

ANALIZA POLOŽAJA PIROTEHNIČARA PRI RAZMINIRANJU I POVEĆANJE NJEGOVE BEZBEDNOSTI*

UDC: 623.365 : 623.445

Rezime:

Pri eksploziji mine generiše se snažan udarni talas praćen razletanjem metalne i druge parčadi i intenzivnim bleskom. Međutim, snaga udarnog talasa rapidno se smanjuje sa smanjenjem rastojanja. Takođe, efekti eksplozije mina mogu prouzrokovati veliki broj povreda, od amputacija i sakaćenja do spoljnih povreda glave i tela. Malim korekcijama u odnosu na rastojanje i orijentaciju u odnosu na minu, zajedno sa efikasnom zaštitnom opremom, smanjuje se mogućnost potencijalnih povreda pirotehničara.

Ključne reči: mina, eksplozija, pirotehničar, bezbednost, povreda, zaštitna oprema.

ENHANCING DEMINER SAFETY THROUGH CONSIDERATION OF HIS POSITION

Summary:

When a mine detonates, a blast wave is generated, along with an impulsive burst of fragments, and an intense fire flash. However, the strength of the blast wave emanating from the mine decreases rapidly with standoff distance. The effects of a detonating mine can lead to a wide range of injuries, from amputations and lacerations to internal injuries in the head and torso. By making small adjustments in standoff distance and orientation when facing a mine, in conjunction with using effective protective equipment, injury potential can be reduced.

Key words: mine, explosion, deminer, safety, injury, protective equipment.

Uvod

Prethodna istraživanja [1–4] imala su za cilj kvantifikaciju potencijalnih opasnosti od mina i identifikaciju osnovnih principa i parametara projektovanja efikasne zaštitne opreme. U njima je pokazano da efekti koji nisu uzimani u obzir u scenariju razminiranja, uključujući kontuzije i unutrašnje povrede grudnog

koša, imaju izuzetan značaj. Međutim, istraživanja su pokazala da upotreba pravilno projektovanih i proizvedenih kaciga (šlemova) i druge zaštitne opreme, može u velikoj meri zaštititi pirotehničara od tih opasnosti. Ispitivanja se nastavljaju nesmanjenim intenzitetom, pokazujući da i male korekcije položaja pirotehničara pri razminiranju mogu drastično da smanje verovatnoću ili surovost povreda u slučaju akcidentalne eksplozije.

* Rad je saopšten na stručnom skupu TOC KoV „Ispitivanje kvaliteta sredstava NVO“, 18. novembra 2003. u Beogradu.

U ovom radu prikazani su neki od rezultata eksperimenata u kojima su korišćene antropomorfne lutke postavljene u različite klečeće položaje, tipične za pirotehničare pri razminiranju, koje su direktno izložene detonaciji mina. Za merenje brzine udarnog talasa i njegovog dejstva prema glavi i grudnom košu, kao i za dejstvo natpritisaka na uši, korišćeni su davači i merna oprema. U eksperimentima su korišćene nezaštićene i lutke sa određenom zaštitnom opremom. Merna oprema bila je ugrađena u lutke, a dobijeni podaci upoređivani su sa raspoloživim podacima o realnim povredama.

Eksperimenti

U istraživanjima su korišćene usavršene lutke, koje reprezentuju oko 50% američke muške populacije (visina 1,75 m i masa 75 kg). One se, takođe, koriste i u automobilske industriji. Radi dobijanja reproduktivnih i sistematskih podataka za potpunu evaluaciju, bitno je konzistentno kontrolisati položaj lutaka. Da bi se to ostvarilo, projektovana je i izrađena modernizovana aparatura za pozicioniranje (slika 1). Aparatura je potpuno prilagođena i sa mogućnošću diskretnih pomeranja lutaka koje su postavljane u sve tipične pozicije za pirotehničara – uključujući klečanje, stajanje, saginjanje, ležanje.

