

Daruka Norbert őrnagy – Dénes Kálmán – Ember István alezredes  
– Kovács Zoltán alezredes – Vég Róbert alezredes:

## DIGITÁLIS ADATBÁZIS LÉTREHOZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN A 3D NYOMTATÁSI KÉPESSÉG TÁMOGATÁSÁRA

DOI: 10.35926/HSZ.2024.4.6

*ÖSSZEFOGLALÓ: A tanulmányban ismertetett kutatás célja az additív gyártástechnológia, annak részeként kiemelten a 3D nyomtatási képesség hatékony működését szolgáló digitális adatbázis létrehozásának vizsgálata a Magyar Honvédségben. Az írás első részében a szerzők bemutatják az additív gyártási eljárások egyik fontos fajtáját, a 3D nyomtatási technológiát, valamint annak előnyeit és korlátait. A fő részben ismertetik azokat a stratégiai célokat, előnyöket és lehetőségeket, amelyek alátámasztják a 3D nyomtatás létjogosultságát a katonai feladatok végrehajtása során. Ezt követően a 3D nyomtatást támogató digitális adatbázisokat mutatják be, amelyek biztosítják a 3D nyomtatási képesség kiszolgálását, annak eredményes és hatékony alkalmazását a Magyar Honvédségben. Részletesen ismertetik azokat a személyi és tárgyi feltételeket, amelyek szükségesek a digitális adatbázis létrehozásához és annak biztonságos működtetéséhez.*

*KULCSSZAVAK: additív gyártástechnológia, 3D nyomtatás, 3D nyomtatási képesség, digitális adatbázis, haditechnika, ellátás*

### A SZERZŐKRŐL:

- ▶ Dr. Daruka Norbert őrnagy (PhD), robbanóanyag-ipari szakmérnök, kiemelt főtiszt (MH HTP HVFI Tudományos Kutatóhely) (ORCID: 0000-0002-7102-1787; MTMT: 10039981)
- ▶ Dr. Dénes Kálmán (PhD), építőmérnök (ORCID: 0000-0002-2951-7172; MTMT: 10027692)
- ▶ Dr. Ember István alezredes (PhD), egyetemi tanársegéd (NKE HHK Műveleti Támogató Tanszék) (ORCID: 0000-0002-9877-0366; MTMT: 10070337)
- ▶ Dr. Kovács Zoltán alezredes (PhD), egyetemi docens (NKE HHK Műveleti Támogató Tanszék) (ORCID: 0000-0001-9098-1997; MTMT: 10000541)
- ▶ Dr. Vég Róbert alezredes (PhD), egyetemi docens (NKE HHK Haditechnikai Tanszék) (ORCID: 0000-0002-9786-6702; MTMT: 10035460)

## BEVEZETÉS

A 21. század forradalmian új additív gyártási technológiája, a 3D nyomtatás az ipari gyártási folyamatokban és a védelmi iparban, azon belül a honvédelemben egyaránt bizonyítottan eredményesen, hatékonyan és gazdaságosan használható. Ezt az egyre szélesebb körben elterjedő gyártási eljárást éppen ezért kiemelten kezeli hazánk Nemzeti Katonai Stratégiája<sup>1</sup> is, amely deklarálja, hogy a globális technológiai környezetben bekövetkezett változások,

<sup>1</sup> 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat.

mint pl. a diszruptív technológiák<sup>2</sup> megjelenése és fokozatos elterjedése tovább növeli hazánk biztonsági kockázatát. A Magyar Honvédségnek éppen ezért a kor követelményeinek megfelelő, korszerűen felszerelt, magas fokú mobilitással és reagálóképességgel rendelkező, hatékonyan alkalmazható haderővé kell válnia. A korszerű haderő létrehozásához elengedhetetlen többek között a meglévő képességek fejlesztése, újak kialakítása, a szükséges haditechnikai fejlesztések végrehajtása, valamint a folyamatosan megújulni képes nemzeti védelmi ipar létrehozása. Az additív gyártástechnológiával kapcsolatban mostanáig jelent publikációk,<sup>3</sup> továbbá kutatásunk eddig elért eredményei is azt igazolják, hogy a 3D nyomtatási képességnek helye van a korszerű haditechnikával ellátott honvédelemben.

A katonai stratégia célkitűzéseinek megvalósítása, továbbá a hadi- és a műszaki technika fejlesztésének a lehetősége motivált minket, amikor elkezdtünk foglalkozni a 3D nyomtatási technológiával. A témában végzett kutatásunk – jelentős részben már publikált – eredményei azt igazolják, hogy a 3D nyomtatás széles körű katonai alkalmazása biztosítja azokat a gyártási lehetőségeket és ellátási előnyöket, amelyek igazolják a technológia létjogosultságát, továbbá a 3D nyomtatási képesség kialakításának szükségét a Magyar Honvédségben. Ennek eredményesebb működéséhez hipotézisünk szerint szükség van egy online elérhető digitális adatbázisra, amely 3D nyomtatható digitális fájlokat tartalmaz. Az így létrehozott, folyamatosan bővíthető gyűjtemény hatékonyan tudja támogatni és egyszerűsíteni a felhasználók munkáját.

