

**Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Bolyai János Katonai Műszaki Kar
Katonai Műszaki Doktori Iskola**

Piroska György

**A belballisztika fő feladatának numerikus megoldására
alapuló modell megalkotása porózus lőporokra**

című doktori (PhD) értekezés
szerzői ismertetője

Tudományos témavezető:

Prof. emeritus Dr. Ungvár Gyula
nyá. okl. mk. vezérőrnagy,
egyetemi tanár DSc

I. A KUTATÁSI FELADAT ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A Magyar Honvédségben, és ugyanígy világszerte a különféle hadseregekben és fegyveres erőknél végbemenő szervezeti és technikai átalakulás ellenére a csöves lőfegyverek továbbra is az alapvető fegyverzeti eszközök maradtak. A haditechnika megannyi csúcscsökkentése mellett az évszázadok óta alkalmazott lőpor jelentősége azonban nem csökken. A világ valamennyi hadseregében – a Magyar Honvédséget is beleértve – megvalósult technikai fejlesztések és szervezeti átalakulások ellenére a csöves lőfegyverek mindmáig meghatározó fontosságú eszközök maradtak. A legfrissebb szakirodalmak adatai alapján úgy tűnik, az újabb elveket hasznosítani próbáló tüzéségi és gyalogsági – pl. folyékony töltetű, elektromos lövedékgyorsítású, stb. – fegyverek belátható időn belül nem váltják fel a hagyományos működésű konstrukciókat.

Az évszázadok óta változatlan lövedékgyorsítási alapelv mellett a lőporokkal szembeni követelmények azonban jelentősen megváltoztak. A klasszikus katonai szempontok (nagyobb mechanikai teljesítmény, a fegyver kisebb hőterhelése, fokozott kémiai stabilitás, stb.) mellett megnőtt a gyártás gazdaságossági és környezetvédelmi kérdéseinek jelentősége – jóllehet a megváltozott világpolitikai helyzet nyomán erősen lecsökkent a lőpor iránti mennyiségi igény.

A lőporokkal szemben támasztott egyik legfontosabb elvárás az optimális – vagy ahhoz mindinkább közelítő – teljesítmény. A növelt teljesítményű lőpor tervezéséhez, a lőpor működésének modellezésére használható újabb módszerek mellett kiemelt jelentőséggel bír a gyártástechnológiák fejlesztése.

Elsődlegesen a rövidebb csövű gyalogsági fegyverek (pisztolyok, revolverek), a polgári (pl. sörétes) vadászfegyverek löszereinél, továbbá az ipari töltényeknél és vaklőszereknél a porózus lőporok a fajlagos teljesítménynövelés egy sajátos, új lehetőségét kínálják. Az elmúlt kb. 50 év – napjainkra különösen meggyérült – hazai, s az e tárgy körében külföldön sem bővelkedő szakirodalmát alapos áttanulmányozva nem találtam a porózus lőporok égését leíró modellt.

A fentiek figyelembevételével az alábbi tudományos célokat tűztem magam elé:

- PhD értekezésemben egy új lőpor modellezési eljárás tudományos elemzésének elvégzése.
- A *porózus* lőporok égését modellező eljárás kidolgozása.

A PhD értekezésemben kitűzött tudományos célok elérése érdekében az alábbi módszereket alkalmaztam:

- A nemzetközi és a hazai szakirodalom tanulmányozása, a kutatási témához kapcsolódó tudományos munkák elemzése;
- a lőpor égés folyamatának deduktív elemzése;
- A kutatási témához kapcsolódó önálló kutatás, azon belül modellalkotás;
- a modellel leírt folyamat kísérleti ellenőrzése;
- a kísérleti és modell eredmények összehasonlító vizsgálata;
- A kutatási területen elért részeredmények publikálása.

Irodalomkutatással feldolgoztam a lőpor égés modellezés különféle módszereit. Elvégeztem a módszerek összehasonlító elemzését. Dedukciós módszerrel meghatároztam a porózus lőporok égési sajátosságait és elkészítettem ezen lőporok égését leíró modellt és annak számítógépes programját. Számítógépes és laboratóriumi kísérleteket végeztem. Értékeltem és elemeztem ezek eredményeit. Kidolgoztam a modell alkalmazásához szükséges követelményrendszert. Javaslatot tettem a megalkotott modell alkalmazására.

