

CSAPATERŐDÍTÉSI ÉPÍTMÉNYEK MÉRETEZÉSE I.

THE SIZING PROCEDURE OF FORTIFICATION BUILDINGS I.

HORVÁTH Tibor

(ORCID: 0000-0003-4742-847X)

horvathtibor@uni-nke.hu

Absztrakt

A hagyományos pusztítóeszközök fejlődése a II. világháború után két fő irányban zajlott le. Az első irányzat szerint a fegyvergyárakban törekedtek új fegyverek és fegyverrendszerek létrehozására. A második irányzat alapját pedig a korábban már alkalmazott fegyverek és eszközök fejlesztése jelentette.

Ha megvizsgáljuk azokat az eszközöket, amelyekkel lehetőség van a különböző erődítési építmények pusztítására, akkor megállapíthatjuk, hogy elsősorban a különböző osztályú rakéták jöhetnek szóba, melyek általában hagyományos robbanóanyaggal vannak felszerelve.

Kulcsszavak: csapaterődítés, méretezési eljárás, behatolási mélység

Abstract

The development of traditional destruction devices in after world war two, it took place in two main directions. According to the first trend, weapons arms were set up to create new weapons and weapon systems. The second trend was based on the development of weapons and tools that had been used earlier. If we look at the tools that can be used to destroy the various fortress structures, we can conclude that missiles of different class are commonly encountered, usually with conventional explosives.

Keywords: fortification, sizing procedure, penetration depth

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2018.08.04.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2018.12.12.

BEVEZETÉS

A hagyományos pusztítóeszközök fejlődése a II. világháború után két fő irányban zajlott le. Az első irányzat szerint a fegyvergyárakban törekedtek új fegyverek és fegyverrendszerek létrehozására. A második irányzat alapját pedig a korábban már alkalmazott fegyverek és eszközök fejlesztése jelentette.

Ha megvizsgáljuk azokat az eszközöket, amelyekkel lehetőség van a különböző erődítési építmények pusztítására, akkor megállapíthatjuk, hogy elsősorban a különböző osztályú rakéták jöhetnek szóba, melyek általában hagyományos robbanóanyaggal vannak felszerelve. [1]

Számottevő változást hozott a repülőgépek harcászati-technikai jellemzőinek fejlődése, valamint ennek következtében a fedélzetükön elhelyezett gépágyúk és bombavető berendezések harci alkalmazása. A légierő fegyverzetében megjelentek új szerkezetű légibombák, többek között irányított légibombák, gépágyúk, valamint a célzás és bombavetés rendszerei. A légibombákba, valamint a gépágyúk lövedékeibe olyan robbanóanyag került alkalmazásra, amely a hagyományos trotil hatóerejét meghaladja. A hagyományos rendeltetésű légibombák aerodinamikai tulajdonságainak javítása, valamint az alacsony magasságról indítható bombák (lassított esésű bombák) és lövedékek létrehozása és alkalmazásuk lehetősége oda vezetett, hogy a hadmérnöki számítások során figyelembe kell vennünk a becsapódási sebesség és a becsapódási szög szükségszerű változását. [2]

A korszerű harci repülőgépek egyik legfontosabb jellemzője a rakéta és bombavető fegyverzet variálhatóságának tulajdonsága.

Például a McDonnell Douglas F/A-18 Hornet modernnek számító többcélú felhasználásra alkalmas repülőgép a következő felfegyverzési lehetőségeket biztosítja:

- M61A1 típusú sokcsöves, 20 mm-es gépágyú;
- Sidewinder rakéták;
- hagyományos bombák;
- atombombák;
- Maverick levegő-föld rakéták. [3]

Ilyen körülmények között jogossá válik az az igény a személyi állomány védettségét biztosító építmények méretezése során, hogy a számítások alapjául több pusztítóeszköz fajtát válasszunk ki, figyelembe véve azok különböző hatásának eseteit. Például a méretezés alapjául szolgálhat egy légibomba (tüzérségi lövedék), amely az építmény szerkezetétől meghatározott távolságra robban a talajban.