## A 3D NYOMTATÁSI TECHNOLÓGIA BEMUTATÁSA

A 3D nyomtatási eljárásban a nyomtató a tetszőleges formájú és anyagú tárgyat vagy szerkezetet rétegről rétegre, anyag hozzáadásával építi fel egy digitális, CAD-modell alapján. A nyomtatáshoz szükséges CAD-fájlok elkészítése jellemzően a tervező elképzelésének és lehetőségeinek megfelelően az alábbi módokon történhet:

- tervezés CAD szoftver használatával: A tervező új elemet tervez vagy egy meglévőt szerkeszt meg CAD szoftverben (pl. AutoCAD, Solid Edge, FreeCAD), majd ezt követően olyan digitális fájlt készít (pl. STL), amelyet a 3D nyomtató támogat.
- szkennelés 3D szkennelével: A tervező 3D szkennelést használva digitalizálja a meglévő, akár törött tárgyat, majd 3D modellt készít. Szükség esetén szerkeszteni tudja azt, részeket adhat hozzá, hibákat javíthat ki stb. A végeredmény itt is egy olyan digitális fájl, amit a 3D nyomtató támogat.

A különböző CAD szoftverek általában kiegészíthetők különféle modulokkal, amelyek a tervező munkáját könnyítik meg azáltal, hogy pl. könyvtárszerkezetbe strukturálva digitális építészeti, gépészeti stb. elemeket tartalmaznak. A tervezőnek tehát nem kell minden egyes tervezési feladatnál külön megrajzolni többféle méretű csavart vagy alátétet, hanem kiválasztja azokat az elemkönyvtárból. Ez a lehetőség elérhető a 3D nyomtatáshoz szükséges digitális fájl elkészítésekor is.

<sup>2</sup> Diszruptív technológia – Az olyan innovatív technológiai változások, szolgáltatások vagy megoldások, amelyek alapvetően átrendezik a piaci erőviszonyokat. Ilyen többek között a gőzgép megjelenése, az autó elterjedése, az e-mail használata, továbbá a mobiltelefonok, a CD és az önvezető autók megjelenése is.

<sup>3</sup> Végvári et al. 2022, 56–60.

A 3D nyomtatási eljárásokat különböző szempontok (pl. ár, nyomtatható méret, nyomtató sebesség) alapján többféleképpen is csoportosíthatjuk. Kutatásunk tekintetében releváns szempontok szerint az osztályozást mi a felhasználási terület alapján (oktatás, kutatás, prototípusgyártás stb.), a nyomtatás folyamata (szálhúzásos, porágyas stb.) és a felhasznált nyomtató-alapanyag (műanyagok, fémek, kompozitok stb.) alapján végeztük el. Ez a rendszerezés ad leginkább hasznos információt az adatbázis szerkezetének létrehozásához és későbbi bővítéséhez.

A 3D nyomtatási technológiát egyre szélesebb körben alkalmazzák, mivel a fejlesztések eredményeként további előnyök érhetők el, amelyek közül fontos megemlíteni a nyomtatható méret növekedését, az alapanyagok fajtájának bővülését, továbbá mechanikai tulajdonságainak<sup>4</sup> és minőségének a javulását. Az újabbnál újabb nyomtatási eljárások<sup>5</sup> és nyomtató-alapanyagok elérhetővé válnak a felhasználók számára, aminek hatásaként egyre szélesebb körben, hatékonyabban és egyúttal olcsóbban lehet alkalmazni a gyártási eljárást. A technológiában lévő kedvező lehetőségek és elérhető előnyök miatt használja ezt a gyártási eljárást a védelmi ipar napjainkban is számos területen, pl. a katonai ellátási feladatokban. Tekintettel arra, hogy a 3D nyomtatás jelenleg is hozzájárul a katonai célú gyártási folyamatok hatékonyságának növeléséhez, az ellátási láncok biztonságossá tételéhez, a jövőben ezt a képességet várakozásunk szerint a katonai szervezeteknél is kialakítják.