Iako je osnovni motiv ovih istraživanja da se istraži efekat malih korekcija u pozicijama pri kojima se dešavaju povrede, sva ispitivanja izvršena su na lutkama u klečećem položaju u odnosu na minu. Međutim, razmatrano je nekoliko klečećih položaja sa malim korekcijama. Položaj koji je korišćen kao osnova za



a)



b)

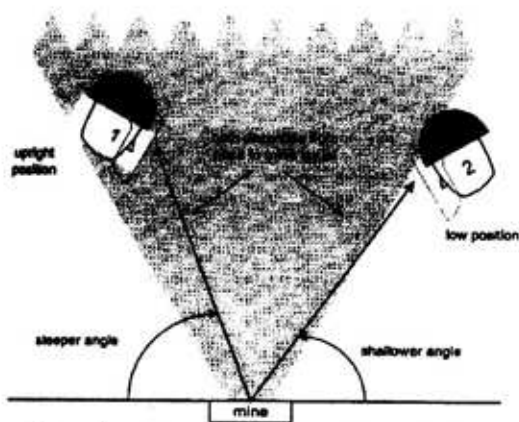


c)

*Sl. 1 – Različiti klečeći položaji
a) uspravan položaj sa rastojanjem glava-mina 0,80 m, b) rastojanje glava-mina 0,70 m (levo) i 0,90 m, c) sagnuti klečeći položaj sa rastojanjem glava-mina 0,70 m*

poređenje sa drugim varijacijama postavljanja lutaka, je uspravan klečeći položaj, sa rastojanjem glava-mina od 0,80 m (slika 1a). Da bi se istražio efekat promene rastojanja, ispitivanja su izvršena sa lutkama na rastojanjima 0,70 m i 0,90 m (slika 1b). Da bi se istražio efekat orijentacije, lutke su postavljene u niskoklečeći položaj sa rastojanjem glava-mina od

0,70 m (slika 1c). Ako se uporede slike 1a i 1c, može se videti da su glave lutaka na slici 1c pomerene unazad i na manjoj visini u odnosu na tlo nego na slici 1a. Razlika između ta dva položaja može se analizirati u tzv. polarnim koordinatama, koje definišu položaj lutaka preko radialnog rastojanja i ugla. Tako, dok lutke na slikama 1a i 1c imaju slična radialna rastojanja glava-mina (0,80 m na slici 1a i 0,70 m na slici 1c), ugao koji formira linija koja se proteže od glave do mine na zemlji (horizontala) znatno je manji na slici 1a nego na slici 1c. Razlog zbog koga je takav niskoklečeći položaj analiziran na slici 1c uslovljen je efektom detonacije mine. Kada mina eksplodira, zbog toga što je ukopana u zemlju, većina opasnosti generiše se na obodu konusa oko mine, zbog toga što zemlja fokusira udarni talas i fragmentaciju. To ukazuje na mnogo veću opasnost od one koja je usmerena prema centru konusa: povećanje dinamičkog pritiska, veća brzina i gustina parčadi, veći nivo natpritiska, intenzivnije zagrevanje, itd.



Sl. 2 – Šematski prikaz različite orijentacije glave prema mini (obe glave su na istom rastojanju od mine, ali pod različitim uglovima u odnosu na zemlju)

Za dalju elaboraciju uticaja orijentacije lutaka (ili pirotehničara) na verovatnoću povrede, prikazana je slika 2. Na toj šemi glave dve lutke (pirotehničara) pozicionirane su na istom radialnom rastojanju od mine ukopane u zemlju. Međutim, pirotehničar „1“ (levo) pozicioniran je pod većim uglom, dok je pirotehničar „2“ (desno) pozicioniran pod manjim uglom. Da bi se istakle konsekvence malih korekcija orijentacije, konusna površina opasnosti iznad mine koja detonira šematski je prikazana kao zasenčena trouglasta površina (oblik i veličina konusne površine samo su ilustrativne i nisu bazirani na preciznim merenjima ili analizama).