A hagyományos pusztítóeszközök fejlődésének vizsgálata során megfigyelhető még az a tendencia, hogy a pusztítóeszköz repülési sebessége a cél irányába folyamatosan növekszik. [4]

Az ellenség a berendezett állások, körletek erődítési építményei ellen különböző eszközöket vet be. Ezeket a következő fő csoportokba oszthatjuk:

- hagyományos fegyverek – lövedékek, páncélelhárító lövedékek, tüzérségi lövedékek és aknák, bombák, rakéták;
- tömegpusztító fegyverek – atomfegyver, vegyi fegyver, bakteriológiai harcanyagok;
- gyújtó fegyverek.

Az építményt szerkezetétől, jelentőségétől és elhelyezkedésétől függően egyszerre több fajta csapás is érheti. Az ellenséges csapás hatékonyságát a csapás intenzitása, az építmény elhelyezkedése, szerkezete és méretei határozzák meg. Az első felmerülő kérdés, hogy minden erődítési építményt szükséges-e az összes fegyverfajta méretezni. A harcban alkalmazott eszközök hatékonysági számítása alapján kijelenthetjük, hogy egy adott harchelyzetben egy adott elhelyezkedésű, szerkezetű, méretű erődítési építmény ellen csak korlátozott számú

fegyverfajtaát vet be az ellenség. Ahhoz, hogy képesek legyünk meghatározni a valószínűleg bevetésre kerülő eszközöket, ismerni kell az ellenség pusztító eszközeit.

A „PAKET” típusú óvóhely a védőréteg alól gyorsan kiemelhető, fémből készült, a személyi állomány védelmét biztosító erődítési építmény, valamint a vezetési pontok műszaki berendezésének kiemelten fontos eleme. [5]

A „PAKET” építmény többszöri felhasználásra van tervezve. Az óvóhely ismételt telepítése során a védőréteg levétele nélkül minimum 5 tonna teherbírású autódaruval, vagy minimum 5 tonna vonóerejű vontatógéppel a talajból gyorsan kiemelhető, illetve kihúzható.

Az erődítési építmény elemeinek méretei és tömege lehetővé teszik a mobilitást, a gyors mállházást és telepítést, valamint gépjárművön, vasúton, vízi- és légi szállítóeszközön történő szállítást.

A személyi állomány tömegpusztító fegyverek elleni kollektív védelméhez, munkájához és pihenéséhez szükséges feltételek biztosításának érdekében az óvóhely kiegészítő felszerelésekkel és belsőberendezésekkel (szűrő-szellőző berendezés, kályha, asztal, fekpád, stb.) látták el. [6]

A „PAKET” óvóhely homlokfalakkal lezárt szét- és összeszerelhető hengeres szerkezet. Az építmény váza a munkateret alkotó 2 hengeres blokkból és a ferde bejárati résszel ellátott zsilipből áll. Az építmény készletébe tartoznak a vázszerkezet, a bejárati rész fémlemei, a kiegészítő felszerelések és belső berendezések, a kiemelő drótkötelek, a tartalék alkatrészek és tartozékok.

A készlet össztömege (belső berendezés nélkül) 1700 kg. A „PAKET” készleténél használhatók a FVA-50/25 vagy FVA-100/50 szűrő-szellőző berendezés, valamint az OPP típusú tábori melegítő kályha.

A „PAKET” építmény harcászati-műszaki jellemzői:

- a váz hossza 500 cm;
- belső átmérő 185 cm;
- külső átmérő 196 cm;
- szállíthatóság 2 klt. egy tehergépkocsin;
- megépítés ideje:
 - autódaru és buldózer alkalmazásával 1,5 h;
 - buldózer alkalmazásával 2,0 h;
 - gépi eszközök hiányában 4,0 h;
- kihúzás ideje:
 - 5 t-ás autódaruval 20 min;
 - vontató és buldózer segítségével 30 min;
- telepítés (kiemelés) száma 10;
- a legnehezebb elem tömege 125 kg.

Az óvóhely talajból történő kiemelése:

Az óvóhely vázának kiemelése a védőréteg megbontása nélkül, autódaru vagy vontató segítségével történik 7 fő közreműködésével.