II. AZ ELVÉGZETT KUTATÁS RÖVID LEÍRÁSA, AZOKBÓL LEVONT KÖVETKEZTETÉSEK

Az **első fejezetben** elemzem a lőporégés fizikai-kémiai folyamatát, a lőporok átalakulását lőpor égéstermék gázzá, valamint a fegyverben lezajló folyamatot feltáró belballisztikai modellt. Meghatározom azokat az alapvető matematikai összefüggéseket, amelyekkel leírható jó közelítéssel a kérdéses folyamat. Az elemzés során különös súlyt fektetek az égés szempontjából kritikus szakaszok vizsgálatára.

A **második fejezetben** a modell megalkotásához szükséges matematikai módszereket elemzem, és kiválasztom azokat az eljárásokat, amelyekkel kellő megbízhatósággal és pontossággal oldható meg a matematikai feladat.

A **harmadik fejezetben** foglalom össze a lőporok égését leíró matematikai – fizikai modellt. Rámutatok azokra a pontokra, ahol az általános modelltől eltér a porózus lőporok égését leíró modell.

A **negyedik fejezetben** ismertetem a modell ellenőrzésére végzett számítógépes kísérletek tapasztalatait. Bemutatom az elvégzett ballisztikai laboratóriumi vizsgálatokat, és a vizsgálati eredményeket összehasonlítom a matematikai modell eredményeivel.

III. A TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA, AJÁNLÁSOK

A Magyar Köztársaság NATO csatlakozása után a hadiipari tevékenységek új megvilágításba kerültek. Ezek egyike a lőporgyártás. Az újonnan keletkező alkalmazói igények kielégítése során új töltények, és ezekhez új lőportöltetek kifejlesztése szükséges. Értekezésem célja egy ezt elősegítő módszer tudományos kidolgozása volt.

Értekezésemben az általam kitűzött célok alapján:

Elemeztem a lőporégés fizikai-kémiai folyamatát, a lőporszemcse átalakulását lőpor égéstermék gázzá, valamint a fegyverben lezajló folyamatot feltáró belballisztikai modellt.

Meghatároztam azokat az alapvető matematikai összefüggéseket, - és azok fizikai tartalmát – amelyekkel jó közelítéssel leírható a kérdéses folyamat.

Megállapítottam, hogy az integrálható modell segítségével leírható jelenség kör számos kérdésre nem ad választ, részben azért, mert a modellalkotók sem tűzték ki ezt célul, részben azért, mert a modell megoldhatósága vagy méréssel történő ellenőrizhetősége nem megoldott.

Megalkottam egy numerikusan integrálható modellt, amely segítségével szélesebb jelenségkör leírható és válasz adható olyan fontos kérdésekre is, amelyeknek a korszerű mérőműszerekkel történő méréses ellenőrizhetősége megoldott.

Elemeztem a modellt alkotó egyenletek megoldási lehetőségeit, **megvizsgáltam** a zárt alakban történő megoldás során fellépő közelítések mértékét és elfogadhatóságát. **Vizsgáltam** a numerikus megoldásra szolgáló eljárásokat és azok alkalmazása során megoldandó feladatokat.

Megállapítottam, hogy mivel az általam alkotott modell egy nem lineáris differenciálegyenlet-rendszer. A zárt alakú megoldás nem oldható meg csak jelentős mértékű egyszerűsítések árán. A numerikus megoldás végrehajtható. A numerikus megoldásra a Runge-Kutta típusú egyenleteket célszerű felhasználni, azon belül is legalább negyedrendű módszert kell választani.

Elemeztem a porózus lőpor alkalmazásának szükségességét. Megvizsgáltam az elvi gyártási technológiákat és **indokoltam** a porózus lőpor gyártásának megvalósíthatóságát. **Elemeztem** lőporgyártás fizikai-kémiai folyamatát.

Irodalmi források alapján **elemeztem** a porózus lőpor gyártására kidolgozott technológiákat kronológiai sorrendben.

Megalkottam a porózus lőpor geometriai és belballisztikai modelljét. **Definiáltam** az effektivitás fogalmát és definíciókat adtam az effektív égőréteg, az effektív égési sebesség, az effektív sűrűség és a porozitási faktor fogalmára.

Elkészítettem a porózus lőpor modelljét megvalósító számítógépes programot.

Az elkészített matematikai modell ellenőrzése céljából **kísérletet hajtottam végre**. Az elvégzett mérések eredményeit **összehasonlítottam** a modell szolgáltatta eredményekkel.

Megállapítottam, hogy a modell segítségével a mérési eredmények reprodukálhatók lőportípusok viszonylag széles választékánál. Az általam bevezetett porozitási faktor adott lőpora felvett értékével jól leírható a lőpor égés jelensége.