Konusna površina je simetrična oko mine i, kao posledica toga, može se usvojiti da je pirotehničar „1“ bliži centru te površine, dok je pirotehničar „2“ samo parcijalno obuhvaćen površinom (ili regionom) povećane opasnosti. Prema tome, za očekivati je da pirotehničar „1“ bude više izložen efektima dejstva mine nego pirotehničar „2“, čak i kada je rastojanje glava-mina identično.

Na slici 3 prikazan je rezultat detonacije simulirane mine. Ovaj snimak (frame) ultrabrzne video-kamere omogućava da se konstatuje kako postoji veći nivo opasnosti iznad mine koja detonira nego sa strana.

Simulirane mine su ekskluzivno korišćene u ovim istraživanjima, jer su u uslovima striktno međunarodne kontrole proliferacije, čuvanja u zalihama i transfera (prometa) mina, realne mine teško dostupne. Simulirane mine sadrže plastični eksploziv uliven u plastično kućište i ukopane su na dubinu od 1 cm ispred lutke. Simulirane su tri količine eksploziva (50,



Sl. 3 – Detonacija mine koja ukazuje na konusno polje povećane opasnosti iznad mine

100 i 200 g C4), kao reprezentivi širokog dijapazona protivpešadijskih mina. Uslovi zemljišta podrazumevali su pesak bez velikog kamenja–šljunka.

Senzor pritiska postavljen je u uho lutke da bi merio prenos natpritiska udarnog talasa, a troosni akcelerometarski izvod postavljeni su na glavu i grudi lutaka kako bi se obezbedilo proračunavanje rezultantne brzine udarnog talasa.

Kada su vršena ispitivanja na lutkama sa zaštitnom opremom, tada su korišćeni posebni sistemi za obezbeđenje zaštite tela, nogu i ruku, a na glavi lutaka bila je laka pirotehnička kaciga (šlem). Moguće je kombinovati i ostale delove zaštitne opreme, kao npr. zaštitni vizir integrisan sa zaštitnim pločama na grudnom košu, što obezbeđuje zaštitu od efekata detonacije mine i sprečava dejstvo udarnog talasa iza vizira.

Rezultati i diskusija

Kada je glava čoveka izložena neočekivanom i snažnom opterećenju, kao što je ono koje se generiše detonacijom mine (ili drugog eksplozivnog sredstva),

dijapazon povreda može se kretati od malih do fatalnih. U većini akcidenata pirotehničara, povrede tela (tkiva) i oštećenja ekstremiteta obično privlače najveću pažnju. Efekti udarom indukovane povrede su takve prirode da mogu prouzrokovati fatalan ishod. Međutim, važno je da se opasnost kvantifikuje i procenjuje, kao i da se shvati koje mere se mogu preduzeti radi smanjenja nivoa rizika.

Uticao rastojanja na lutku bez zaštitne opreme jasno se uočava sa naglim povećanjem brzine udarnog talasa. Međutim, ako se upotrebi efikasna kaciga (šlem), dejstvo udarnog talasa se smanjuje. U stvari, pravilno projektovana i proizvedena kaciga obezbeđuje i do 80% manji efekat u odnosu na slučaj kada se ne primenjuje zaštita. To smanjenje efekta udarnog talasa uzrokovano je zbog nekoliko faktora: integrisane zaštitne ploče na grudnom košu i vizira, vizir i kaciga projektovani su sa aerodinamičnim profilom u odnosu na nezaštićenu glavu i smanjena je brzina prenosa energije do glave prouzrokovana deflekcijom sabijenih komponenti kacige (apsorberi energije u oblogama – slojevima kacige, deflektor vizira).

Da bi se povezala merenja pomeranja glave u odnosu na povrede ljudi, razvijen je poznati HIC (Head Injury Criterion) kriterijum povrede glave, sa krivama verovatnoće povređivanja [5, 6]. Tim kriterijumom, povrede glave ispitnih lutaka konvertovane su u funkcije verovatnih povreda. Skala AIS (Abbreviated Injury Scale), koja definiše nivo povrede, data je u tabeli.

