

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Kristijan Podbevšek

Taktična uporaba osiromašenega urana v strelivu

Diplomsko delo

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Kristijan Podbevšek
Mentor: Doc. dr. Uroš Svete

Taktična uporaba osiromašenega urana v strelivu

Diplomsko delo

Ljubljana, 2012

Multas gratias vobis ago!

Taktična uporaba osiromašenega urana v strelivu

Osiromašeni uran je material, ki nastaja pri procesu bogatitve urana v namen pridobivanja jedrske energije ali jedrskega orožja. Njegove lastnosti so hitro prepoznali v vojaški industriji. Zaradi visoke gostote in trdote, nizkega tališča, sposobnosti samo ostrenja ob zadetku in piroforičnosti je idealen za uporabo v strelivu in oklepu. Njegove balistične lastnosti so kljub majhni razliki v gostoti v primerjavi z volframom superiorne. Prvič so ga na bojišču obsežno uporabili zavezniki v zalivski vojni leta 1991, za tem pa v vseh večjih bojnih operacijah zveze NATO. Kljub temu da je na bojišču postalo strelivo z DU nepogrešljivo, pa obstajajo indikacije, da ima uporaba DU tudi temno stran. Za posledice, ki jih ima DU na ljudi in okolje še dolgo po končanem konfliktu ne obstajajo trdni dokazi, jih je pa dovolj, da se poraja dvom o smiselnosti uporabe DU v strelivu, kot tudi o njegovi pravni podlagi.

Ključne besede: osiromašeni uran, DU, strelivo, izstrelak, balistika.

Tactical use of depleted Uranium ammunition

Depleted uranium is a material produced in the process of enriching uranium for the purposes of use in nuclear reactors and in the manufacture of nuclear weapons. Its physical properties were quickly recognized in the military industry. Due to its high density and relative toughness, low melting point, ability to self-sharpen and its pyrophoric nature it is ideal for use in munitions and armor. Its ballistic properties, despite small difference in density compared to tungsten, are far superior. It was first extensively used in the Gulf war in 1991 by allied forces and has been used subsequently in all major NATO combat operations. Despite becoming indispensable on the battlefield, there are some indications that use of DU ammunition also has a considerable downside. There is no strong evidence to suggest that use of DU has ill effects on humans and the environment long after the conflict is over, but it is enough to raise doubts about the viability of the use of DU in munitions as well as its legal basis.

Key words: depleted uranium, DU, ammunition, projectile, ballistics.

Kazalo

1	Seznam kratic	6
2	Uvod	7
3	Metodološki okvir	7
3.1	<i>Cilj in namen naloge</i>	7
3.2	<i>Raziskovalno vprašanje</i>	8
3.3	<i>Uporabljene metode</i>	8
4	Specifikacija osiromašenega urana	9
4.1	<i>Pridobivanje, proizvodnja in lastnosti</i>	9
4.2	<i>Shranjevanje osiromašenega urana</i>	11
4.3	<i>Svetovne zaloge in projekcija prihodnosti</i>	11
5	Zgodovinski vidik razvoja uporabe v strelivu	12
6	Uporaba v strelivu	13
6.1	<i>Definicija streliva</i>	13
6.2	<i>Aplikacija osiromašenega urana</i>	14
6.3	<i>Osiromašeni uran v APFSDS strelivu</i>	15
6.4	<i>Osiromašeni uran v API strelivu</i>	16
7	Prednosti taktične uporabe	16
7.1	<i>Balistične lastnosti</i>	16
8	Primeri uporabe na bojišču	19
8.1	<i>Irak 1991: Najzanesljivejši material na iraškem bojišču</i>	19
8.2	<i>BiH 1994-95: Z osiromašenim uranom nad srbske cilje</i>	21
8.3	<i>Kosovo 1999: Preizkušeni naboji spet v uporabi</i>	21
9	Pravni vidiki uporabe	22
9.1	<i>Mednarodno pravo</i>	22
9.2	<i>Zahteve po moratoriju na vojaško uporabo</i>	25
10	Medicinsko varstveni vidik uporabe	26
10.1	<i>Ocena tveganja</i>	26
11	Zaključek in ugotovitve	29
12	Literatura	31

1 Seznam kratic

APFSDS	Prebojni podkalibrski izstrelek stabiliziran s krilci (<i>angl. armor piercing fin stabilized discarding sabot</i>)
APDS	Prebojni podkalibrski izstrelek (<i>angl. armor piercing discarding sabot</i>)
API	Prebojno zažigalno strelivo (<i>angl. armor piercing incendiary</i>)
BiH	Bosna in Hercegovina
DoD	Ministrstvo za obrambo ZDA (<i>angl. Department of Defense</i>)
DU	Osiromašeni uran (<i>angl. depleted uranium</i>)
DUF6	Uranov heksafluorid
GPS	Sistem globalnega določanja lege (<i>angl. global positioning system</i>)
HEI	Visoko eksplozivni zažigalni izstrelki (<i>angl. high explosive incendiary</i>)
IAEA	Mednarodna agencija za jedrsko energijo (<i>angl. International atomic energy agency</i>)
JDAM	Bomba vodena z GPS sistemom (<i>angl. joint direct attack munition</i>)
NRC	Jedrsko regulacijska komisija ZDA (<i>angl. National regulatory commission</i>)
RHA	Valjani homogeni oklep (<i>angl. rolled homogenic armor</i>)
VB	Velika Britanija
U-238	Izotop urana 238
U-235	Izotop urana 235
U-234	Izotop urana 234
ZDA	Združene države Amerike
ZN	Organizacija združenih narodov

2 Uvod

Uran, kovina, ki je znana predvsem po uporabi v namene proizvodnje jedrske energije in izdelave jedrskega orožja, je v sredini zadnjega stoletja prejšnjega tisočletja dobila nov namen. Pri procesu bogatitve urana, z namenom uporabe v zgoraj omenjene namene, ostajajo velike količine materiala, znanega pod imenom osiromašeni uran. Ta je zaradi svojih fizikalnih lastnosti hitro dobil svoje mesto v vojaški industriji. Tam ga uporabljajo predvsem kot penetratorje v strelivu, saj zaradi svoje trdnosti in gostote s pomočjo kinetične energije prebija oklep bolje kot drugi materiali.

Na bojišču včasih odločajo malenkosti, od katerih je lahko odvisen potek celotne bitke. Tudi majhne prednosti se lahko ob primerni aplikaciji izkažejo za ključne v doseganju ciljev. Zaradi svojih lastnosti je uporaba osiromašenega urana v strelivu, na videz majhna, a izredno pomembna sprememba v evoluciji izstrelkov. Prednost, ki jo v taktičnih situacijah s pridom izkoriščajo vsi poveljniki, saj uporaba osiromašenega urana pomeni daljši doseg in večjo prebojnost.

V različnih konfliktih se je pokazalo, da je uporaba osiromašenega urana v strelivu s taktičnega vidika več kot dobrodošla. Vendar se pojavljajo indikacije, da uporaba ne vpliva samo na trenutno izvajanje nalog v boju, temveč tudi na okolje in človeka po končanju konflikta. V nalogi bom med drugim tudi preučeval na kakšen način uporaba osiromašenega urana vpliva na zdravje ljudi ter kako dolgo po uporabi streliva ostaja morebitna grožnja zdravju prisotna.

Zaradi radioloških in toksičnih lastnosti urana bi pričakovali, da je njegova uporaba v orožju prepovedana popolnoma ali vsaj delno omejena. Sam pa bom preučil pravni vidik uporabe osiromašenega urana v strelivu ter kako je le ta omejena.

3 Metodološki okvir

3.1 Cilj in namen naloge

V diplomskem delu bom razčlenil nekatera dejstva o tem kako osiromašeni uran vpliva na razvoj streliva ter zakaj se ga, kot superioren material, uporablja z namenom pridobivanja

taktične prednosti pred nasprotnikom. Namen naloge je prav tako opozoriti na nekatere pomanjkljivosti uporabe te vrste streliva in ugotoviti ali le-te odtehtajo prednosti na bojišču.