## A 3D NYOMTATÁSI TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN

A gazdasági élet minden szereplője szívesen használja azokat az innovatív és modern technológiákat, amelyek segítségével hatékonyabban, gyorsabban és gazdaságosabban tudnak működni, ezáltal nagyobb hasznot tudnak előállítani. Természetesen a védelmi szféra, így a Magyar Honvédség is nagymértékben támaszkodik a technológiai fejlesztések<sup>6</sup> eredményeire, ennél fogva a 3D nyomtatási technológia is jelen van különböző szinteken és mélységben, pl. a honvédelmi célú kutatási, valamint ellátási-utánpótlási rendszerben. A közelmúltban megjelenő és egyre fokozódó geopolitikai feszültségek, új típusú válságok, valamint a még kiaknázható erőforrásokért folytatott küzdelmek olyan biztonságpolitikai kockázatot jelentenek Európára és a NATO-ra nézve, amire a szövetségek részeként hazánknak is időben fel kell készülnie. A Magyar Honvédségnek a globális technológiai környezetben bekövetkezett változások okán a kor követelményeinek megfelelő modern haderővé kell válnia.

Az orosz–ukrán háború harci cselekményei igazolják, hogy a mesterséges intelligenciával rendelkező robotok, a tömegesen alkalmazott drónok, a korszerű fegyverrendszerek, továbbá az általunk is kutatott terület, a 3D nyomtatás katonai alkalmazása alapjaiban változtatják meg a hadviselés eddig alkalmazott szabályait és eljárásrendjét. A szomszédunkban több mint két éve tartó orosz–ukrán háború eseményeiről szóló híradások tucatjai számoltak be a 3D nyomtatási eljárás sikeres felhasználásáról a haditechnikában. Háborús alapeszköz lett pl. a 3D nyomtatott drón,<sup>7</sup> a pótalkatrészek gyártása az Amerikai Egyesült Államokból küldött ipari nyomtató alkalmazásával helyben kivitelezhető, továbbá fegyveralkatrészeket tudnak szintén helyben gyártani. A technológia fejlesztéseinek eredményeként nagyméretű,

<sup>4</sup> Zentay et al. 2023, 49–55.

<sup>5</sup> Kara et al. 2023.

<sup>6</sup> Hegedüs–Gyarmati 2022, 17–32.

<sup>7</sup> Hegedüs et al. 2023a, 33–37.

építőipari alkalmazásra szánt 3D nyomtatóval lerombolt iskolákat építenek újjá. Ezek a példák a gyártástechnológia katonai alkalmazásának létjogosultságát és a katonai képesség kialakítását tovább erősítik.

A honvédség modernizálása során, a stratégiai célok megvalósítása érdekében – a háborús tapasztalatok alapján – megítélésünk szerint jelentős szerepet kell szánni a katonai célokra jelenleg is alkalmazott 3D nyomtatási eljárásnak, mivel technológiai erőfölényt és további számos előnyt jelenthet az oktatásban, a kutatásban és az innovációban egyaránt. A 3D nyomtatást jelenleg is számos területen használjuk a HHK oktatási, valamint újításokhoz vezető fejlesztői munkájában. Tudományos kutatások eredményei, megvalósult fejlesztések és megjelent publikációk támasztják alá az igényt a technológia katonai alkalmazására, továbbá igazolják annak létjogosultságát a védelmi iparban. A nyomtatógyártók felismerték ezt az igényt, így már elérhetők a kínálatukban a kimondottan katonai feladatok végrehajtására optimalizált 3D nyomtatók. Ezek a nyomtatók a telepítést követően bárhol, akár külföldi katonai missziók során, tábori körülmények között is képesek helyben, hatékonyan és gyorsan megoldást nyújtani a felmerülő ellátási igényekre.

A 3D nyomtatási technológia már most is számos lehetőséget kínál a haditechnikai alkatrészellátási problémák megoldására, a hatékonyság növelésére és a logisztikai kihívások kezelésére. A tervezési és a fejlesztési folyamatokban például gyorsan, helyben el lehet készíteni a tervezett prototípusokat és alkatrészeket, amiket akár különböző tulajdonságú alapanyagok felhasználásával is ki lehet nyomtatni. Ez lehetővé teszi a szimulációs elemzést,<sup>8</sup> a gyorsabb tesztelést, a minőségellenőrzést (mint pl. a nagy rugalmasságú anyagok terhelhetőségének vizsgálatát<sup>9</sup>), továbbá szükség esetén a további fejlesztést. Egyedi, személyre és méretre szabott felszerelések előállítását is biztosítani tudja a gyártástechnológia – a speciális katonai követelmények egyidejű teljesítése mellett. Tűzszerészfeladatok során kis sűrűségű nyomtató alapanyagok felhasználásával lehetőség van töltetházak<sup>10</sup> gyártására, amelyek tartószerkezetek rombolásához vagy robbanótestek hatástalanításához is felhasználhatók. Az orosz–ukrán háborúban kezdetektől jelen vannak a drónok,<sup>11</sup> amelyek hatékonyságuk okán egyre nagyobb szerepet kapnak. A kis sűrűségű,<sup>12</sup> ugyanakkor kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkező 3D alapanyagok ideálisak lehetnek nemcsak a már említett drónok, hanem különböző funkciójú robotok alkatrészeinek gyártására is.