Efekat smanjenja rastojanja na potencijalnu povredu je očigledan. Kada nema zaštite, detonacija 100 g eksploziva

Skala AIS povreda

AIS stepen nanesenih povreda	AIS povrede ljudi	Opis povrede
0	nema	nema povrede
1	glavobolja, vrtoglavica	mala
2	nesvestica < 1 sat	srednja
3	nesvestica 1–6 sati	ozbiljna
4	nesvestica 6–24 sata	opasna
5	nesvestica > 24 sata	kritična
6	nemogućnost održavanja u životu	fatalna

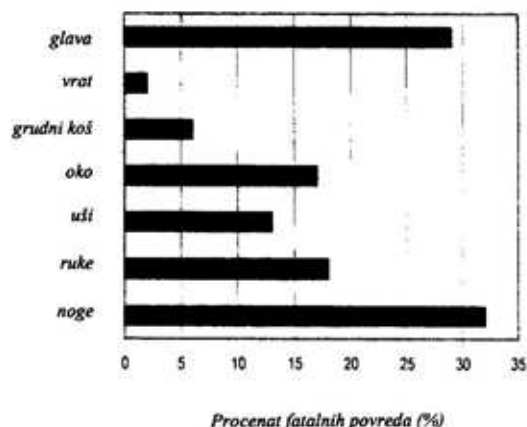
C4, pri rastojanju glava–mina od 0,90 m, ne dovodi do kontuzija i postoji verovatnoća od 62% da će se desiti stepen nanesenih povreda AIS0. Ali, kada se rastojanje smanji samo za 10 cm, do 0,80 m, postoji verovatnoća od 60% da će se desiti povrede malog (AIS1) ili srednjeg (AIS2) stepena. Ako bi se rastojanje smanjilo dalje do 0,70 m, nezaštićeni pirotehničar može doživeti povrede za koje se pretpostavlja da će biti fatalne (100% verovatnoća AIS6).

Vrste povreda koje su registrovane u mnogobrojnim incidentima pirotehničara, sumirane su u izveštaju Landmine iz 2000. godine (slika 4). Fatalne povrede uključuju povrede glave i grudnog koša, udarno oštećenje pluća, udarnu i multisistemsku traumu. Povrede od dejstva udarnog talasa mogu, takođe, uključivati i oštećenje sluha, opekotine i traumu čitavog tela.

Takođe, vrlo je važan pravilan izbor i upotreba kacige (šlema) u prevenciji povreda. Na rastojanjima od 0,90 m i 0,80 m, nošenje kacige obezbeđuje verovatnoću od 100% da neće biti povrede, ali na rastojanju od 0,70 m, verovatnoća da neće biti povreda smanjuje se na 90%.

Sa povećanjem količine eksploziva na 200 g povećava se i stepen nanesenih povreda u odnosu na količinu 100 g. Kada je nezaštićeni pirotehničar izložen dejstvu efekata detonacije 200 g eksploziva, postoji verovatnoća od 100% da će se desiti fatalne povrede pri rastojanjima glava–mina od 0,70 m i 0,80 m. Ali, povećanjem rastojanja na 0,90 m, smanjuje se potencijal povreda i sa verovatnoćom od 0% može se konstatovati da će biti letalnih povreda (AIS6), a sa verovatnoćom od 70% da će biti kombinovanih povreda – srednjih (AIS2) do malih (AIS1).

S druge strane, upotreba kacige na rastojanju glava–mina od 0,80 m obezbeđuje verovatnoću od 51% da se neće desiti povrede (AIS0) i verovatnoću od 31% da će se desiti male povrede (AIS1). Smanjenje tog rastojanja za samo 10 cm, na 0,70 m, značajno povećava verovatnoću potencijalne povrede – 40% da će se desiti srednje (AIS2) i 31% da će se desiti ozbiljne povrede. Suprotno, povećanje rastojanja glava–mina od samo 10 cm, do 0,90 m, generiše verovatnoću od 97% da neće biti kontuzija tipa AIS0. Promena rastojanja glava–mina ima veliki značaj na



Sl. 4 – Povrede od dejstva mina u akcidentima pri razminiranju

pojavu potencijalnih povreda, a upotrebom kacige postiže se još veća zaštita.