3.2 Raziskovalno vprašanje

Ali je, ne glede na morebitne dokaze o škodljivosti osiromašenega urana, smiselno vztrajati pri uporabi v strelivu, glede na to, da nam aplikacija tega materiala v strelivu nudi veliko taktično premoč nad nasprotnikom?

3.3 Uporabljene metode

Pri izdelavi diplomskega dela bom uporabil sledeče metode: metoda zbiranja virov, analiza primarnih virov s podrobnejšo analizo dokumentov, analiza sekundarnih virov, člankov v revijah, na spletu ter knjig, analiza pravnih aktov, deskriptivna metoda in študija primera ter metoda interpretacije. Pri zbiranju virov bom pozoren na relevantnost in kompetentnost avtorjev, poizkusil bom uporabiti čim več primarnih virov, ki se nanašajo na obravnavano tematiko ter jih analiziral sam, prav tako pa se bom zatekal k analizi sekundarnih virov, ki jih bom iskal med knjigami, članki in na spletu. Med primarnimi viri me zanimajo predvsem mednarodne pogodbe, ki se nanašajo na uporabo osiromašenega urana in na njeno morebitno prepoved. Z metodo študije primera bom predstavil uporabo urana v strelivu na treh primerih, in sicer Iraka, BiH in Kosova. Deskriptivna metoda in metoda interpretacije virov bosta ključni metodi pri prikazovanju bistvenih ugotovitev in opisovanju analiziranih podatkov v zvezi s taktično uporabo osiromašenega urana v strelivu.

4 Specifikacija osiromašenega urana

4.1 Pridobivanje, proizvodnja in lastnosti

Leta 1789 je nemški kemik Martin Klaproth odkril takrat še neznano kovino, ki jo je poimenoval po planetu Uranu. Uran je zelo gosta kovina, s kemičnim simbolom U in vrstnim številom 92, ki nam pove število elektronov v elektronski ovojnici atoma ali število protonov v jedru, hkrati pa predstavlja zaporedno število elementa v periodnem sistemu. Uran se tali pri temperaturi 1132 °C, na zraku in v vodi pa zelo hitro oksidira (Jedrsko gorivo 2011).

V različnih mineralnih oblikah uran najdemo pod zemeljsko skorjo, in sicer v povprečni koncentraciji 2 g/tono, kar pomeni da najdemo le 2 grama urana na eno tono izkopanega materiala. Uraninit in karnotit sta glavni rudi kjer ga najdemo, pojavlja se pa tudi v zlatih, bakrovih in fosfatnih rudah. Prav tako ga najdemo tudi v morju (Jedrsko gorivo 2011).

Naštel bom tudi nekaj drugih lastnosti urana zaradi katerih je prepoznan kot material za izdelavo jedrskega orožja in se izredno veliko uporablja tudi v druge namene, prav tako pa bom zajel tudi njegove genotoksične lastnosti, zaradi katerih ga številni označujejo ko izredno nevarnega (Williams 2008, 1):

- **Velika gostota**; uran ima gostoto 19g/cm³. Ta je podobna volframu in zlatu, 1,7 krat gostejša od svinca in kar 2,4 krat od jekla. Uporaba urana lahko poveča kinetično energijo izstrelka, ter tako omogoči večji preboj oklepa tankov in bunkerjev.
- **Visoka trdota**; uran je v zlitinah kot so titan, niobij ali kobalt izredno trden. V takšni obliki se ga lahko uporabi kot zaščitni oklep, prebojni izstrelek ali bojne glave za prebijanje bunkerjev.
- **Nizko tališče**; pri 1132 °C je kar dva krat nižje kot pri volframu, kar uran naredi ugoden za izstrelke z eksplozivom usmerjenega delovanja.
- **Piroforičnost**; uran gori v zraku. Temperature pri eksploziji dosežejo tudi 5000 °C, zelo veliko v primerjavi s fosforjem (900 °C), napalmom (1300 °C) ali termitom (2500 °C).

- **Ultra fina razpršitev**; uran izgori v črn prah ali aerosol sestavljen pretežno iz netopljivih oksidov. Zaradi izredne drobnosti delcev se kontaminacija hitro in široko razširi, tudi s pomočjo vetra, vozil in ostalih dejavnikov.
- **Strupenost**; uranov prah je toksičen. Lahko povzroči težke poškodbe kože in draži pljuča ter lahko poškoduje ledvice. Visoka doza lahko povzroči odpoved ledvic v nekaj dneh.

Naravni uran, ki je ekstrakt iz uranovih rud, se s procesom bogatenja pretvori v obogateni uran, ki se uporablja za pridobivanje jedrske energije ali jedrskega orožja, osiromašeni uran pa je stranski produkt tega procesa. Naravni uran sestavljajo trije izotopi, U-238, U-235 in U-234. Izotopa U-238 je 99,28 %, U-235 0,71 % ter U-234 le 0,0058 % glede na maso. Izotopi elementa imajo načeloma enake kemične in fizikalne lastnosti, saj je tudi število protonov v njihovih atomih, v primeru urana 92, enako. Razlikujejo se le v številu nevtronov na atom, prav ta lastnost pa daje izotopom urana različne radiološke lastnosti. Vsi izotopi urana so radioaktivni, vsak izmed njih pa ima svojevrsten način oddajanja ionizirajočega sevanja v obliki alfa, beta, gama sevanja ali kombinacije le teh. Alfa in beta sevanje sestavljajo drobni delci, med tem ko je gama sevanje sestavljeno iz fotonov energije, ki je podobno sevanju rentgenskih žarkov, le da jih oddaja jedro atoma (Rostker 2000).

Pri osiromašenem uranu se odstotki mase izotopov razlikujejo od odstotkov mase pri naravnem uranu. Po procesu bogatenja urana, katerega cilj je povečati odstotek U-235 izotopa, ki je odgovoren za jedrsko fisijo, se vsebnost le tega poveča iz 0,71 % na 2 % - 94 % glede na maso. Stranski produkt, potem ko je obogateni uran odstranjen, ima zmanjšani masi U-234 in U-235 in ga imenujemo osiromašeni uran. Vsebnost izotopov v le tem je: 99,8 % U-238, 0,2 % U-235 in 0,001 % U-234 glede na maso. Takšna oblika urana je glede na naravni uran precej manj radioaktivna, specifična aktivnost urana v naravnem uranu je 25,4 Bq/ mg, medtem ko je v osiromašenem 14,8 Bq/mg (International atomic energy agency 2011).

Osiromašeni uran ima gostoto 18,95 g/cm³, kar je v primerjavi z jeklom, katerega gostota je 7,8 g/cm³, skoraj dva in pol krat več. Zaradi te lastnosti je postal izredno zanimiv v vojaški industriji. 86,7 % sevanja predstavlja alfa sevanje, katerega delci ne prebijejo kože. Beta in gama sevanje pa z razdaljo zelo hitro izgubi moč (Cochran 2003).

Pri procesu bogatenja urana, za namen pridobivanja jedrske energije, za vsak kilogram obogatene urana pridobimo tudi 8 kg (v povprečju) osiromašenega urana, kar pomeni da je več kot tri četrtine vsega urana, ki je bil namenjen poganjanju jedrskih reaktorjev, sedaj v obliki osiromašenega urana. Ta se pa nabira v velikih količinah (United States Nuclear regulatory Commission 2011).

4.2 Shranjevanje osiromašenega urana

Jedrska regulacijska komisija ZDA oziroma NRC definira osiromašeni uran kot uran z odstotkom mase izotopa U-235 manjšim od 0,711 (United States Nuclear regulatory Commission 2011).