Összefoglalva:

- Elvégeztem egy új lőpor modellezési eljárás tudományos elemzését.
- Kidolgoztam a **porózus** lőporszemek égését modellező eljárást, és az azt reprezentáló számítógépes programot elkészítettem.

Tudományos eredmények

1. A belballisztikai folyamat modellezésére szolgáló differenciál egyenlet rendszer felállítása.
2. A porózus lőpor belballisztikai sajátosságait tükröző geometriai modell megalkotása.
3. A porózus lőpor égésének a klasszikus modell történő modellezését lehetővé tevő „porozitási faktor” fogalmának definiálása, amely lehetővé teszi, hogy a porózus lőpora alkalmazható legyen a normál lőpor modell.
4. A „porozitási faktor” anyagjellemzők mérési adataiból történő meghatározására szolgáló módszer kidolgozása.

Ajánlások

A PhD értekezésemben megfogalmazott tények alapján javaslom:

- az általam kidolgozott lőpor modell alapján olyan tervező program elkészítését, amely lehetővé teszi a fegyverek megbízható ballisztikai előtervezését porózus lőporok alkalmazása esetén is.

- a modell alapján lőpor gyártás ellenőrző program és mérőrendszer készítése, amely lehetővé teszi a gyors és pontos beavatkozást a lőporgyártási folyamatba.

Megítélésem szerint értekezésem hozzájárul a Magyar Honvédségnél a NATO integráció keretében zajló technikai átalakítás sikeréhez. A hadiipari alkalmazások egyikénél a lőporgyártásnál az általam kidolgozott műszaki eljárások mind új termékek kifejlesztése, mind a jelenlegi termékek gyártása esetén alkalmazhatók.

Eredményeim felhasználhatók a szakterület oktatásában és alkalmazói továbbképzésekben.

Megítélésem szerint több mint 30 éves műszaki fejlesztői tapasztalatomat, a PhD képzés alatt szerzett ismereteimet sikeresen beépítettem az értekezésembbe, amely ezzel hozzájárul a hazai hadiipar szakmai fejlődéséhez.

IV. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁVAL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓIM JEGYZÉKE

Publikációk:

1. Piroska György: Páncélozott szállító harcjármű + hajóágyú = kísérő jármű, Haditechnika 1980/1
2. Tanulmány a tábori tüzérségi lövedékek lőtávolságának növelési lehetőségéről, TD05113/HTI sz., 1980
3. Piroska György: A 122 mm-es önjáró tarack, Haditechnika 1981/3
4. Tanulmány az osztályparancsnoki figyelőműszer valamint az ET-78 távmérő és a PAB-2A tüzér tájoló műszer beépíthetőségéről, TD05393/HTI sz., 1982
5. Algoritmus leírás a passzív mozgású tüzérségi lövedék mozgását meghatározó programhoz, Nyt 4709/HTI sz., 1982
6. Piroska György: Az MT-12 szovjet páncéltörő ágyú, Haditechnika 1983/2
7. Tanulmány a MN Haditechnikai Intézet kísérleti osztály méréstechnológiájának modernizálásáról, 0319/1983/HTI sz., 1983
8. Tanulmány a lőszer lőtávolságának meghatározásáról, TD006376/HTI sz., 1984
9. Ismertető az ÁRPÁD II. ballisztikai program eredményeiről, 0858/1989/HTI sz., 1989
10. Piroska György: Csöves lőfegyverek, Egyetemi jegyzet, Budapesti Műszaki Egyetem, www.manuf.bme.hu, Budapest, 1995
11. Piroska György: A lőpor geometriai méret változás hatásának sztohasztikus szimulációja a belballisztikai folyamatokban, ZMNE, 2000
12. Piroska György: A belső ballisztikai folyamatok modellezése, Haditechnika 2001/3
13. Lőpor porozitási jellemzők elemzése ballisztikai bomba mérések alapján, ZMNA Haditechnika 2002 szimpózium külökiadvány
14. Porózus éghető anyagok égéseméleti modellezésének néhány kérdése ZMNA Haditechnika 2002 szimpózium külökiadvány