Razlog zbog kojeg su očigledne velike promene izmerenih veličina pomeranja glave i potencijalnih povreda sa promenom rastojanja, oslikava se u konstataciji da se snaga udarnog talasa rapidno smanjuje sa povećanjem rastojanja od mine (kada eksplozivno punjenje detonira i udarni talas se prostire unaokolo, snaga talasa se smanjuje po inverznoj kubnoj funkciji rastojanja glava–mina (R), tj. $1/R^3$). To, očigledno, pokazuje da male korekcije rastojanja mogu dovesti do velikih razlika u snazi udara, prema tome i izmerenih veličina (npr. pritiska ili brzine). Međutim, najvažnije je što će se, uporedo sa relativnim povećanjem rastojanja od 0,10 m u tri položaja, glave lutaka verovatno pomeriti van konusnog regiona opasnosti od mine.

Posledice izbegavanja regiona povećane opasnosti prikazane su u stvarnim ispitivanjima udara. Mereno je pomeranje glave lutaka koje su postavljene u uspravan klečeći položaj (pod velikim uglom) i niskoklečeći položaj (mali ugao).

Primena kriterijuma HIC pokazuje da nivo očekivanih povreda može znatno da se poveća finim korekcijama orijentacije lutke-pirotehničara. Pokazano je da je pomeranje glave u uspravnom klečećem položaju bilo mnogo veće i da će verovatnije uzrokovati povrede nego u merenjima u niskoklečećem položaju. Na primer, u niskoklečećem položaju 200 g eksploziva, detoniranog na rastojanju od 0,70 m, generiše verovatnoću fatalne povrede od 1,7% za nezaštićenu lutku. Ali, u uspravnom klečećem položaju, 200 g eksploziva generiše 100%-tnu verovatnoću fatalne povrede na rastojanju većem od 0,80 m. Slične razlike u stepenu po-

vredivanja mogu se zapaziti i kod količina od 50 i 100 g eksploziva.

Nije iznenađenje da je natpritisak koji deluje na uši uzrokovan usvojenim položajem lutke (pirotehničara). Uho je deo tela koji je najosetljiviji na povredu udarnim natpritisakom, a prag perforacije bubne opne je pri pritisku 0,35 bar. Natpritisak od 1 bar će dovesti do perforacije bubne opne u 50% slučajeva, dok će verovatnoća perforacije bubne opne pri natpritisaku od 2 bar biti 95%. Perforacija bubne opne nije obavezno permanentna povreda, i u većini slučajeva može se izlečiti korektnim medicinskim tretmanom (ili prirodnim putem). Oštećenje unutrašnjeg uha, koje redovno rezultuje nekim drugim stepenom permanentnog ili nepovratnog gubitka sluha, generalno se primećuje pri natpritisaku većem od 1 bar, ali to nije jasno kvantifikovano. Perforacija bubne opne i gubitak sluha nisu povrede opasne po život, ali mogu biti duga vremenska smetnja sa potencijalnim socijalnim posledicama.

Na nezaštićenim lutkama u tri različita položaja i sa rastojanjima od 0,70 m, 0,80 m i 0,90 m, kada su izložene dejstvu eksplozije 100 g i 200 g eksploziva, sa povećanjem rastojanja glava–mina maksimalni izmereni natpritisak se smanjivao, što ne iznenađuje, jer je poznato da se natpritisak udarnog talasa rapidno smanjuje sa rastojanjem.