A 3D nyomtatás régóta kiemelten kezelt katonai területe a különböző fegyveralkatrészek gyártása, mivel az eljárással rövid idő alatt nagy számban elő lehet állítani pl. táarakat, marokatokat, válltámaszokat, amelyek a különböző feladatokhoz optimalizálhatók. A katonai műveletek végrehajtása előtti eligazítás során a domborzati viszonyok vagy a településszerkezet egyszerűbb elmagyarázása érdekében fontos lehet a vonatkozó térképek<sup>13</sup> és más tájékoztató elemek 3D nyomtatással történő elkészítése. Végezetül nem szabad megfeledkezni a végrehajtó alegységek zavartalan logisztikai ellátásáról, aminek biztosítása érdekében lehetőség van a szükséges alkatrészek, felszerelések és egyéb eszközök helyszíni additív gyártására. Ez lerövidíti és biztonságosabbá teszi az ellátási láncot, csökkenti a szállításra

<sup>8</sup> Szederkényi et al. 2022, 82–87.

<sup>9</sup> Ficzer et al. 2019, 43–46.

<sup>10</sup> Ember–Ádám 2022, 35–44.

<sup>11</sup> Hegedüs et al. 2023b: i. m. 33–36.

<sup>12</sup> Pl. FDM Nylon 12CF alapanyag sűrűsége: 1,19 g/cm<sup>3</sup>.

<sup>13</sup> Kállai 2023, 330–392.

fordított időt és a költségeket. Ezek a bemutatott alkalmazási területek és példák véleményünk szerint a katonai stratégia célkitűzéseivel is összhangban igazolják a 3D nyomtatási képesség kialakításának szükségét a Magyar Honvédségben.

A 3D nyomtatás a gazdasági élet számos területén bizonyította térnyerését a hagyományos gyártási eljárásokkal szemben. A technológia további fejlődésével, valamint a nyomtató-alapanyagok folyamatos bővülésével együtt pedig várhatóan további, közöttük a katonai alkalmazási területek is megjelennek a jövőben.

## A 3D NYOMTATÁST TÁMOGATÓ DIGITÁLIS ADATBÁZIS LÉTREHOZÁSA A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN

Napjaink fejlett és modern információs társadalmában a különböző digitális technológiák egyre nagyobb hatást gyakorolnak a mindennapi életre. Többek között jelen vannak a háztartásokban, a közigazgatásban és a gazdaságban, mivel alkalmazásuk hozzájárul pl. az életminőség javulásához, az ügyintézés egyszerűsödéséhez, a társadalmi fejlődéshez és a gazdasági növekedéshez. Az erősödő üzleti környezetben e korszerű megoldások elengedhetetlenek a vállalkozások számára is, mivel versenyképességük megőrzését és profitabilitásukat biztosítja, ami tulajdonképpen fennmaradásukat szolgálja. A digitális technológia töretlen fejlődése lehetővé teszi pl. a munkavégzés vagy sportolás közben mért teljesítménymutató adatok gyors és hatékony feldolgozását, átalakítását számítógéppel feldolgozható formára. Az így összegyűjtött információ adatbázisban tárolható, kereshető és szűrhető, szükség szerint elemezhető és értékelhető annak érdekében, hogy az eredmények alapján növelni lehessen az energiahatékonyságot, optimalizálni lehessen a folyamatokat. Digitális könyvtárak működnek, amelyek digitális formában tárolják a tartalmakat (könyveket, tudományos cikkeket, filmeket, fényképeket stb.), és hozzáférhetővé teszik azokat.

A hazánkat is fenyegető geopolitikai feszültségek és biztonsági kockázatok miatt a különböző digitális technológiák és a digitalizáció régóta nagy szerepet kapnak a Magyar Honvédségben is. A korszerű haderőben a digitális formára átalakított folyamatok, rendszerek és tevékenységek hatékonyabbá és gyorsabbá teszik a vezetési-irányítási rendszert és az alárendelt szervezetek működését, csökkentik a biztonsági kockázatokat, és növelik a katonai feladatok végrehajtásának sikerét. Ezek az előnyök együttesen azt igazolják, hogy a digitalizációnak a jövőben is meghatározó helyet kell kapnia a korszerű honvédelem és a védelmi ipar kialakítása során. A digitalizáció mindezekon túl lehetőséget teremt az innovációra és a további fejlesztésekre, amihez napjainkban (pl. adatgyűjtéshez, elemzéshez) a mesterséges intelligencia segítsége is rendelkezésre áll.