15. Piroska György, Dr. Szabó Tibor: Az M139Y MOD-1 izraeli közelségi gyújtóval végrehajtott kísérleti-ellenőrző lövészet tapasztalatai, Haditechnika 2003/2 (50%)
16. Bevonatolt lőpor égéseméleti modellezésének néhány kérdése ZMNA Haditechnika 2004 szimpózium külökiadvány
17. Dr. Szabó Tibor, Dr. Erdélyi Sándor, Piroska György: Tüzérség, Haditechnikai Füzetek 2004/2 (40%)
18. Dr. Szabó Tibor, Petrovics Mihály, Piroska György: A NATO STANAG meteorológiai és ballisztikai jelentések átalakításának és számítógépes feldolgozásának lehetőségei a Magyar Honvédségben, ZMNE Tudományos Könyvtár, 2004 (20%)
19. Piroska György: Belső ballisztika, Egyetemi jegyzet, Budapesti Műszaki Egyetem, www.manuf.bme.hu, Budapest, 2004
20. Piroska György: Külső ballisztika, Egyetemi jegyzet, Budapesti Műszaki Egyetem, www.manuf.bme.hu, Budapest, 2004

Előadások:

21. The concept of ordnance equipment's development and our achievements in field during the period of Hungary's accession to NATO (Előadás, Varsó Fegyverzeti HTI 1999. Időtartam 20 perc)
22. Lőpor porozitási jellemzők elemzése ballisztikai bomba mérések alapján (Előadás, Budapest ZMNA Haditechnika 2002 szimpózium, Időtartam 20 perc)
23. Porózus éghető anyagok égéseméleti modellezésének néhány kérdése (Előadás, Budapest ZMNA Haditechnika 2002 szimpózium, Időtartam 20 perc)
24. Bevonatolt lőpor égéseméleti modellezésének néhány kérdése (Előadás, Budapest ZMNA Haditechnika 2004 szimpózium, Időtartam 20 perc)

Szabadalmak:

25. Eljárás és vezérlő berendezések tüzérségi tűzvezető rendszerek automatizálására (Szabadalom 1988, lajstrom szám: 195.715, 5%)
26. Megvezető szerkezet zárszerkezettel ellátott csőhátrasiklásos kézfegyverekhez (Szabadalom 1990, lajstrom szám: 207.156, 10%)

V. SZAKMAI, TUDOMÁNYOS ÖNÉLETRAJZ

Tanulmányaim:

A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kar Erőgépész Szak Áramlástechnikai Ágazatán 1974-ben gépészmérnöki diplomát kaptam.

Az Eötvös Lóránd Tudomány Egyetem Természettudományi Karán 1981-ben alkalmazott matematikus diplomát kaptam

A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen 1991-ben középfokú angol katonai nyelv vizsgát tettem.

A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen 1998-ban középfokú német katonai nyelv vizsgát tettem.

Munkahelyem:

1974 óta a Haditechnikai Intézetben és jogutódjában – mint közalkalmazott – kutatóként dolgozom.

Szakmai munkám:

Fő munkaterületem a kül- és belballisztikai tervezés, modellezés illetve a kísérleti ballisztika, a fegyver és lőszerfejlesztési munkán belül. Fő tevékenységem mellett tüzérségi műszerek fejlesztésével, vizsgálatával is foglalkozom.

Munkám során több rendszeresített illetve alkalmazásba vett haditechnikai eszköz fejlesztésében, vizsgálatában vettem részt többek között:

- 14,5 mm-es Bodzabél lőtéri töltény
- 82 mm-es önjáró autonóm automata aknavető
- KT-83 ISZM1 kézi lézertáv mérő és irányszög meghatározó eszköz
- ÁRPÁD tűzvezető rendszer

Résztvettem Nitrokémia Rt.-vel, a Bakony Művekkel a Mátravidéki Fémművekkel, A DIGÉP-pel, a MOM-mal közösen több fejlesztésben és vizsgálatban.

Résztvettem több külföldi tanulmányúton és konferencián, ahol több esetben felszólaltam illetve előadást tartottam.

A fejlesztési munkám során több tanulmányt készítettem és több szabadalom kidolgozó kollektívájában dolgoztam.

Oktató munkám:

1982 - 1988 között több Vietnami egyetemi hallgató szakmai gyakorlatát irányítottam.

1988- 1991 között a BME Honvédelmi Csoport képzési rendszerében a hadmérnök képzésben vettem részt óraadóként.

1997 - óta a BME Gépgyártástechnológiai Tanszék képzési rendszerében speciál kollégiumot tartok kül- és belballisztikai tárgykörében.

Egyéb tudományos tevékenységem:

Alapító tagja vagyok a Magyar Asztronautikai Társaságnak

Alapító tagja és elnöke vagyok a Magyar Ballisztikai Társaságnak.

Szakmai elismerésem:

Az ÁRPÁD tűzvezető rendszer kifejlesztésért kollektívánk ZRÍNYI DÍJ-ban részesült.

Budapest 2005. május 24.

/ Piroska György/