Međutim, kada su lutke bile opremljene zaštitnom opremom (laka kaciga), natpritisak, što je iznenađenje, nije se povećavao sa smanjenjem rastojanja. U stvari, trend je suprotan (izmereni maksimalni pritisak na lutkama sa kacigom uvek je bio znatno manji nego u slučaju nezaštićene glave), što pokazuje prednosti primene efikasne zaštitne opreme. Kada su lutke postavljene na različitim rastojanjima od eksplozivnog punjenja, ne

menja se samo rastojanje, nego i ugao pod kojim su torzo i glava u odnosu na minu. Sa promenom ugla pod kojim je glava – i vizir – menjaju se i nivoi zaštite uha. Kada se uporede izmerene vrednosti natpritisaka prema pragu povreda, očigledno je da je verovatnoća perforacije bubne opne vrlo visoka, čak i kada se primeni odgovarajuća zaštitna oprema. Tada može biti korisno (i svrsishodno) da pirotehničari, kad god je to moguće, koriste neku vrstu dodatne zaštite (npr. antifoni) za prevenciju oštećenja unutrašnjeg uha.

U grudnom košu, unutrašnji organi, krvni sudovi i tkiva mogu se povrediti ako grudni koš pretrpi preterani nivo dejstva udarnog talasa. Prag povreda za veliko pomeranje grudog koša je generalno prihvaćen da bude 60 g u toku 3 ms (ta vrednost bazirana je na podacima dobijenim u automobilske industriji, koja ne proučava tako kratke pojave kao što je udarno dejstvo, i rezultati možda i nisu pogodni za izloženost udaru).

Ispitivanja dejstva udarnog talasa vršena su sa maksimalnim pomeranjem grudnog koša lutaka, kada su postavljene u uspravnom klečećem položaju (veliki ugao) i u niskoklečećem položaju (mali ugao). Iz rezultata dobijenih merenjima očigledno je da su nivoi izmereni sa upotrebom zaštitnog kompleta bili niži u odnosu na one sa nezaštićenim lutkama. Smanjenje maksimalnog pomeranja uslovljeno je kombinacijom krutih i mekih materijala na mestu grudnog koša, koja je obezbedila smanjenje dejstva udarnog talasa i apsorbovala deo udarnog opterećenja. To je, naravno, smanjilo i količinu energije koja se predaje torzu.

Kroz dodatne serije ispitivanja, izvršene na prototipu lake pirotehničke kacige (šlema) sa davačem u viziru, pokazano je da rastojanje može uticati na vero-

vatnoću proboja preko zaštitnog vizira i sistema za zaštitu lica. U tim ispitivanjima sa vizirima debljine 4,4 mm i 5,0 mm (iako je uobičajena debljina vizira instaliranog na laku pirotehničku kacigu 5,7 mm) konstatovan je određeni broj proboja kroz vizire dok su lutke bile postavljene u klečećim položajima, sa rastojanjem glava–mina 0,70 m i 0,80 m. Mine (50, 100 i 200 g C4) su bile ukopane u zemlju koja sadrži kamenje i šljunak – kako bi se ostvario efekat povećane opasnosti od fragmentacije. Ovde treba naglasiti da, u tim istim ispitivanjima, upotreba vizira debljine 5,7 mm dopušta daleko manje proboja nego oni debljine 4,4 mm i 5,5 mm – za faktor veći od osam, što ukazuje na važnost veće debljine vizira.

Kada mina detonira, gustina parčadi (tj. broj parčadi po jedinici površine) smanjuje se sa rastojanjem od mine, a sa povećanjem rastojanja smanjuje se energija parčadi. Saglasno tome, za očekivati je manje fragmentacionih proboja vizira sa povećanjem rastojanja. Kada se sabere broj proboja primećenih tokom serija ispitivanja, uzimajući u obzir sve tri količine eksploziva i obe debljine vizira, očigledna je direktna zavisnost od rastojanja. S obzirom na rastojanje 0,80 m, prosečan broj proboja na vizirima po jednom ispitivanju dejstva udara bio je 1,12, a taj broj skoro je dupliran na 2,20 proboja po ispitivanju, kada su lutke bile postavljene na bližem rastojanju od 0,70 cm.

Zaključak

U ispitivanjima sažeto prikazanim u odnosu na samo neke parametre koji mogu povećati bezbednost pirotehničara, nameće se zaključak da rastojanje i pravilna orijentacija pirotehničara prema mini može u znatnoj meri smanjiti štetne

efekte i pojavu ozbiljnih povreda. Iako je poznato da se snaga udarnog talasa smanjuje sa povećanjem rastojanja od mine, upotreba zaštitne opreme itekako je efikasna u prevenciji povreda glave, ekstremiteta i grudnog koša.