Takšen uran je primarno shranjen v obratih za bogatenje urana v obliki uranovega heksafluorida ali DUF₆, kemijski obliki, ki je potrebna za proces bogatenja, ni pa optimalna za dolgoročno shranjevanje. Ta osiromašeni uranov heksafluorid ali DUF₆ je največkrat shranjen v 14 tonskih cilindrih v bližini obratov za predelavo. Osiromašen uran ali DU se lahko proda v komercialne namene za protiuteži na letalih, za vojaško uporabo, zaščito pred sevanji in podobno. Prav tako se DU lahko shranjuje na komercialnih odlagališčih, če le ta izpolnjujejo določene kriterije (United States Nuclear regulatory Commission 2011).

4.3 Svetovne zaloge in projekcija prihodnosti

DU se lahko ponovno uporabi za poganjanje jedrskih reaktorjev le v primeru, da gre ponovno skozi proces bogatenja, ali pa se ga pomeša z drugimi elementi, ki imajo fisiske lastnosti. Konec leta 1995 je bilo ocenjeno, da se na svetu nahaja približno 1,1 milijona ton DU. Če predpostavimo, da je povprečna vsebnost U-235 v DU 0,3 % mase, potem bi ta zaloga pri ponovni obogatitvi lahko nadomestila 294.000 ton naravnega urana. Seveda je to le teoretični izračun, saj obrati na zahodu, torej ZDA in Evropi delujejo pod pogodbami, po katerih ne morejo oziroma se jim ne izplača ponavljati procesa bogatenja urana oz. osiromašenega urana. Ruski obrati naj bi imeli določen odstotek obratov, kjer bi lahko ponovno procesirali DU, vendar se trenutno obdelava prav tako ne splača, saj je cena naravnega urana relativno nizka. Projekcija za leto 2050 sicer kaže, da se bodo zaloge DU zmanjšale na 365.000 ton, verjetno pa se bo tudi ekonomičnost ponovnega bogatenja povečala, saj se bo dostopnost naravnega urana zmanjšala kar bo dvignilo ceno (International atomic energy agency 2001).

Danes DU poseduje vsaj 15-17 držav, med katerimi so ZDA, Velika Britanija, Francija, Izrael, Egipt, Rusija, Južna Koreja, Tajvan in druge. Velike proizvajalke orožja, kot so ZDA, Kitajska in Rusija, bodo zlahka postale glavne dobaviteljice DU streliva ostalim večjim vojaškim silam v bližnji prihodnosti (Pesic 2002).

5 Zgodovinski vidik razvoja uporabe v strelivu

V poznih petdesetih letih prejšnjega stoletja je bil primarni material za projekte, ki prebijajo oklep s kinetično energijo, volframov karbid, material, ki ga danes uporabljajo za izdelavo kirurških nožev. Ko je ta material prvič prišel v uporabo, se je takoj pokazala velika prednost pred do tedaj uporabljanim visoko ogljičnim jeklom. Gostota volframovega karbida, 13 g/cm³, je zagotavljala premoč nad takratnim oklepom. Šele s pojavom dvo- ali tro- plastnega oklepa v 1960-ih je izstreljek iz tega materiala pokazal tendence razpadanja, preden je prebil skozi vse sloje oklepa. Ta pomanjkljivost je prisilila v razvoj novih zlitin in materialov, ki so sposobni nevtralizirati kateri koli obstoječi oklep oziroma grožnjo (Depleted uranium history 2011).

Kot odgovor na novo nastalo potrebo po večji prebojnosti, ki je nastala z razvojem oklepa, je britanska Vlada razvila novo zlitino volframa. Le ta je imela gostoto 17 g/cm³ in vsebovala 93 % te kovine. Istočasno je kopenska vojska ZDA, od leta 1965 do 1972, vodila program v katerem so razvijali tankovsko granato kalibra 152 mm imenovano XM578, ki je vsebovala konico iz zlitine 97,5 % volframa in gostoto 18,5 g/cm³. Medtem ko so skozi leta razvijali strelivo, kot je XM735 in XM774, za takrat glavni bojni tank M-60 Patton in njegov glavni top kalibra 105 mm, je vojska preiskovala uporabnost osiromašenega urana oziroma DU. V podjetju Picatinny so inženirji poizkušali izboljšati lastnosti DU, v katerem so, kot izredno trdnemu materialu, videli potencial za izdelavo konic 105 mm granate M774. V sodelovanju z Bettelle Pacific Northwest laboratoriji ameriškega Ministrstva za energijo so razvili postopek pridobivanja izredno trde zlitine DU in titana, imenovane U₃/4Ti (Depleted uranium history 2011).

Naslednji korak v evoluciji je bil projektil M833. Ker je šlo za podkalibrski izstreljek je bila zmanjšana tudi teža, zato je lahko potoval z večjo hitrostjo. To je pomenilo tudi večjo prebojnost. Zelo učinkoviti izstreljek je potem, ko je oklep postal še bolj sofisticiran, bil zamenjan z izstrelkom M900, ki je v uporabi še danes. Skozi leta so zlitino volframa dolgo

uporabljali iz dveh razlogov. DU je bil v fazi razvoja, nekonsistenčnost zlitin, zaradi zapletenega procesa pa je bila stalen problem. Drugi razlog je nejasna slika pri testiranju izstrelkov na starih sovjetskih tankih, ki niso pokazala očitne prednosti DU izstrelkov pred ostalimi, takrat v uporabi (Depleted uranium history 2011).

V 1970-ih se že jasno kaže premoč najnovejše generacije oklepa nad volframovimi izstrelki, zato se je pozornost preusmerila na DU, istočasno pa testi ameriškega letalstva in vojne mornarice kažejo očitno premoč v prebojnosti pri DU izstrelkih kalibra 20 mm, 25 mm in 30 mm. ZDA prvič v boju uporabijo DU strelivo leta 1991 v zalivski vojni, kjer je bilo izstreljeno 290.300 kg DU projektilov. Leta 1994 in 1995 je bilo v Bosni in Hercegovini izstreljeno okoli 10.000 nabojev kalibra 30 mm na dvanajstih lokacijah. Na Kosovu leta 1999 pa 31.000, kar predstavlja približno 10,2 toni DU, sicer na 85-ih različnih lokacijah (Depleted uranium history 2011).

6 Uporaba v strelivu

6.1 Definicija streliva

Strelivo si lahko predstavljamo zelo različno, lahko imamo v mislih pištolski naboj, ali pa tankovsko granato. Definicija streliva, ki jo je podal prof. Žabkar v knjigi Pehotni oborožitveni sistemi, pa se glasi takole:

Strelivo ali municija (angl. ammunition) je skupno ime za vsa bojna energetska sredstva, namenjena za delovanje na cilje z izstrelki z namenom, da se jih s kinetično energijo samega izstrelka ali pa z njo in razstrelivom v izstrelku ter drobci izstrelka (razpršenimi ob eksploziji izstrelka pri udaru v cilj) uniči, da se jim zmanjša učinkovitost ali pa jih zaustavi oziroma onesposobi za nadaljnje normalno delovanje. Osnovni izvršni del streliva so vedno izstrelki (angl. projectiles), ki se jih izstreli ali lansira iz orožij s smodniškimi polnitvami ali raketnimi motorji (Žabkar 2007, 367).