A digitális adatbázisok olyan strukturált adattároló rendszerek, amelyek nagy mennyiségű információ tárolására, kezelésére, rendszerezésére és keresésére alkalmasak. Fontos további jellemzőjük, hogy nem csupán információs tárolóhelyként működnek, hanem olyan dinamikus platformok is, amelyek elősegítik az információáramlást, a tudás terjesztését, a tanulást és az együttműködést napjaink digitális világában. A digitális adatbázisok általában online hozzáférhetőséggel rendelkeznek, aminek számos előnye közül az alábbiakat emeljük ki:

- *Globális, időkorlát nélküli hozzáférés.* Az online, nyitvatartási idő nélküli hozzáférés lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy bármikor és bárhol elérjék az adatbázisban tárolt digitális anyagokat.
- *Könnyű keresés és szűrés.* A digitális adatbázisokban lévő katalógusok, keresési és szűrési funkciók lehetővé teszik a felhasználók számára, hogy gyorsan és hatékonyan megtalálják a számukra szükséges információkat.

- *Szinte korlátlan tárolási kapacitás.* A digitális adatbázisok hatalmas mennyiségű információt képesek tárolni és kezelni digitális formában.
- *Interaktív tartalmak megjelenítése.* A digitális adatbázisok lehetőséget kínálnak interaktív tartalmak, pl. oktatóvideók, interaktív térképek és más multimédiás elemek elérésére.
- *Változások könnyű kezelése.* A digitális adatbázisok tartalma könnyen frissíthető, módosítható és karbantartható, ami biztosítja a felhasználó számára a mindig naprakész adatok és információk elérésének lehetőségét.

A digitalizáció eredményeként kialakított digitális adatbázisok a felsorolt előnyök révén gyorsabb, hatékonyabb, rugalmasabb és kényelmesebb lehetőséget biztosítanak az információhoz történő online hozzáféréshez a hagyományos módszerekkel (hagyományos könyvtárak, részvétel oktatáson, olvasás, beszélgetés stb.) ellentétben. Az adatbázisokat fenyegető biztonsági kockázatokkal együtt is igazolták létjogosultságukat a magán-, a gazdasági és a közsférában egyaránt.

A 3D nyomtatás tárgyi feltételeinek biztosítása egy katonai szervezetnél lehetővé teszi a felhasználók számára a nyomtatás útján történő gyártást, amennyiben a nyomtatáshoz szükséges digitális fájl (pl. .stl, .obj, .ply fájlformátum) rendelkezésre áll. Ebben a szervezeti struktúrában a 3D modell tervezésével és a nyomtatáshoz nélkülözhetetlen fájl elkészítésével nem a felhasználó foglalkozik, hanem pl. elektronikus úton megkapja vagy letölti azt egy online elérhető adatbázisból. Jelenleg számos olyan nyílt elérésű weboldal van, ahonnan ingyenesen vagy valamekkora összegért 3D nyomtatásra közvetlenül alkalmas fájlok lehet letölteni. Az oldalakon található fájlok különfélék, az egyszerű alátétől a bonyolultabb szerkezetekig minden megtalálható. Ennek a megoldásnak az a legnagyobb hátránya, hogy ott a speciális katonai elemek, alkatrészek és szerkezetek nem találhatók meg, mivel azokat számos esetben (pl. fegyveralkatrészek) jogszabályok védik és korlátozzák a nyilvánosság elől.

Mindezek után megalapozottan merül fel a kérdés: indokolt-e digitális adatbázist létrehozni a katonai célú 3D nyomtatás támogatására?

A 3D nyomtatás mint új képesség kialakítása a Magyar Honvédségben témájú kutatásunk közzétett eredményei véleményünk szerint azt igazolják, hogy az additív gyártástechnológia e fajtájának honvédelemben történő alkalmazását a felsorolt előnyök miatt egy 3D nyomtatási fájlokat tartalmazó digitális adatbázis hatékonyan tudja támogatni.

A digitális adatbázis létrehozásának két fontos fázisa van:

1. A digitális CAD-fájlok létrehozása;
2. A digitális CAD-fájlok online publikálása az adatbázisban;
  - pl. metaadatok létrehozása (a digitális dokumentumról szóló technikai információkat tartalmazzák);
  - keretprogramba való betöltés.

Az alábbi felsorolásban a digitális adatbázis fontosabb egyedi jellemzőit és tulajdonságait foglaltuk össze:

- kizárólag a védelmi ipar, azon belül kiemelten a honvédség számára érhető el;
- a 3D modellfájlok fel- és letöltése egyaránt biztosított;
- a 3D modellfájl készítője lemond a szerzői jogról;
- ingyenes hozzáférés a tartalomhoz;
- jogosultsági engedély szükséges a tartalom eléréséhez;
- korlátozott hozzáférés a tartalomhoz jogosultsági szintek megadásával;
- terjesztési jogot nem kap a felhasználó;

- a tartalmat strukturáltan, kereshető módon tárolják;
- a felhasználói adatok és a feltöltött fájlok jogszabály szerinti védelme biztosított;
- nemzetközi (pl. NATO-tagország) együttműködés lehetőségének megteremtése.

