája a sebesség négyzetével arányosan nő. Ez még az esetleg később nagyobb számban elterjedő irányított elektromágneses energián alapuló fegyverrendszerek között is igazolhatja a railgun létjogosultságát, hiszen olyasmire is képes, amire a lézer még sokáig nem. A legerősebb impulzus-lézerek ugyan képesek egy repülőgép vagy rakéta érzékeny burkolatában

olyan károkat okozni, ami nem összeegyeztethető a repüléssel, de még valószínűleg sokáig nem tudunk olyan erős lézersugarat generálni, ami képes lenne egy erősen védett cél, pl. egy harckocsi megsemmisítésére.

A railgun jelentőségét nem csak az USA ismerte fel, hiszen a fegyverkezési verseny már a railgun esetében is megindult. Több államról is feltételezhető, hogy folytat kísérleteket elektromágneses gyorsítású lövedékekkel, de Kínáról már fényképek is bizonyítják, hogy rendelkezik egy, a BAE Systems termékéhez hasonló méretű és képességű railgunnal [21].

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Jeff Kinard: Artillery: An Illustrated History of its Impact, ABC-CLIO, Santa-Barbara, 2007;
- [2] Szabó József: A tüzes ágyúgolyóbistól az atomgránátig, Zrínyi, Budapest, 1974;
- [3] Terry Gander: Artillery (Modern Military Techniques), Armada, London, 1986;
- [4] Turcsányi Károly, Hegedűs Ernő, Bán Attila, Molnár Gábor: Haderők és hadviselés az elöltöltő fegyverek korában, HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, Budapest, 2016;
- [5] Rui Teodósio: The V3 – The “England-Canon”, 2011, augusztus 16, <http://secretweaponsoftheiireich.blogspot.hu/2011/08/v3-england-canon.html> (a letöltés ideje: 2016.05.21);
- [6] Nagy István: Ágyúk, tarackok, aknavetők, Zrínyi, Budapest, 1987;
- [7] Megyeri Lajos: Az akusztikus és elektromágneses elven működő irányított energiájú fegyverek általános működése, hatásai és az ellenük való védelem lehetőségei, Hadmérnök, (2) 2015, 98-107;
- [8] Ványa László: Lézerfegyverek a repülőgépeken és a légi járművek ellen, Repüléstudományi közlemények, 2 (2014), 211-223;
- [9] David J. Griffiths: Introduction to Electrodynamics, Prentice Hall, Upper Saddle River, 1989;



- [10] US patent, 1421435A;
- [11] William F. Weldon: Development of Hypervelocity Electromagnetic Launchers, Hypervelocity Impact Symposium, San Antonio, 1986;
- [12] Akira Yamori, Nobuki Kawashama, Migiwa Kohno, Shigeyuki Minami, Shinriki Teii: High Quality Railgun HYPAC for Hypervelocity Impact Experiments, Elsevier, London, 1997
- [13] Frank Barnes, Richard Mann (eds): Cartridges of the World, Gun Digest Book, New York, 2012;
- [14] HVP adatlap, BAE Systems, 2014, <http://www.baesystems.com/en/product/electromagnetic--em--railgun>, (a letöltés ideje: 2016.05.21)
- [15] Railgun adatlap, BAE Systems, 2014, <http://www.baesystems.com/en/product/electromagnetic--em--railgun>, (a letöltés ideje: 2016.05.21);
- [16] Christopher B. Cavas: Navy's Rail Gun Still Headed to Sea, but on Which Ship? DefenseNews, 2 (2016), 4;
- [17] Lizhong Xu, Yanbo Geng: Forces of rails of electromagnetic railguns, Applied Mathematical Modelling, 36 (2012), 1465-1476;
- [18] Mark 45 Naval Gun adatlap, BAE Systems, 2016, <http://www.baesystems.com/en/product/mk-45-mod-4-naval-gun-system>, (a letöltés ideje: 2015.05.21);
- [19] 155 mm/62 (6.1") Advanced Gun System (AGS), Hadi-tengerészeti fegyverek, 2012 november 11, [http://www.navweaps.com/Weapons/WNUS\\_61-62\\_ags.htm](http://www.navweaps.com/Weapons/WNUS_61-62_ags.htm), (a letöltés ideje: 2015.05.21);
- [20] Department of Defense Fiscal Year (FY) 2017 President's Budget Submission, Navy Justification Book Volume 1 of 1, USA DoD, 2016;
- [21] Jeffrey Lin, P. W. Singer: An Electromagnetic Arms Race Begun: China is making Railgun too, Popular Science, November 23, 2015, <http://www.popsci.com/an-electromagnetic-arms-race-has-begun-china-is-making-railguns-too> (a letöltés ideje: 2016.05.21.