Za nadaljnje razumevanje bom podal še dve definiciji, in sicer definicijo standardnega naboja in prebojnega podkalibrskega naboja. Obe definiciji prav tako najdemo v knjigi Pehotni oborožitveni sistemi (Žabkar 2007, 367):

- **Standardni naboj:** »Standardni naboj ima popolnoma oplaščen izstrelek z jedrom iz težke kovine (običajno iz svinca), plašč izstrelka («srajca») pa je iz bakra ali zlitine mehkih kovin; izstrelki te vrste se zato dobro prilegajo v cevi, namenjeni pa so za boj proti živi sili.«

- **Prebojni podkalibrski naboj:** »Prebojni podkalibrski naboj ima izstrelek z jedrom iz trde zlitine, ki je vloženo v plastični ovoj; ovoj razpade po izstopu izstrelka iz cevi, tako da trdo jedro dobi zelo visoko hitrost, ki mu zagotavlja visoko prebojnost skozi različne oklepe in pregrade.«

6.2 Aplikacija osiromašenega urana

Uporaba osiromašenega urana je precej razširjena. DU je zelo dostopen po ceni kot tudi količini, saj ga kot stranski produkt pri procesu bogatenja urana skladiščijo. Med drugim ga uporabljajo za protiuteži pri komercialnih letalih. Na primer, potniško letalo Boeing 747 potrebuje 1500 kg protiuteži. DU je idealen material, saj zaradi omejitev prostora v letalu s svojo gostoto kar najbolje izkoristi prostor, ki je na voljo. Čeprav dražji, je velikokrat za namen protiuteži uporabljen volfram, zaradi strahu pred radiacijo. DU prav tako uporabljajo v izdelavi tankovskega oklepa. Od leta 1993 do 2000 je ameriška vojska odredila, da bo 1500 njihovih tankov opremljenih z oklepom, ki vsebuje tudi DU. Večina konvencionalnih tankov vsebuje dva debela ščita jeklenega oklepa. DU se nato vloži med njiju, jekleni plošči pa se zavarita. Tako dobimo troslojni oklep, ki vsebuje osiromašeni uran, ki zaradi svoje superiorne gostote veliko bolje ustavlja projekte (Pestic 2002).

Osiromašeni uran pa se največ uporablja v strelivu. Le to je vedno obstajalo v veliko različnih oblikah, ter se skozi leta spreminjalo, predvsem pa prilagajalo trenutnim potrebam. DU strelivo je enostavno nova oblika streliva, ki je nastala zaradi potrebe na bojišču, bodisi po prebojnosti ali povečanju dosega delovanja in podobno. Gre za napredek v strelivu večjega kalibra. Da bi dobili strelivo z osiromašenim uranom, obstaja veliko načinov, vendar se dva pojavljata kot najpogostejša. Ali prevlečemo izstrelek z DU, ali pa celoten izstrelek izdelamo iz DU. V sedemdesetih, ko so uporabljali volfram, je le ta bil na splošno zelo drag ter je imel visoko tališče, kar je pomenilo, da ne prebija oklepa tako dobro kot DU. Le ta je poceni, nekaterim proizvajalcem orožja in streliva pa ga dostavljajo celo zastonj. Zaradi vseh teh lastnosti se DU uporablja v zelo različnem spektru kalibrov, predvsem pa v tankovskih projektilih, bodisi kinetičnih podkalibrskih, visoko eksplozivnih ali t.i. pametnih bombah, izstrelkih topov 20 mm, 25 mm in 30 mm, na vozilih kot so pehotna bojna vozila Bradley ali

gatlingovih mitraljezih 30mm, ki jih uporabljajo helikopterji Apache AH-64, letala A-10 Warthog, Harrier in druga protipehotna in protitankovska letala ter projektilih za različne havbice in minomete. Prav tako zasledimo uporabo DU streliva tudi pri visoko kalibrskih ostrostrelnih puškah, termobaričnih bombah, minah usmerjenega delovanja in bojnih glavah vodenih bomb kot je na primer JDAM, med tem ko je najpogostejše DU strelivo tisto, ki za prebojnost uporablja kinetično energijo (Pesic 2002).

6.3 Osiromašeni uran v APFSDS strelivu

Z nenehnim povečevanjem debeline zaščitnega oklepa, so se začeli uporabljati podkalibrski izstrelki, najprej iz volframovega karbida, kasneje iz volframove zlitine, danes pa tudi iz osiromašenega urana. Ti podkalibrski izstrelki imajo okoli prebojnega jedra nameščen plastični ovoj dokler je naboj v cevi, kasneje pa ta odpade med letom izstrelka proti cilju. Ovoj omogoča večjo površino baze naboja, na katero pritisnejo pogonski plini, ki izstrelku tako dajo večjo hitrost, posledično pa tudi večjo kinetično energijo na cilju. Dodatno poveča kinetično energijo na cilju dejstvo, da jedro izstrelka deluje na cilj z manjšo površino, prav tako pa manjši premer izstrelka, ko ovoj odpade, zagotavlja manjši upor zraka, kar omogoča izstrelku boljše ohranjanje energije na poti do cilja. Tako na primer APDS (*angl. armor piercing discarding sabot*) izstrelk doseže hitrost 1450 m/s in kinetično energijo na cilju 7.800 MJ/m². Ti izstrelki ohranjajo aerodinamično stabilnost z vrtenjem med letom, zato imajo omejeno razmerje dolžine in premera izstrelka na 5:1. Da bi povečali balistične zmogljivosti, so gladke cevi nadomestili s cevmi, ki imajo vrezane navoje, ki zagotavljajo vrtenje izstrelka še preden zapusti cev. Aerodinamično stabilnost pa izstrelki dosegajo s pomočjo pomožnih krilc, zaradi katerih dobijo izstrelki tudi dopolnjeno ime APFSDS (*angl. armor piercing fin stabilized discarding sabot*), oziroma izstrelk za prebijanje oklepa, ki odvrže ovoj in je stabiliziran s pomočjo krilc. S spremenjenim dizajnom so dosegli dramatično povečanje razmerja med dolžino in premerom izstrelka, in sicer na 40:1. To pomeni da na primer moderni APFSDS izstrelk, ki ga uporablja ameriška vojska M829A2, kalibra 120 mm in jedrom iz DU, doseže kinetično energijo na cilju 35.800 MJ/m² (Andrews 2008).

Ovoj APFSDS izstrelka lahko ovije kakršno koli obliko izstrelka oziroma prebojnega jedra. Obstajata dva osnovna tipa ovoja pri podkalibrskih izstrelkih. Prvi razpade aksialno, sredi leta izstrelka, zaradi upora zraka, drugi pa radialno, in odpade zaradi pritiska plinov pri izstrelitvi iz cevi (Moss in drugi 1995, 11-12).

6.4 Osiromašeni uran v API strelivu

Druga najpogosteje uporabljena vrsta streliva, v katerem najdemo DU je tako imenovano API ali *armour piercing incendiary* strelivo, kar pomeni prebojno zažigalno strelivo. Najpogosteje uporabljen kaliber je 30 mm, ki ga uporablja ameriška vojska na topovih helikopterjev in letal. V različnih situacijah se je pokazal za učinkovitega proti oklepljenim in lahkim pehotnim vozilom kot tudi tankom. Ta kaliber je bil razvit za optimalno uporabo pri nalogah zrak-zemlja za helikopter Apache AH-64. API strelivo pa je v uporabi seveda tudi v različnih kalibrih, kot so na primer, 20 mm, 25 mm in 12,7 mm. Slednji kaliber se uporablja pri težkih mitraljezih kot tudi pri ostrostrelnih puškah. 25 mm top M242 Bushmaster se uporablja pretežno na lahkih oklepnih vozilih, če uporablja strelivo DU pa je sposoben nevtralizirati tudi tarče s oklepom nameščenim pod kotom. Res pa je, da so kalibri 25 mm in 30 mm namenjeni predvsem uporabi v primeru ko ima tarča tanjši oklep, pod koti, ki so bolj podobni pravim, čeprav so izstrelki izdelani iz DU. Kot APFSDS izstrelki se tudi prebojni zažigalni izstrelki stabilizirajo v zraku s pomočjo vrtenja (Andrews 2008).

Letalo A-10 je opremljeno z mitraljezom Gatling, ki je sposoben izstreliti 3.900 izstrelkov na minuto. Tipično streljajo s posamičnimi 2-3 sekundnimi rafali, v katerih se izstrelijo po 120-195 nabojev. Izstrelki zadenejo tla v ravni liniji na, odvisno od kota napada, 1-3 metre razmika, kar pokrije površino približno 500 m². Število zadetkov je odvisno tudi od velikosti tarče, normalno pa število zadetkov ni večje od 10 % izstreljenih nabojev (United Nations Environment Programme 2002, 116-117).