Ezek az elemek együttesen biztosítják a 3D nyomtatást támogató digitális adatbázisok hatékony és biztonságos működését, valamint a felhasználók számára a kényelmes, szükség szerint interaktív és személyre szabott hozzáférést a digitális tartalmakhoz.

Egy digitális adatbázis, valamint az azt tartalmazó weboldal struktúrája egyaránt az adott projekt céljától függ, és a feltöltött adatok tulajdonságaitól függően változhat, általánosságban azonban elmondható, hogy néhány fontos részegységet tartalmaznia kell. Az alábbi, általunk kialakított weboldal-alapstruktúra biztosítja a szükséges környezeti feltételeket a feltöltött digitális CAD-fájlok kezeléséhez, ami ezáltal hatékonyan tudja támogatni a Magyar Honvédség (akár szervezetszerű) 3D nyomtatási képességét:

- Főoldal:
  - Rövid ismertető (bemutakozás).
  - Főbb funkciók és szolgáltatások összefoglalása.
  - Hírek és frissítések az adatbázissal kapcsolatban.
  - Nyelv választása (pl. magyar, angol).
- Keresési funkció:
  - Keresőmező az adatbázisban található fájlok gyors keresésére.
  - Keresési szűrők lehetőségei szerint (pl. kategória, anyag).
- Adatok megjelenítése:
  - Az adatbázisból kinyert információk megjelenítése.
  - Táblázatos formában vagy listázva, esetleg kártyanézetben.
  - Opciók a különböző megjelenítési módok közötti váltáshoz.
- Részletes adatképek:
  - Részletes információk megjelenítése az adatbázisból kiválasztott elemről.
  - Képek, leírások, metaadatok és egyéb részletek.
- Felhasználói felület:
  - Felhasználói regisztráció és bejelentkezési lehetőség.
  - Profilkezelés, beállítások, jelszó és egyéb személyre szabási lehetőségek.
- Adminisztrációs felület:
  - Adminisztrációs felület az adatbázis tartalmának kezelésére és szerkesztésére.
  - Felhasználók, adatok, jogosultságok és egyéb adminisztratív funkciók kezelése.
- Kapcsolatfelvételi lehetőség:
  - Kapcsolatfelvételi űrlap vagy elérhetőségi információk a felhasználók számára.
- Gyakran ismételt kérdések:
  - Gyakran ismételt kérdések és válaszok.
- Információk:
  - Adatvédelmi és felhasználási feltételek az adatbázissal kapcsolatban.
  - Fontosabb linkek, mint az impresszum, jogi információk stb.
  - Linkek az oldal használatával kapcsolatos további információkhoz.
  - Hasznos linkek.

A felhasználói elégedettség, valamint az adatok közötti könnyű és gyors navigáció kulcsfontosságú a weboldal sikeres működéséhez. Ennek biztosítása érdekében fontos, hogy a weboldal struktúráját és tervezetét az adatok és a felhasználói igények alapján alakítsuk ki.

## A DIGITÁLIS ADATBÁZIS KIALAKÍTÁSÁNAK SZEMÉLYI ÉS TÁRGYI FELTÉTELEI A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN

A 3D nyomtatási képesség Magyar Honvédség szervezetébe történő integrálását hatékonyan támogató digitális adatbázis kialakításához és üzemeltetéséhez biztosítani kell a szükséges személyi és tárgyi feltételeket, amelyeket az alábbiakban sorolunk fel:

– Személyi feltételek:

- *Rendszermérnökök és hálózati szakemberek.* Feladatuk a hardveres és a hálózati infrastruktúra üzemeltetése, továbbá a szerverek, tárolók és hálózati eszközök konfigurálása és karbantartása.
- *Adminisztrátorok.* Feladatuk az adatbázisok létrehozása, karbantartása és optimalizálása. Ismerniük kell a különböző adatbázis-kezelő rendszereket, például SQL Server, Oracle, MySQL stb.
- *Adatvédelmi, biztonsági szakemberek.* Felelősek az adatok védelméért és a jogi szabályozások betartásáért.
- *Képzés, oktatás.* A rendszer felhasználóinak megfelelő képzést kell biztosítani az adatbázis gyors és hatékony használatához és az adatok biztonságos kezeléséhez.