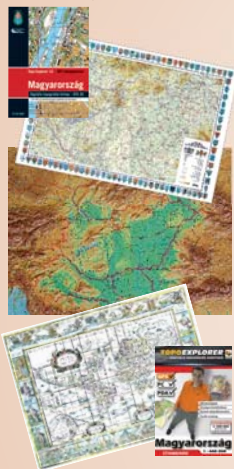
## JEGYZETEK

- 11 Ez nagyságrendileg azonos a haditengerészetnél széles körben alkalmazott 127 mm-es Mark 80-as repesz-romboló lövedék torkolati energiájával. Ennek a lövedéknek a kezdősebessége csupán 800 m/s, de 30 kg-os tömege mintegy tízszerese a kísérleti lövedéknek.
- 12 Hyper Velocity Projectile – nagysebességű lövedék.
- 13 Olyan lőszerfajta, ahol maga a lövedék kisebb átmérőjű, mint az indító fegyver ürmérete. Mivel így a tömege is kisebb, lényegesen nagyobb sebességre gyorsul fel, mint egy „ürméretes” lövedék, ami rövidebb távokon radikálisan növeli a becsapódás energiáját, vagyis a páncéltűtő képességet. Ennek megfelelően közvetlen irányzású páncéltörő lőszerként alkalmazzák.
- 14 JHSV – Joint High Speed Vessel
- 15 Advanced Gun System – Fejlett Ágyúrendszer. A szintén a BAE Systems által fejlesztett rendszer az 1968-tól alkalmazott és az USA flottájában legáltalánosabban használt Mark 45-ös, 127 mm-es löveg leváltására készült. Többek között képes tüzelni a HVP reaktív hajtóműves változatával is.
- 16 A generátoroknak és a hagyományos akkumulátoroknak is viszonylag nagy belső ellenállása van, ezért még ha a teljesítményük elégséges is, nem képesek ekkora áramerősséget szolgáltatni. A lővéshez szükséges villamos energiát ezért ún. kondenzátorokba töltik. Ezek jellegzetessége, hogy nem képesek sokáig tárolni az energiát, de az akár fél percen keresztül gyűjtött pokoli energiát egy pillanat alatt képesek rászabadítani a sínekre.
- 17 Egy átlagos villám áramerőssége 30 000 amper körüli, a természetben megfigyelt legerősebb villámok esetében kb. 300 000 amper.
- 18 Ezek a viszonylag nagy tűzgyorsaságok a lövegekhez kialakított gyorstöltő-berendezéseknek köszönhetőek. Ha ezek kiürülnek, a valós tűzgyorsaság mindössze 2-4 lövés lesz percenként.
- 19 Az AGS-nél a railgunhoz hasonló lőtávolságot rakéta-póthajtásos lőszerrel érik el, amiből jelenleg egyetlen darab gyártási költsége is meghaladja a 5600 dollárt, azaz napi árfolyamon mintegy másfél millió forintba került [20, 131].

Fotók a szerző gyűjteményéből.

## HM ZRÍNYI TÉRKÉPÉSZETI ÉS KOMMUNIKÁCIÓS SZOLGÁLTATÓ KÖZHASZNÚ NKFT.

Telephely: 1024 Budapest II., Szilágyi Erzsébet fasor 7–9. • ✉ 1276 Budapest 22, Pf. 85 • ☎ +36 (1) 336-2030 • [www.topomap.hu](http://www.topomap.hu) • [hm.terkepzeset@topomap.hu](mailto:hm.terkepzeset@topomap.hu)



- Topográfiai térképek
- Faksimile térképek
- Atlaszok, város- és autótérképek
- Falitérképek
- Szabadidőtérképek
- Légiforgalmi térképek
- Munkatérképek
- Dombortérképek
- Digitális térképészeti adatbázisok
- Egyéb digitális termékek
- Légifilmtári szolgáltatások

### • PrePress – Nyomdai előkészítés

- szöveg-, grafika- és képfeldolgozás, kiadványszerkesztés
- ellenőrző nyomatok, digitális proofok előállítása
- bel- és kültéri tablók, bannerek nyomtatása
- hagyományos és elektronikus montírozás, színrebotás
- nyomóformák előállítása nyomdai filmről, illetve CTP-technológiával

### • Gyorsokszorosítás

- színes és fekete-fehér másolás/nyomtatás 350 x 487 mm méretig

### • Press – Nyomtatás

- ofszetnyomtatás négy-, illetve hatszínnyomó gépeken, 89 x 126 cm méretig

### • PostPress – Kötészeti feldolgozás

- felületmeseítés fóliázással, laminálással 167 cm szélességig
- hajtogatás, spirálozás, sorszámozás
- összehordás, irkakészítés, ragasztókötés
- kasírozás, táblakészítés, aranyozás
- szortiment könyvkötészet

### • Vákuumformázás

- vákuumformázó szerszámok, terepszaltek előállítása CNC-technológiával
- vákuumformázás

### ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:

1024 Budapest II., Filler u. 14.

☎ +36 (1) 212-4540 • [ugyfelszolgalat@topomap.hu](mailto:ugyfelszolgalat@topomap.hu)

Nyitva tartás: hétfő–péntek 9.00–15.00

NYOMDAI GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉS: ☎ +36 (1) 336-2035