Prikazane su samo neke sekvence obimnih ispitivanja u pogledu korekcije položaja pirotehničara (u ovom slučaju lutaka). Vršena je evaluacija nivoa udarom indukovanih pomeranja glave i grudnog koša, natpritisaka koji deluje na uši i fragmentacionih proboja vizira male debljine. Merenjem tih efekata konzistentno je pokazano da je, radi sprečavanja procenjenih nivoa povreda, najbolje povećati rastojanje i usvojiti takav položaj koji podrazumeva manji ugao u odnosu na minu i zemljište. Na primer, u merenju natpritisaka koji deluje na uho nezaštićene lutke izložene detonaciji 200 g eksploziva C4, nivoi su povećani za 70% kada je rastojanje smanjeno sa 0,90 m na 0,70 m. Kada se uporede niskoklečeći i uspravan klečeći položaj, očigledno je da nivoi povreda grudog koša mogu biti manji, ako se usvoji niskoklečeći položaj.

Možda je od najvećeg interesa usvajanje HIC kriterijuma za merenje veličine pomeranja glave, u kome je pokazano da povećanje rastojanja i primena niskoklečećeg položaja može sprečiti fatalne ishode povreda glave.

Značajno smanjenje u izmerenim efektima udarnog talasa ostvareno je primenom malih podešavanja položaja i orijentacije. To je doprinelo da se kombinovanim efektima rapidno smanji snaga udara sa povećanjem rastojanja, i fokusiraju efekti okolnog zemljišta koje ima

detonacija mine, kreirajući konusni region povećane opasnosti. Usvajanjem određene orijentacije tela, koja omogućava da se taj konusni region izbegne i pirotehničar izloži manjem nivou udarnog talasa, moguće je smanjiti efekat udarnog talasa na pirotehničara i ograničiti potencijalne povrede.

Međutim, ono što je u svakoj situaciji kada se radi sa minama najznačajnije – radi prevencije povreda najefikasniji način za smanjenje efekata dejstva mine i prevencije povreda je korišćenje efikasne zaštitne opreme razvijene na ispravnim principima projektovanja i proizvedene po uhodanoj tehnologiji. Ta oprema mora se primeniti u odnosu na opasnost koja se očekuje, bilo u poslovima razminiranja, bilo u akcidentalnim situacijama.

Literatura:

- [1] Makris, A.; Nerenberg, J. P., Dionne, Bass, C. R.; Chichester, C.: Reduction of Blast-Induced Head Acceleration in the Field of Anti-Personnel Mine Clearance, IRCOBI Conference, Marseilles, France, 2000.
- [2] Nerenberg, J.; Makris, A.; Dionne, J. P.: Design, Development, and Evaluation of the HDE Demining Ensemble and Accessories, Final Report, Med-Eng Systems Inc., 2001.
- [3] Makris, A.; Nerenberg, J.; James, R.; Chichester, C.: Evaluation of Personal Protective Ensembles for Humanitarian Demining, UXO/Countermine Forum, Anaheim, California, 2000.
- [4] Nerenberg, J.; Islam, S.; Makris, A.; Dionne, J. P.: Comparative Study of Different Lightweight Head Protection Systems with Full-Face Visors for Humanitarian Deminers, Journal of Mine Action, James Madison University, Vol. 1, 2000.
- [5] Versace, J.: A Review of the Severity Index, Proceedings of the 15th Stapp Car Crash Conference, 1971.
- [6] Prasad, P.; Mertz, H. J.: The position of the United States Delegates to the ISO Working group 6 on the Use of HIC in the Automotive Environment, Society of Automobile Engineers, Warrendale, 1985.
- [7] Bass, C. R.: Development of a Procedure for Evaluating Demining Protective Equipment, Journal of Mine Action, James Madison University, Vol. 4, 2000.