A kiemelés sorrendje:

1. a belső berendezések (FVA¹, VZU², OPP³, DZU⁴,) és az összeköttetést biztosító és világító eszközök kiserelése;
2. a munkatér blokkjának és az előtérnek előkészítése kiemeléshez, kihúzáshoz;
3. az óvóhely vázának talajból való kiemelése és szerkezeti elemeinek a föld felszínére, illetve tehergépkocsira történő elhelyezése.

Az óvóhely vázszerkezetének talajból való kiemelése autódaru (vontató) segítségével a következő sorrendben történik:

- először az előtér blokkját a bejárattal húzzák ki, amihez a véglap is illeszkedik;
- azután pedig a válaszfalat és a véglapokat.

Ha az óvóhely vázszerkezetének elemeit buldózer segítségével húzzák ki a talajból, akkor a kihúzás irányában a földet részlegesen ki kell ásni.

A „PAKET” óvóhely téli időszakban történő telepítésénél (felállításánál) a felső elemeket és a hengeres vázat kátránypapírral kell befedni, ezáltal az elemeket borító védőréteg nem fagy a földmhez.

Az óvóhely vázának kiemelése a borító talajréteg 30 cm-es fagyáshatárig a hagyományos módszerekkel történik. A védőréteg 30 cm-nél nagyobb fagyáshatárnál 5 db felszínre helyezett 5 kg-os robbanótöltetekkel kell szétrombolni. [7]

AZ ÓVÓHELY SZILÁRDSÁGTANI MÉRETEZÉSÉHEZ SZÜKSÉGES KIINDULÓ ADATOK MEGHATÁROZÁSA

A zárt csapaterődítési építmények méretezése a hagyományos és az atomfegyver összetett hatásaira történik.

A méretezés általában követett sorrendje a következő:

1. A védőréteg méretezése a hagyományos fegyver hatására;
2. A sugárzásgyengülés ellenőrzése a számított védőréteg alkalmazásával;
3. Az építmény teherhordó szerkezetének méretezése lökőhullámra.

A csapaterődítési építmények méretezésének célja, hogy meghatározzuk az építmény teherhordó részeinek gazdaságos méreteit, melyek biztosítják az építmény meghatározott védőképességét és megfelelnek az építmény használatával szemben támasztott követelményeknek az adott pusztítóeszköz figyelembevételével. A számításoknál abból indulunk ki, hogy a pusztító eszköz által okozott rongálódások nem lehetnek nagyobbak a különböző normatívákban megszabottaknál. Az építmények méretezésénél megkülönböztetjük a hagyományos fegyvereknek az építményre gyakorolt helyi és általános hatásait. A helyi hatás alatt a lövedék közvetlen közelében, az anyagban bekövetkező változásokat, deformációkat értjük (ütési tölcsér, robbanási tölcsér, átütés, az anyag szétrepedése, leválási tölcsér). Az általános hatás alatt a lövedéknek az egész építményre, illetve egy-egy teljes elemre gyakorolt hatását értjük.

Általában a helyi hatásra méretezzük a védőréteget és az általános hatásra a teherhordó szerkezetet. [8]

¹ FVA= Filtro-Ventilacionnaja Usztanovka (orosz nyelv) Szűrő-szellőző berendezés. (szerző fordítása)

² VZU= Vozduha Zasztnoe Usztrojsztvo (orosz nyelv) Léglökésgátló szelep. (szerző fordítása)

³ OPP= Otopityelnaja Pecs Polevaja (orosz nyelv) Tábori kályha. (szerző fordítása)

⁴ DZU= Dimo Zasztnoe Usztrojsztvo (orosz nyelv) Füstcső léglökésgátló szelep. (szerző fordítása)

A LÉGIBOMBA ÉS TÜZÉRSÉGI LÖVEDÉK HATÁSAINAK SZÁMÍTÁSA. BEHATOLÁSI MÉLYSÉGEK VALAMINT A ROMBOLÁSI SUGÁR MEGHATÁROZÁSA

Amikor a légibomba (tüzérségi lövedék) becsapódik egy nagy vastagságú akadályba, akkor a mozgási energiáját az anyag ellenállóképességének leküzdésére használja fel, miközben valamilyen mélységig behatol.