– Tárgyi feltételek:

- *Számítógép, szerver.* A várható felhasználói igényeknek megfelelő teljesítményű számítógépes rendszer, amelynek a teljesítményét folyamatosan monitorozni és optimalizálni kell. Szükség esetén biztosítani kell a rendszer skálázhatóságát<sup>14</sup> a növekvő adatmennyiség, felhasználó és egyéb igények kezelése érdekében.
- *Nagy sebességű internetkapcsolat.* A felhasználói igények (le- és feltöltés, keresés) zavartalan biztosításához szükséges nagy sebességű internetkapcsolat.
- *Szoftver (keretprogram) a digitális adatbázis kezelésére.* Rendszeresen frissíteni kell az adatbázis- és a szoftververziókat, valamint a biztonsági protokollokat, továbbá szükség esetén biztonsági javításokat kell alkalmazni.
- *Weboldal.* Az online elérést biztosító weboldal létrehozása, ami biztosítja az adatok rendszerezését, a felhasználói nyilvántartást és engedélyeket, továbbá a keresési és letöltési lehetőséget.
- *Megfelelő minőségű digitális fájlok.* Az adatbázist alkotó 3D nyomtatáshoz szükséges CAD- vagy nyomtatófájlok létrehozása.
- *Biztonsági másolat készítése.* Rendszeres és megbízható adatmentésre van szükség az adatvesztés elkerülése érdekében.
- *Megfelelő munkaterület.* Biztosítani kell a megfelelő munkaterületet és munkakörülményeket (hűtés, fűtés, páratartalom, légtechnika stb.) a számítógépek számára. Az adatbázisszervereknek és kapcsolódó infrastruktúrának szünetmentes áramellátással kell rendelkeznie annak érdekében, hogy áramkimaradás esetén is biztosítható legyen a folyamatos működés.
- *Biztonság és környezetvédelem.* Biztonsági intézkedéseket kell alkalmazni az illetéktelen hozzáférés, az adatlopás és egyéb biztonsági veszélyek ellen.

<sup>14</sup> Skálázhatóság: az a képesség, amellyel szükség esetén gyorsan, egyszerűen és hatékonyan lehet (vertikálisan vagy horizontálisan) növelni vagy csökkenteni egy informatikai megoldás vagy erőforrás méretét vagy kapacitását.



- *Az üzemeltetés folyamatos biztosítása.* A folyamatos működés biztosítása érdekében a rendszeres hardver- és szoftverkarbantartási feladatokat végre kell hajtani. Monitoringrendszert kell létrehozni a hibák megelőzése érdekében.
- *Szabályozási környezet.* A szükséges szabályozási környezet kialakítása a vonatkozó jogszabályok figyelembevételével.

Ezek a személyi és tárgyi feltételek együttesen biztosítják, hogy a 3D nyomtatás támogatására létrehozott digitális adatbázis zökkenőmentesen és hatékonyan működjön, az adatok folyamatosan hozzáférhetők legyenek. Az adatbázis működtetésével kapcsolatos feladatok és felelőségek változhatnak a szervezet méretétől, a felhasználók számától és az alkalmazott technológiáktól függően.

A 3D nyomtatás támogatására létrehozott digitális adatbázis tehát összességében jelentős előnyökkel járhat a Magyar Honvédség számára, mivel lehetővé teszi az adatok (CAD-fájlok, vagy 3D nyomtatófájlok) központi hatékony tárolását, kezelését és hozzáférhetőségét, egyúttal gyorsabb adathozzáférést és keresést biztosít a felhasználók számára. A digitális adatbázisok létrehozása hozzájárulhat a katonai szervezet hatékonyságának növekedéséhez, a munkafolyamatok javulásához és az erőforrások hatékonyabb felhasználásához. Nem szabad megfeledkezni ugyanakkor a digitális adatok védelméről, aminek érdekében megfelelő adatkezelési szabályokat és biztonsági intézkedéseket kell bevezetni.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A 3D nyomtatás mint additív gyártástechnológia számos területen háttérbe szorította a hagyományos gyártási eljárásokat az iparban, mivel számos előnnyel rendelkezik azokkal szemben. A gyors prototípuskészítés, az anyagmegtakarítás, a tervezési rugalmasság és a bonyolult architektúrák készítésének képessége mind hozzájárul ahhoz, hogy a gazdasági szereplők nagyobb hasznot érjenek el az alkalmazásával.

A honvédelem, azon belül a védelmi ipar is eredményesen alkalmazza azokat az innovatív, modern eljárásokat, így a 3D nyomtatást is, amelyek hozzájárulnak a korszerű, a kor követelményeinek megfelelő szervezet és haditechnika kialakításához, a biztonság növeléséhez. A modern haderő eléréséhez nemcsak a meglévő képességek fejlesztése szükséges, azokon túl olyan új képességek kialakítása és integrálása is nélkülözhetetlen, amelyek hatékonyabban biztosítják a célok elérését.

A tanulmányban felvázolt digitális adatbázis támogatást biztosít a katonai feladatokban alkalmazott 3D nyomtatási munkákhoz. Az adatbázis olyan katonai és nem katonai anyagok, alkatrészek, elemek és szerkezetek digitális (CAD) tervét tartalmazza, amelyek korábban csak beszerzés vagy gyártás útján voltak elérhetők. A felhasználók jogosultságot kapnak a folyamatosan bővülő adatbázishoz, az abban megtalálható digitális állományokhoz, amelyek nyomtatásra kész fájlok. Az adatbázisból történő letöltést követően a termék a kívánt darabszámban azonnal nyomtatható.