A-10 je opremljen z mitraljezom GAU-8, ki uporablja 30 mm naboje dolžine 173 mm. Znotraj naboja se nahaja 95 mm penetrator iz DU, ki ima premer na bazi v naboju 16 mm. Teža penetratorja je približno 300 g. Oblečen je v aluminij, dolžine 60 mm in premera 30 mm, ki pa ob zadetku v oklep ponavadi ostane zunaj, medtem ko DU nadaljuje pot skozi zaščito (United Nations Environment Programme 2001).

7 Prednosti taktične uporabe

7.1 Balistične lastnosti

Da bi razumeli DU kot prebojni material, se bom na kratko posvetil prebojni mehaniki. Pri visoko hitrostnih trkih tarče in penetratorja, ki presegajo 3 km/s se prebojnost dosega z medsebojno erozijo obeh. Če predpostavimo, da se oba, tarča in penetrator obnašata kot

nestisljivi tekočini ter da se preboj zgodi ob stalni hitrosti, ki ohranja moment, se lahko prebojnost prikaže takole:

$$P = L \sqrt{\frac{\rho_p}{\rho_t}}$$

P je globina penetracije, L je dolžina penetratorja, ρ_t gostota tarče in ρ_p gostota penetratorja. Opazimo, da je globina preboja odvisna le od dolžine penetratorja, njegove gostote in gostote tarče in je neodvisna od hitrosti zadetka. Ker so pritiski na površini, ko izstrelk zadene tarčo, med tarčo in izstrelkom mnogo večji, kot bi jih kateri koli od dveh materialov lahko vzdržal, so razen gostote materialov ostale lastnosti v tem primeru irelevantne. Ta tip analize je bolj primeren za eksplozivno oblikovane naboje in kumulativne izstrelke, kjer se prebojnost po določeni hitrosti ustavi, in ne narašča več. Prebojnost APDS in APFSDS izstrelkov, ki dosegajo hitrosti od 1500 m/s do 1800 m/s pa bolje opisuje Lanz-Odermattova enačba:

$$P = aL \sqrt{\frac{\rho_p}{\rho_t}} e^{-128\pi S v^3}$$

Pri čemer je a funkcija razmerja dolžine in premera izstrelka, S je izmerjen upor tarče in v končna hitrost izstrelka. Parametra S in a sta odvisna od izstrelka in tarče, medtem ko lahko iz enačbe razberemo, da čeprav hitrost povečuje penetracijo, postaja ta hkrati od hitrosti neodvisna, kot je razloženo na prejšnji enačbi (Andrews 2008).

Iz enačb torej razberemo, da lahko penetracijo oziroma prebojnost povečamo z dolžino izstrelka, hitrostjo in njegovo gostoto, torej materialom iz katerega je izdelan. Čeprav opazimo, da so orožja in pogonsko gorivo na svoji zgornji meji dizajna, kar se tiče hitrosti izstrelkov, se izboljšave nadaljujejo v smeri spreminjanja razmerja dolžine in premera izstrelkov. Kar zadeva gostoto, je treba poudariti, da četudi se z osiromašenim uranom gostota izstrelka poveča, v odnosu na volfram le iz 17.500 kg/m³ na 18.500 kg/m³, se prebojnost glede na gostoto spreminja eksponentno (Andrews 2008).

Ob zadetku izstrelka, ki ni sestavljen in DU, v valjani homogeni oklep oziroma RHA, pritisk ob stiku naraste do 6 GPa. Takrat pride do plastične deformacije izstrelka, ki se oblikuje v gobo, oziroma se sploščuje medtem ko prebija oklep. Veliko energije je v tem momentu porabljeno na radialno širjenje oklepa. Nastaja torej poškodba oklepa, pri kateri se veliko energije porablja pri širjenju luknje oklepa, tako da je manj ostane za samo prebijanje. To se zgodi zaradi stresa na material. Ko pa govorimo o DU izstrelkih, pa je razlika očitna. Predvsem lahko večjo prebojnost, zraven očitne gostote, pripišemo v tem primeru termičnim lastnostim osiromašenega urana. Ta ima nižje tališče kot ostali znani penetratorji. Ko DU izstrelk zadene RHA se kot pri npr. volframovem izstrelku začne proces plastične deformacije in se izstrelk začne spreminjati v gobasto obliko. Ker se ob deformaciji sprošča energija v obliki toplote, in temperature dosega do 1800 °C, pride do tako imenovanega adiabatnega striženja. To pomeni, da se pri tej temperaturi material omehča, in ta pojav premaga stres na material ter tako dopušča globlji preboj. Striženje imenujemo, ko se med nastajanjem gobaste oblike penetratorja goba striže, oziroma se uklanja jedru, ki tako nadaljuje pot skozi oklep. Zaradi tega se energija, ki bi bila porabljena zaradi stresa na material pri plastičnem deformiranju prenaša namesto radialno bolj aksialno oziroma v penetracijo. Kot vidimo, ni le gostota, ampak tudi termična lastnost osiromašenega urana tista, ki postavlja DU na vodilno mesto med materiali uporabljenimi v ta namen (Andrews 2008).

Torej, ko DU izstrelk zadene tarčo, zaradi termičnih lastnosti osiromašenega urana pride do zelo velikega povišanja temperature na površini oklepa. To povzroči lokalizirano mehčanje materiala ter adiabatno striženje, pri čemer se površina projektila konstantno striže ali obrezuje. To preprečuje nastajanje gobastega efekta, zaradi katerega je penetrator konstantno oster. To lastnost DU izstrelkov lahko poimenujemo tudi sposobnost samoostrenja (Oak ridge associated universities 1999).

Zaradi lastnosti, ki ji pravimo piroforičnost, penetratorji, ki prebijejo oklep pogosto zagorijo. To se zgodi, ko izstrelk, ki prebije oklep, izgubi 10-35 % mase, saj se ta delež spremeni v tako imenovani aerosol, nato pa drobni delci, prah osiromašenega urana pomešanega z zrakom zagori. Večina delcev je manjša od 5 mikrometrov in se porazdeli po okolici v smeri vetra. Prah DU je črn, najdemo ga pa v in na tarčah ter njihovi okolici (United Nations Environment Programme 2002, 117).

8 Primeri uporabe na bojišču

8.1 Irak 1991: Najzanesljivejši material na iraškem bojišču

Operacija Puščavski vihar je bil prvi konflikt, kjer se je pojavila široka uporaba DU streliva in oklepa. Novi DU izstrelki so dali zaveznikom operacijsko prednost. Obstaja veliko zgodb o »srebrnem metku«, ki jih pripovedujejo ameriški tankisti še danes. Večina jih govori o njihovi učinkovitosti. Poveljnik oklepne brigade govori o presenečenju svojih vojakov, ki na usposabljanju niso nikoli streljali na razdalje čez 2.400 m, v boju pa so zadevali in uničevali tarče oddaljene 3.000 m in več. Podoben ugled si je pridobil tudi oklep ojačan z DU (Rostker 2002, 3-15).

Med zalivsko vojno leta 1991 je ameriška kopenska vojska uporabljala DU v ofenzivne kot tudi defenzivne namene. Sodeč po poročilu DoD (*angl. Department of Defense*), Ministrstva za obrambo ZDA, je od 1772 bojnih tankov M1A1 kar 594 bilo opremljenih z oklepom iz DU, ki je nudil svojim posadkam dodatno zaščito. Med operacijo Puščavski vihar ni DU oklepa prebil niti eden iraški izstrelak (Rostker 2000).

Tanki M1A1 Abrams so uporabljali izstrelke z DU penetratorji kalibra 105 mm (M900) in 120 mm (M829 in M829A1). Na usposabljanju vojaki niso nikoli streljali z DU strelivom, tako da so v vojni imeli prvo priložnost biti priča njegovi učinkovitosti. Podkalibrsko DU strelivo je kaj kmalu postalo najpriljubljenejše med vojaki in poveljniki. Pentagon nima podatkov koliko DU streliva je porabila kopenska vojska v zalivu, saj so enote naročale strelivo po potrebi, od poveljnikov pa se ni pričakovalo da bi vodili evidenco porabljenega DU streliva. DoD pa pozna približno število izstrelkov na osnovi številskega stanja v skladiščih pred konfliktom in količine vrnjenega streliva in streliva v rezervi. Iz teh števil lahko razberemo, da gre za približno 50,55 ton DU izstrelkov za tanke M1A1 kalibrov 105 mm in 120 mm. V ta izračun ni všteta poraba tankovskih izstrelkov, ki so jo potrebovali pripadniki ameriške mornariške pehote, saj so svojo zalogo imeli na bojnih ladjah, dopolnjevali pa so jih iz skladišč kopenske vojske po potrebi. Vse skupaj gre za približno 9.500 izstreljenih izstrelkov (Rostker 2000).