A behatolási mélység meghatározása a „Berezányi” képlet alapján történik.

$$h_{np} = K_{np} \cdot \lambda \cdot \frac{P}{d^2} \cdot V \cdot \cos\alpha \quad [9] \quad (1)$$

ahol:

- h_{np} — a légibomba, illetve tüzérségi lőszer behatolási mélysége [m];
- λ — constans, függ a mértékadó fegyver (lőszer, légibomba) fejrészének alakjától. $\lambda=1,3$ betonromboló lőszer esetén, valamint légibomba esetén, ha az a talajba hatol be. Egyéb esetekben $\lambda = 1$;
- K_{np} — constans, függ az anyagok behatolási ellenállásától, (lásd 1. táblázat);
- P — a tüzérségi lövedék (légibomba) tömege [kg];
- d — a tüzérségi lövedék (légibomba) átmérője [m];
- V — a becsapódó tüzérségi lövedék (légibomba) végsebessége [m/s];
- α — a becsapódási szög, illetve a becsapódó lövedék tengelye és a találkozási pontban a felszínre állított merőleges közti szög.

Sor.	Anyag megnevezése	K_{np}
1.	Frissen visszatermelt talaj	0,0000130
2.	Közepes sűrűségű agyag, köves talaj	0,0000070
3.	Nedves homok	0,0000065
4.	Kemény termőtalaj	0,0000065
5.	Zsíros agyag	0,0000060
6.	Homokos agyag	0,0000050
7.	Homokkő, lösz	0,0000045
8.	Fagyott talaj	0,0000045
9.	Köves talaj	0,0000040
10.	Gránit	0,0000016
11.	Beton	0,0000010
12.	Erődítési vasbeton	0,0000007

1. táblázat K_{np} — constans, értékei [9]

A légibombák esetében a becsapódási sebességet (végsebességet) a következő képlet alapján határozzuk meg.

$$V = \sqrt{20H} - \frac{H}{100} \quad [m/s] \quad [2] \quad (2)$$

ahol:

- H — a légibomba kioldási magassága [m]

A tüzérségi lövedék becsapódási szögének értékét általában $\alpha = 50^\circ - 60^\circ$ között vesszük fel. A légibombák esetében $\alpha = 75^\circ$, ha a bombavetés vízszintes repüléssel történik.

Az ágyú típusa és űrmérete	A lőszer, akna típusa	A lőszer tömege [kg]	A töltet tömege [kg]	A lőszer hossza [m]	Becsapódási sebesség [m/s]	Becsapódási szög [°]	A lőszer falvastagsága [cm]
105-mm tarack	Romboló	15	2,2	0,48	300	60	0,7
	Kumulatív	13,3	1,35	0,5	260	60	-
105-mm ágyú	Páncéltörő	17,7	0,36	0,3	800	0	1,2
	Űrméret alatti	15,2	-	-	1000	0	-
155-mm tarack	Romboló	43	6,86	0,7	310	55	0,8
	Betonromboló	43,5	3,9	0,7	310	55	1,2
155-mm ágyú	Betonromboló	45,4	0,67	0,6	600	0	2,4
203-mm tarack	Romboló	91	16,7	0,9	300	55	1,3
	Betonromboló	100	9	0,9	300	55	1,8
203-mm ágyú	Romboló	109	9,5	1	400	0/35	1,5
240-mm tarack	Romboló	163	24	1,08	300	55	1,6
	Betonromboló	168	16,8	1,08	300	55	-
180-mm tarack	Romboló	280	60	1,3	300	55	-
81-mm aknavető	Repszhatású	3,12	0,56	0,35	160	75	-
	Romboló	4,82	1,95	0,4	200	75	-
105-mm aknavető	Romboló	12	3	0,45	200	80	-
155-mm aknavető	Romboló	26	10	0,67	200	80	-
250-mm aknavető	Romboló	108	45	1,08	200	80	-

2. táblázat Néhány tüzérségi lövedék főbb adatai [9]

A mértékadó pusztítóeszköz (tüzérségi lövedék, légibomba) behatolási mélységének meghatározása után a felrobbanása következtében kialakuló rombolási sugár meghatározása szükséges. (lásd 2. táblázat)

A rombolási sugár meghatározása a következő képlet alapján történik.

$$r = m \cdot K_p \cdot \sqrt[3]{C} \quad [7] \quad (3)$$

ahol:

- r — a rombolási sugár, melyet a töltet középpontjától mérünk. $[m]$;
- C — a töltet tömege $[kg]$;
- K_p — constans, függ a különböző anyagok ellenállóképességétől a robbanás következtében (lásd 3. táblázat);

Sor.	Anyag megnevezése	K_p
1.	Frissen visszatermelt talaj	0,85
2.	Természetes termőtalaj	0,65
3.	Tömör homok, természetes nedvességtartalommal	0,63
4.	Homokkő	0,62
5.	Agyag	0,60
6.	Köves talaj	0,58
7.	Mészkö	0,56
8.	Gránit	0,53
9.	Fenyő, tölgy, bükk fák	0,36
10.	Tégla fal habarcs kötéssel	0,60
11.	Kötésben rakott kőfal	0,58
12.	Kőfal habarcs kötéssel	0,55
13.	Beton	0,39
14.	Vasbeton	0,30
15.	Erődítési vasbeton	0,24

3. táblázat K_p — constans, értékei [9]

- m — constans, függ az akadályba történő behatolás mélységétől, (un. fojtási tényező, lásd 4. táblázat);

Sor.	Fojtás mértéke $\frac{h}{r}$	m
1.	1	1,65
2.	1	1,53
3.	0,75	1,44
4.	0,50	1,41
5.	0,25	1,35
6.	0	1,31
7.	0	1,11
8.	0	1,00

4. táblázat m — constans, értékei [9]

ahol:

- h – a töltet maximális behatolási mélysége;
- r – rombolási sugár.

a) *Légibomba*: 500 fontos romboló típusú (lásd 5. táblázat)

Tömeg: 250 kg;
 Töltet tömege: 126 kg;
 Légibomba hossza: 1,20 / 1,50 m;
 Légibomba átmérője: 0,36 m;
 Légibomba falvastagsága: 0,70 cm.

A légibomba, illetve a reaktív töltet típusa és ürmérete	Tömeg [kg]	Töltet tömege [kg]	Légibomba hossza [m]	Légibomba átmérője [m]	Légibomba falvastagsága [cm]
100 fontos romboló	46	23	0,70/0,95	0,21	0,55
250 fontos romboló	120	60	0,95/1,20	0,28	-
500 fontos páncéltörő	225	66	1,20/1,50	0,3	0,92
500 fontos romboló	250	126	1,20/1,50	0,36	0,7
1000 fontos páncéltörő	450	143	1,37/1,77	0,38	1,2
1000 fontos romboló	490	200	1,47/1,74	0,46	0,8
2000 fontos páncéltörő	925	252	1,74/2,25	0,48	1,3
2000 fontos romboló	980	516	1,82/2,36	0,59	0,9
Repsz-romboló egycsőű indítóállvány	17	2	-	0,114	-
152-mm romboló vegyi töltettel	25	9	-	0,152	-
203-mm romboló	62	26	-	0,203	-
280-mm romboló	116	58	-	0,28	-

5. táblázat Néhány légibomba és töltet fontosabb adatai [9]

b) *Tüzérségi eszköz*: 155 mm-es ágyú romboló lőszer

Tömeg: 43,00 kg;
 Töltet tömege: 6,86 kg;
 A lőszer hossza: 0,70 m;
 Becsapódási sebesség: 310 m / s;
 Becsapódási szög: 55°;
 A lőszer falvastagsága: 0,8 cm.

c) Atom eszköz: 100 Kt ("LANCE" XMGM - 52 rakéta);

A behatolási mélység és rombolási sugár meghatározása

a) Légibomba esetében

P = 250 kg C = 126 kg λ = 1,3 légibomba esetében
 l = 1,50 m α = 0° m = 1,65
 d = 0,36 m

$$V = \sqrt{20H} - \frac{H}{100} \text{ [m/s]} \quad (4)$$

$$V = \sqrt{20 \times 7000} - \frac{7000}{100} \text{ [m/s]}$$

$$V = 304,2 \text{ [m/s]}$$

Réteg	Megnevezés	Vastagság	K _{np}	K _p
I.	Talaj feltöltés	3,0 m	1,3 x 10 ⁻⁵	0,85
II.	Köves agyag, lösz	1,9 m	4,5 x 10 ⁻⁶	0,62