A 3D nyomtatást támogató digitális adatbázis Magyar Honvédségben történő kialakításához ismertettük azokat a személyi és tárgyi feltételeket, amelyek biztosítása lehetővé teszi a 3D nyomtatás hatékony és eredményes használatát a katonai feladatok végrehajtása során. A digitális adatbázis működésének folyamatos fenntartása érdekében ugyanis számos szempontot kell figyelembe venni, beleértve a hardver- és szoftveres elemeket, az adatbiztonságot, a teljesítményt, a frissítéseket és az alkalmazotti képzést.

Véleményünk szerint a digitális adatbázis létrehozása hozzájárulhat a kor követelményeinek megfelelő, önálló ellátóképeséggel rendelkező modern Magyar Honvédség kialakításához. Szerepe a jövőben várhatóan jelentősen felértékelődik.

*A 2022-2.1.1-NL-2022-00012 számú „Kooperatív Technológiák Nemzeti Laboratórium” projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási és Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a Nemzeti Laboratóriumok pályázati program finanszírozásában valósult meg.*

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat Magyarország nemzeti katonai stratégiájáról. <https://njt.hu/jogszabaly/2021-1393-30-22> (Letöltés időpontja: 2024. 05. 24.)
- Ember István – Ádám Balázs: *Kumulatív töltetházak 3D nyomtatása*. *Hadmérnök*, 17. évf. 2022/3., 35–44. DOI: <https://doi.org/10.32567/hm.2022.3.2> (Letöltés időpontja: 2024. 05. 24.)
- Ficzer Péter et al.: *Additív gyártástechnológiával előállított nagyrugalmasságú anyagok terhelhetőségének vizsgálata*. *GÉP*, 70. évf. 2019/1., 43–46. [https://www.researchgate.net/publication/333044357\\_Additiv\\_gyartastechnologiaival\\_eloallitott\\_nagyrugalmassagu\\_anyagok\\_terhelhetosegenek\\_vizsgalata](https://www.researchgate.net/publication/333044357_Additiv_gyartastechnologiaival_eloallitott_nagyrugalmassagu_anyagok_terhelhetosegenek_vizsgalata) (Letöltés időpontja: 2024. 03. 10.)
- Hegedűs Ernő – Gyarmati József: *A haditechnikai kutatás-fejlesztés helye, szerepe és sajátosságai*. *Hadmérnök*, 17. évf. 2022/2., 17–32. DOI: <https://doi.org/10.32567/hm.2022.2.2> (Letöltés időpontja: 2024. 05. 24.)
- Hegedűs Ernő et al.: *A Bayraktar drónok III. rész*. *Haditechnika*, 57. évf. 2023a/4., 33–37. DOI: <https://doi.org/10.23713/HT.57.4.07> (Letöltés időpontja: 2024. 05. 24.)
- Hegedűs Ernő et al.: *A Bayraktar drónok II. rész*. *Haditechnika*, 57. évf. 2023b/3., 33–36. DOI: <https://doi.org/10.23713/HT.57.3.06> (Letöltés időpontja: 2024. 05. 24.)
- Kállai Attila: *Térkép és tereptani alapismeretek*. HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Nonprofit Kft., Budapest, 2023, 330–392.
- Kara, Yahya et al.: *A novel method and printhead for 3D printing combined nano-/microfiber solid structures*. *Additive Manufacturing*, Vol. 61. Paper: 103315, 2023. 01. 05. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2022.103315> (Letöltés időpontja: 2024. 05. 24.)
- Szederkényi Bence et al.: *Additív gyártástechnológiával készített, folytonos szállal erősített kompozitok szimulációs elemzése*. *GÉP*, 73. évf. 2022/3–4., 82–87. <http://real.mtak.hu/id/eprint/160333> (Letöltés időpontja: 2024. 05. 25.)
- Végvári Zsolt et al.: *A 3D-s nyomtatás és katonai alkalmazásának lehetőségei I. rész*. *Haditechnika*, 56. évf. 2022/6., 56–60. DOI: <https://doi.org/10.23713/HT.56.6.09> (Letöltés időpontja: 2024. 05. 24.)
- Zentay Péter et al.: *A 3D-s nyomtatás és katonai alkalmazásának lehetőségei II. rész: 3D-s nyomtatott alkatrészek mechanikai tulajdonságai minőségjavításának lehetőségei*. *Haditechnika*, 57. évf. 2023/1., 49–55. DOI: <https://doi.org/10.23713/HT.57.1.09> (Letöltés időpontja: 2024. 05. 24.)