GAU-8, mitraljez tipa Gatling, ki se uporablja na letalu za podporo pehoti A-10, uporablja 30 mm API izstrelke. 148 letal A-10 je bilo strateško postavljeno v Savdski Arabiji, od koder so poleteli na 8.077 bojnih misij. Tipični bojni tovor je 1.100 izstrelkov API in visoko

eksplozivnih izstrelkov HEI (*angl. high explosives incendiary*), ki ne vsebujejo DU. Vojno letalstvo ZDA je v zalivski vojni izstrelilo 783.514 30 mm API izstrelkov. Če računamo da ima en izstrelak kalibra 30 mm maso DU približno 300 g, potem vidimo, da je bilo izstreljeno okoli 260 ton DU (Rostker 2000).

Ameriška mornarica ni, če odštejemo 5 po pomoti izstreljenih DU izstrelkov, uporabljala DU. Mornariška pehota, pa je kot sem že omenil imela zaloge DU streliva na ladjah in jih dopolnjevala iz zalog kopenske vojske. Skupaj so izstrelili 11 ton DU streliva. Med vsemi zaveznicami je Velika Britanija še edina država, ki naj bi v zalivski vojni uporabljala DU strelivo. Ministrstvo za obrambo VB ocenjuje, da so tanki Challenger med bojem izstrelili manj kot 100 APFSDS izstrelkov kalibra 120 mm z jedrom iz osiromašenega urana. Med vajami v Savdski Arabiji naj bi izstrelili pod 1 tono DU streliva (Rostker 2000).

V boju so se izstrelki odlično obnesli in zaveznikom nudili neprekosljivo premoč nad iraško vojsko. Zaradi razdalje na katerih so zavezniki lahko uničevali cilje, so bili iraški tanki inferiorni v vsakem pogledu. Podpora iz zraka, ki so jo nudila letala, predvsem tipa A-10, je dala zaveznikom taktično premoč v večini situacij v katerih so se znašli, zahvaljujoč tudi DU strelivu. To jim je omogočalo prebojnost na razdaljah, ki so bile iraškim tankistom nedosegljive. Podatek da niti eden izstrelak iraške vojske ni prebil oklepa iz DU pa priča o zanesljivosti materiala na bojišču (Rostker 2000).

Zaradi razširjene uporabe DU v zalivski vojni je potrebno omeniti tudi druge vplive njegove uporabe. Analizo je bilo mogoče izvesti na več kot 200 vozilih, ki so bila zadeta s strani tako imenovanega prijateljskega ognja (*angl. friendly fire*). 29 vozil je imelo povišane vrednosti sevanja, 12 vozil, od tega 6 oklepnih vozil tipa Bradley pa so zakopali v pesek Savdske Arabije zaradi prevelikega sevanja. Začele so se pojavljati govornice, da so vojaki, ki so bili veliko v bližini DU in z DU kontaminiranih območij, začeli kazati znake zastrupitve s sevanjem in drugih različnih znakov, ki nakazujejo na ogroženost zdravja. Med vojno naj bi bilo v bližini kontaminiranih območij več kot 85 % vseh vojakov udeleženih v vojni, kar je več kot 400.000 vojakov. Do leta 1996 je pomoč zaradi radiološko kemijsko biološkega bojevanja poiskalo 187.000 vojakov, 18.200 je bilo hospitaliziranih. Medtem ko so to zelo alarmantne številke, pa je leta 1993 Ministrstvo za veterane izvajalo zdravstvene poizkuse na veteranih, ki so imeli v telesu šrapnele iz DU ter prišlo do zaključka, da DU tovrstnim pacientom ne predstavlja neposredne grožnje zdravju (Pesic 2002).

8.2 BiH 1994-95: Z osiromašenim uranom nad srbske cilje

DU strelivo je konvencionalno strelivo, in je kot tako na voljo vsem vojskam. Tako je med drugim bilo uporabljeno tudi v Bosni in Hercegovini, kjer NATO ocenjuje, da je bilo izstreljenih nabojev z DU na katerokoli posamezno tarčo med 120-2400. Med tem pa končno število vseh izstreljenih DU izstrelkov ostaja 6230, natančno število pa verjetno ne bo nikoli znano. Iz poročila KFOR-ja leta 2000 je razvidno da so izstrelili 5 nabojev z DU na vsakih 8 izstreljenih nabojev. Nič ne nakazuje na to, da so v Bosni in Hercegovini uporabljali drugačno razmerje (United Nations Enviromental Programme 2003, 23).

NATO je posredoval podatke o lokacijah in datumih, ko so uporabljali strelivo z DU. Gre za zavezniško operacijo »*Deny Flight-Deliberate Force* » leta 1993-1995. Gre predvsem za naboje izstreljene iz mitraljeza tipa Gatling, na letalu A-10, s kalibrom 30 mm. Od avgusta 1994 do septembra 1995 so z DU strelivom po podatkih NATO-a obstreljevali havbice kalibra 76 mm, tank T-55, skladišče, artilerijske topove 120 mm, protiletalske sisteme, minometne položaje in bunkerje v okolici Sarajeva, vojaška skladišča pri Han Pijesku ter vojaška skladišča opreme in streliva v Hadžičih (United Nations Enviromental Programme 2003, 283).

8.3 Kosovo 1999: Preizkušeni naboji spet v uporabi

Oktober 1999 je Kofi Anan, takratni generalni sekretar ZN podal zahtevo NATO-u naj objavi podatke v zvezi z uporabo DU v konfliktu na Kosovu. NATO je tako posredoval splošne zemljevide, kjer naj bi DU uporabili ter približno število izstreljenih nabojev. Ker je bilo poročilo preveč skopo in na njegovi osnovi ni bilo mogoče upravičiti nadaljnega delovanja in raziskovanja je generalni sekretar zaprosil za dodatne informacije. Julija 2000 je NATO podal natančne zemljevide skupaj s koordinatami 112-ih napadov, v katerih je bilo uporabljeno DU strelivo (United Nations Enviromental Programme 2001, 8).

Podatke, o lokacijah, kjer so uporabljali DU strelivo v konfliktu leta 1999 na Kosovu in južni Srbiji in Črni gori so posredovali v obliki natančnih koordinat skupaj s pripadajočim datumom in številom izstreljenih nabojev, ki so vsebovali DU. Gre za datume od 6. aprila 1999 do 9. junija 1999, pri veliko koordinatah pa je število izstreljenih nabojev neznano. Tako lahko le ocenimo skupno vrednost na približno 10 ton streliva, kar so potrdile tudi ameriške

oblasti. Obstreljevanje je potekalo na dnevni bazi (United Nations Enviromental Programme 2001, 167).

Veliko vlogo je v konfliktu odigralo letalo oznake A-10 Warthog, ki uporablja 30mm izstrelke, ki s pomočjo DU z lahkoto prebijajo oklepe tankov in drugih oklepnikov. Po pričevanjih pilotov, ki so upravljali z letali A-10 leta 1999, so imeli nad Srbi popolno premoč. Zahvaljujoč DU izstrelkom, so uničili veliko tankov in ostalih oklepnih vozil, ter tako ustavili napredovanje srbskih sil na Kosovu. Letala so bila najpogosteje relativno lahko oborožena. Dve CBU-87 kasetni bombi po 500 kg vsaka, dve raketi AGM-65D tipa Maverick, dve raketi AIM-9 Sidewinder in pa 1000 30 mm nabojev z DU (Haave in Haun 2003).