6. táblázat Talaj rétegződés és azok paraméterei a 250 kg-os légibomba esetében (saját szerkesztés)

A behatolási mélység meghatározása

$$h_{np} = K_{np} \cdot \lambda \cdot \frac{P}{d^2} \cdot V \cdot \cos \alpha \text{ [m]} \quad (5)$$

$$h_{np} = 1,3 \cdot 10^{-5} \cdot 1,3 \cdot \frac{250}{0,36^2} \cdot 304,2 \cdot \cos 0^\circ \text{ [m]}$$

$$h_{np} = 9,92 \text{ [m]}$$

Rombolási sugár meghatározása:

$$r = m \cdot K_p \cdot \sqrt[3]{C} \text{ [m]} \quad (6)$$

$$r = 1,65 \cdot 0,85 \cdot \sqrt[3]{126} \text{ [m]}$$

$$r = 7,0 \text{ [m]}$$

A minimális védőréteg meghatározása:

$$H > h_{np} + 1,2 r - \mu \quad (7)$$

$$\mu = \frac{l}{3} = \frac{1,50}{3}$$

$$H > 9,92 + 1,2 \cdot 7,0 - \frac{1,50}{3}$$

$$H > 17,82 \text{ m}$$

Feltétel $H \geq 2h_{np}$ nem teljesül.

Tehát, ha az 500 fontos romboló légibomba az építménytől legalább 19,84 m távolságra hatol be és robban fel, akkor a létesítmény nem szenved károsodást!

b) A 155 mm-es tüzérségi eszköz esetében

$$P = 43,0 \text{ kg} \quad C = 6,86 \text{ kg} \quad \lambda = 1,0 \text{ romboló töltet esetében}$$

$$l = 0,70 \text{ m} \quad \alpha = 55^\circ \quad m = 1,65$$

$$d = 0,155 \text{ m} \quad V = 340 \text{ m/s}$$

Réteg	Megnevezés	Vastagság	K_{np}	K_p
I.	Talaj feltöltés	3,0 m	$1,3 \cdot 10^{-5}$	0,85
II.	Köves agyag, lösz	1,9 m	$4,5 \cdot 10^{-6}$	0,62

7. táblázat Talaj rétegződés és azok paraméterei a 155 mm-es tüzérségi eszköz esetében (saját szerkesztés)

A behatolási mélység meghatározása

$$h_{np} = K_{np} \cdot \lambda \cdot \frac{P}{d^2} \cdot V \cdot \cos \alpha \quad [m] \quad (8)$$

$$h_{np} = 1,3 \cdot 10^{-5} \cdot 1,0 \cdot \frac{43,0}{0,155^2} \cdot 340 \cdot \cos 55^\circ \quad [m]$$

$$h_{np} = 4,53 \quad [m]$$

Rombolási sugár meghatározása:

$$r = m \cdot K_p \cdot \sqrt[3]{C} \quad [m] \quad (9)$$

$$r = 1,65 \cdot 0,85 \cdot \sqrt[3]{6,86} \quad [m]$$

$$r = 7,0 \quad [m]$$

A minimális védőréteg meghatározása:

$$H > h_{np} + 1,2 r - \mu \quad (10)$$

$$\mu = \frac{l}{3} = \frac{0,70}{3}$$

$$H > 4,53 + 1,2 \cdot 7,0 - \frac{0,70}{3}$$

$$H > 12,69 \text{ m}$$

Feltétel $H \geq 2h_{np}$ teljesül.

Tehát, ha a 155 mm-es romboló tüzérségi lövedék az építménytől legalább 12,69 m távolságra hatol be és robban fel, akkor a létesítmény nem szenved károsodást!

Az atomrobbanás által keltett lökőhullám hatása

100 Kt ("LANCE" XMGM - 52 rakéta)

$$q = 100 \text{ Kt} \quad R = 500 \text{ m} \quad H = 500 \text{ m}$$

ahol:

- q – az atomtöltet trotil egyenértékű mennyisége;
- R – az atomrobbanás epicentrumától lévő távolság;

– H – az atomrobbanás magassága.

$$\Delta P_{\Phi} = 3,9 \cdot \sqrt{\frac{q}{R^3}} \quad (11)$$

ahol: ΔP_{Φ} – a léglökő hullám frontban mért értéke.

csak akkor, ha $\frac{q}{R^3} \leq 1,2$

$$\frac{100000000}{500^3} = 0,8 < 1,2$$

$$R_1 = \sqrt{R^2 + H^2} \quad (12)$$

$$R_1 = \sqrt{500^2 + 500^2}$$

$$R_1 = 707 \text{ m}$$

$$\Delta P_{\Phi} = 3,9 \cdot \sqrt{\frac{10^8}{707^3}}$$

$$\Delta P_{\Phi} = 2,07 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

A lökőhullám akadályba ütközésekor a visszaverődő hullám nyomása

$$\Delta P_{\Phi} = 2,07 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{otp}}^1 = 8 \cdot \Delta P_{\Phi}^2 + 14 \cdot \Delta P_{\Phi} / \Delta P_{\Phi} + 7$$

$$\Delta P_{\text{otp}}^1 = 8 \cdot 2,07^2 + 14 \cdot 2,07 / 2,07 + 7$$

$$\Delta P_{\text{otp}}^1 = 7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Áthatoló sugárzás számvetése

$$R = 450 \text{ m}$$

$$q = 20 \text{ Kt}$$

$$q_1 = 100 \text{ Kt}$$

$$D_{\text{oy}} = (3,4 \cdot 10^{10} / R^2) \cdot e^{-R/308}$$

$$e^{-R/308} = 1 / 4,32$$

$$D_{\text{oy}} = (3,4 \cdot 10^{10} / 450^2 \cdot 4,32) = 3,9 \cdot 10^4 \text{ Röntgen}$$

$$D_{\text{oy}}^1 = (100 \text{ Kt} / 20) \cdot 39000 = 3,9 \cdot 10^5 \text{ Röntgen}$$

KÖVETKEZTETÉSEK

A fentiekben ismertetett számítási eljárás alkalmazásával elvégezhető mind az erődítés hatékonyságának, mind az objektumok (létesítmények) megmaradási valószínűségének prognosztizálása.

A számítás eredménye természetesen a kiinduló adatok pontosságától, megbízhatóságától függ. Ezért különösen fontos ezen adatok gondos előkészítése.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] HORVÁTH T. *Temet KFT. óvóhelyi filozófiája* Műszaki Katonai Közlöny 16:(1-4) pp. 181-185. Budapest, (2006)
- [2] HORVÁTH T. *Különféle fegyverek, fegyverrendszerek átütőképessége, értékelés erődítési szempontok alapján II.:* METRO mint polgári védelmi létesítmény Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények 2:(2-3) pp. 214-218. Budapest, (1998)
- [3] A. LIGHTBODY–J. POYER–D. KOLE : *A világ harci repülőgépei*, Victoria kft. 1992.
- [4] A. I. LILIN–O. M. GYEKTJÁR: *A csapaterődítési építmények méretezése a hagyományos fegyverek hatásaira.* Kujbisev Katonai Műszaki Akadémia, ZMKA. 56/0932. sz. 1975. (oroszl nyelven)

- [5] HORVÁTH T., WANCZEL G.: *Csapterődítés*, Kossuth Lajos Katonai Főiskola, Szentendre (1995) 44 p.
- [6] HORVÁTH T.: *Во́йсковые фортификационные сооружения для пунктов управления*. Hadmérnök XIII : 3 pp. 114-123. Budapest, (2018)
- [7] *Jelentés a „Könnyített óvóhely raj állománya részére” témában végrehajtott elemző munkáról*, Témaszám: 88-3002. Budapest, (1988) 31-117. p.
- [8] HORVÁTH T.: *A védőképesség növelésének lehetőségei az erődítés-álcázás területén*. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, (2000). 126 p.
- [9] Sz. A. ANANICS, P. K. BUZNIK, A. I. SZUHAREV: *Fortifikácia, ucsebnik dlja voenno-inzsenernih ucsilis*, Moszkva, 273. p.
- [10] *Erődítési utasítás, Mű/20*. Honvédelmi Minisztérium kiadványa. Budapest, 1963.