9 Pravni vidiki uporabe

9.1 Mednarodno pravo

Osiromašeni uran, oziroma strelivo, ki ga vsebuje in njegovo uporabo je potrebno klasificirati znotraj do sedaj sprejetih mednarodnih zakonov in konvencij, kar pa zna biti precej zapleteno. Mednarodno humanitarno pravo, del prava, ki preučuje oziroma ureja vojskovanje in metode vojskovanja ter uporabo orožij se zanaša na naslednja splošna načela (ICBUW 2007):

- ***Načelo razlikovanja*** prepoveduje vrsto orožja, ki ne razlikuje med borci, ne borci in civilisti.
- ***Načelo nediskriminatornih učinkov*** prepoveduje uporabo orožij, katerih magnituda učinka ni v rokah tistih, ki orožje uporabljajo.
- ***Načelo proporcionalnosti*** prepoveduje uporabo orožij, katerih učinek je nesorazmeren z učinkom, ki je namen uporabe orožja.
- ***Previdnostni princip*** nalaga uporabniku in izdelovalcu orožja ali tehnologije, ki se uporablja, da dokaže legitimnost ali varnost sistema. To razbremenuje potencialne žrtve uporabe sistema, dokazovanja morebitne ali dejanske grožnje ali škodljivosti orožja.

V luči teh načel je prof. Manfred Mohr, član Mednarodnega združenja odvetnikov proti jedrskemu orožju izpostavil, da se kljub temu, da ne obstaja direktna prepoved uporabe DU v strelivu, pri vsakem načelu pojavi dvom (ICBUW 2007):

- Pri načelu razlikovanja je pomembno upoštevati, da strelivo z DU ne razlikuje med borci, ne borci in civilisti popolnoma, saj pri zadetkih v trde tarče nastaja droben prah, ki predstavlja grožnjo vsem v bližini in ostaja grožnja vsem tudi po prenehanju konflikta.
- Načelo nediskriminatornosti je kršeno saj uporabnik ne more nadzorovati drobne delce prahu, ki jih v katerokoli smer lahko odpihne veter, se znajdejo v virih pitne vode ali jih vdihne oseba, kateri orožje ni imelo namena škodovati. Prav tako je težava dolga razpolovna doba DU in dejstvo, da kontaminiranih območij ne čistijo.
- Cilj uničenja oklepnega vozila, kot je tank ali lahki oklepnik za prevoz pehote, ni sorazmeren s škodo, ki jo DU povzroča okolju in ogrožanju zdravja, ki ga predstavlja vojaškemu osebju kot tudi civilistom.
- Čeprav manjka trdnih dokazov, da bi povezali DU z resnim ogrožanjem zdravja in škodo, ki jo povzroča okolju, pa njegove toksične in radioaktivne lastnosti kličejo po ponovni oceni grožnje, ki jo uporaba DU predstavlja s strani uporabnikov. Gre za pomanjkanje previdnosti pri zaščiti civilistov pred škodljivimi posledicami uporabe DU.

Čeprav vidimo, da je uporaba DU na meji legalnega, je pri razoroževanju vseeno potrebno imeti nekakšno pogodbo, ki k njemu zavezuje. Tako je na primer Belgija 22. marca 2007 prepovedala proizvodnjo, uporabo, skladiščenje, nabavo, posredovanje in prevoz DU streliva in oklepa na svojem ozemlju. Belgija je tako edina država, ki je sprejela tovrstno odločitev. Njihov namen je prav tako vplivati na druge države, predvsem članice EU in zveze NATO, da storijo enako, hkrati pa preučujejo, kako ta zakon vpliva na njihovo članstvo v obeh zvezah (ICBUW 2007).

Evropski parlament je, v organizaciji Evropske stranke zelenih, gostil predstavitev galerije fotografij iraških otrok, žrtev raka, fotografa Naomija Toyote. Kasneje je sprejel resolucijo, ki

poziva k moratoriju na uporabo DU in prepoved uporabe orožij z DU. Seveda pa se v smeri prepovedi pripravljajo predlogi zakonov tudi v ZDA. Nekoliko zveznih držav, med njimi tudi Connecticut, New York in Kalifornija, je sprejelo zakonodajo, ki predvideva testiranje vojnih veteranov na izpostavljenost DU ter tako izboljšati dostop do zdravstvenih uslug, ki so potrebne za soočanje z različnimi zdravstvenimi težavami, s katerimi se soočajo veterani nedavnih konfliktov. Veliko teh težav bi lahko bilo pripisanih tudi izpostavljenosti osiromašenemu uranu. Nekateri zakoni so napisani zelo široko, nekateri ožje. Veliko jih želi le izboljšati položaj veteranov, jim omogočiti boljši dostop do zdravstvenih uslug, ne glede na to ali so bili izpostavljeni DU ali kakršnim koli drugim toksičnim materialom med služenjem v vojski (ICBUW 2007).

Konvencija o kemičnih orožjih, ki načeloma prepoveduje drugačne vrste orožij, ureja uporabo kemičnih substanc v vojni, med drugimi tudi bolj tradicionalna kemična orožja in njihove elemente, ki so potrebni za izdelavo kemičnih orožij. Drugi člen, prvi odstavek Konvencije o kemičnih orožjih takšna orožja definira kot (Karasik 2002, 8-10):

- Strupene kemikalije in njihove predhodne sestavine, razen za uporabo, ki ni prepovedana s to konvencijo, dokler je vrsta kemikalij in količina primerna namembnosti.
- Strelivo in naprave, katerega specifični namen je povzročiti smrt ali poškodbe s pomočjo strupenih lastnosti kemikalij, omenjenih v prvem odstavku, ki bi bile sproščene ob uporabi takšnega streliva ali naprave.
- Kakršna koli oprema katere specifični namen je uporaba s strelivom ali napravami iz drugega odstavka.

Kot vidimo iz Konvencije o kemičnih orožjih, streliva z DU ne moremo obravnavati kot del obravnave te konvencije, saj njegov specifični namen, kar konvencija strogo izpostavlja, ni povzročiti smrti ali poškodbe s pomočjo strupenih snovi, ampak je namenjeno predvsem preboju oklepa in povečanju dosega zadevanja tarč (Karasik 2002).

Leta 1996 je Mednarodno kazensko sodišče izdalo svetovalno mnenje o zakonitosti groženj z in uporabe jedrskega orožja. Tudi iz tega dokumenta je moč razbrati, da strelivo z

osiromašenim uranom ne spada med prepovedana orožja, kar je vidno iz 54., 55., in 56. člena, ki se sklicujejo na drugo haaško deklaracijo, 4. haaško konvencijo in ženevski protokol iz leta 1925. Te spet prepovedujejo le orožja, čigar primarni cilj je ubijati ali raniti s pomočjo zastrupljanja ali dušenja, medtem ko je primarni cilj streliva DU uničevanje materialnih sredstev in ubijanje s kinetično energijo (Advisory opinion on Legality of the threat or use of nuclear weapons, 54.-56.čl.)

Ne glede na to, da se v obstoječih mednarodnih zakonih in pogodbah DU težko označi za prepovedanega, so mišljenja deljena. Na podlagi resolucije 2001/36 podkomisije ZN za promocijo in zaščito človekovih pravic, je leta 2002 Y.K.J Yeung Sik Yuen predal poročilo, v katerem izrazi mnenje, da uporaba DU krši eno ali več izmed sledečih pogodb: Deklaracijo o človekovih pravicah, Ustanovno listino ZN, Konvencijo o genocidu, Konvencijo ZN proti mučenju, ženevske konvencije skupaj s prvim protokolom, Konvencijo o konvencionalnem orožju iz 1980 in Konvencijo o uporabi kemičnega orožja. Meni da DU mora biti preizkušen, saj morajo po mednarodnem pravu države zagotoviti, da katerokoli novo orožje ne krši katere od obstoječih pogodb. Glede na to, da v primeru streliva z DU gre za novo orožje je mnenja, da je uporaba prepovedana, preden se dokaže, da ni v nasprotju s katero izmed mednarodnih konvencij (Yuen 2002).

9.2 Zahteve po moratoriju na vojaško uporabo

V svetu se povečuje podpora prepovedi uporabe DU. Belgija je postala prva država, ki je prepovedala vsa konvencionalna orožja, ki vsebujejo uran, in tako postavila mejnik v zgodovini prepovedi te vrste orožja v upanju, da jim bo sledilo čim več držav. Med tem je Italija raje ponudila 170 milijonov evrov pomoči pripadnikom oboroženih sil, ki so bili izpostavljeni osiromašenemu uranu na Balkanu (International coalition to ban uranium weapons 2011).

Generalna skupščina ZN je sprejela resolucijo o resnih nevarnostih za zdravje zaradi uporabe DU, maja 2008 pa je 94 % poslancev Evropskega parlamenta pozvalo k sporazumu o prepovedi uporabe DU v strelivu ter tako odgovorilo na vse pogostejše klice po moratoriju. Decembra 2008 je 141 članic Generalne skupščine ZN naložilo Svetovni zdravstveni organizaciji, Okoljskem programu ZN in IAEA naj posodobijo svoja mnenja o razsežnosti grožnje zdravju, ki jo predstavlja uporaba DU. Prepoved uporabe se trenutno obravnava v

veliko državah in kot kaže bodo nekatere le sledile primeru Belgije (International coalition to ban uranium weapons 2011).

10 Medicinsko varstveni vidik uporabe

10.1 Ocena tveganja

Tveganje je beseda, ki je pogosto uporabljena, vendar ima več pomenov. V nekaterih primerih lahko podaja verjetnost, da se zgodi dogodek, ki ga lahko označimo za neželjenega kot na primer doživeti prometno nesrečo. V drugih primerih se nanaša bolj na posledico nekega dogodka. Na primer, kakšno je tveganje ob stiku z radioaktivnim materialom? Če je odgovor majhno, bi to pomenilo, da so doze sevanja majhne, kar pomeni tudi majhen vpliv sevanja na človeka. Poročilo ZN o kontaminiranosti območij bojevanja z DU na območju BiH se osredotoča na možne radiološke in toksikološke posledice v primerih odvijanja različnih scenarijev, ki so povezani z vnosom DU v organizem kot tudi izpostavljenostjo sevanju DU (United Nations Environment Programme 2003, 124).

Za preučevanje tveganja, so določili naslednji scenarij. Predpostavi se, da so napad na nekoliko vozil izvršila tri letala, ki so med napadom izstrelila 10 kg DU. Vpliv na vojake v vozilih je nepomemben za analizo, saj je za večino njihovih poškodb kriva eksplozija in ogenj. Večina prahu, ki je nastal pri eksploziji, se je poglela na površini 1000 m² okoli vozil. Predpostavlja se tudi, da je vsakdo, ki je bil v času napada v bližini vozil, bil na kratek čas izpostavljen prahu DU. Njegova koncentracija se ocenjuje na 100 mg DU/m³. Čez nekaj časa se bodo kraju napada približali ljudje, prav tako se bo površina začela obdelovati. S tem se lahko prah DU ponovno dvigne, ljudje ga vdihujejo, se dotikajo onesnaženih predmetov v okolici, in so izpostavljeni DU, med tem ko pobirajo izstrelke, ki niso izgoreli, iz tal. Nekaj DU bo razgrajeno v vodi, ki bo pronicala v zemljo in kontaminirala pitno vodo, ki napaja bližnji vodnjak. Med tem ko se na kontaminirani površini pase živina, bo s svojim mesom okužila tudi ljudi. Z raznašanjem prahu DU se bo le ta razprostrl na veliko večjo površino od začetnih 1000 m². Na osnovi tega scenarija so bila ocenjena tveganja izpostavljenosti in vpliva na zdravje (United Nations Environment Programme 2003, 126-27).

1. Trden kos DU je pobran iz zemlje. Beta radiacija je edino sevanje, kateremu je oseba lahko izpostavljena. Gama sevanje je premajhno, alfa delci pa ne prebijejo kože. Površinsko sevanje je 2 mSv/h. Če je kos DU v žepu, se sevanje nevarnost prepolovi.

Meja varnega za širšo javnost je 50 mSv/leto, za delavce v jedrski stroki pa 500 mSv/leto, kar pomeni, da bi v teoriji nekdo, ki bi hranil kos DU izstrelka v žepu več tednov, lahko presegel varno mejo sevanja. Toda zapomniti si moramo, da z razdaljo vrednosti naglo padajo. Na oddaljenosti od kože le 0,2 mm sevanje pade na 0,25 mSv/h, kar je deset krat manj, kot da kos držimo v roki (United Nations Environment Programme 2003, 128).

2. Po scenariju je na površini 1000 m² razprostrto 10 kg DU. Kopanje, hoja in veter vznemirijo površino in dvignejo prah DU, ki ga nato vdihne človek. Na dano površini je kontaminiran zgornji sloj debeline 1 mm, kar pomeni da je kontaminiran 1 m³, ali 1500 kg zemlje. Koncentracija DU je torej 6 µg v enem 1 mg prahu. Normalna koncentracija prahu v zraku je 50 µg/m³, kadar je pa zelo prašno, v primeru oranja zemlje in podobno, pa koncentracija naraste do 5 mg/m³. To bi pomenilo od 0,3 µg/m³ do 30 µg/m³ DU v zraku. Iz toksikološkega vidika so ravni DU v zraku znotraj meja higienskih standardov. Dve uri oranja v zelo prašnem okolju, 1 stopnjo dihanja 1 m³ na uro, bi vodilo k vdihavanju 60 µg DU, in sevanju 7 µSv. Tudi neprestano zadrževanje, dan in noč, v najbolj prašnem okolju, v obdobju enega leta bi pripeljalo do izpostavljenosti sevanju le nekaj mSv. Pod normalnimi pogoji prašnosti bi bila doza 100 krat manjša. V vsakem primeru je tveganje zaradi vdihavanja nepomembno (United Nations Environment Programme 2003, 128).
3. Zaužije se kontaminirana zemlja. Koncentracija je, kot smo izračunali 6 mg DU/g zemlje. Če se zaužije 1 g zemlje, bi to vodilo k zaužitju 6 mg DU in dozi izpostavljenosti sevanju 4 µSv. Akutni znaki zastrupitve s težko kovino, v našem primeru urana, se kažejo komaj pri desetkratniku doze. Če predpostavimo, da je zemlja kontaminirana globlje od 1 mm so izračunane vrednosti še proporcionalno nižje (United Nations Environment Programme 2003, 129).
4. Kontaminiranost rok, ki se pojavi, ko se z rokami dotaknemo DU predmetov, prahu DU in podobnega. Tveganje leži v zaužitju DU med prehranjevanjem in podobnim. Zaužitje se lahko pripisuje predvsem slabi higieni in ne kot na primer v primeru zaužitja zemlje kot nenamernemu zaužitju, zato so vrednosti v tem primeru še 10-100 krat nižje kot drugje (United Nations Environment Programme 2003, 129).

5. Kontaminacija vode se lahko pojavi, ko se v podzemni vodi, ki služi kot pitna voda pojavi raztopljeni uran, ki je v vodo zašel skozi prst. Zaradi kompleksnosti pronicanja DU skozi zemljo se kratko in dolgoročni vplivi kontaminacije na vodo lahko preučijo šele, ko se preučijo dejavniki, ki vplivajo na pronicanje. Po analizi vseh dejavnikov je verjetnost, da se pitna voda kontaminira z DU malo verjetna, predvsem zaradi topnosti urana, njegovega razgrajevanja in korozije (United Nations Environment Programme 2003, 130).
6. Kontaminacija hrane, pri kateri obstaja tveganje zaužitja DU. Zelenjava, ki črpa vodo iz tal, v katerih je DU, mleko in meso živali, ki so se pasle na kontaminiranih območjih, vse to je potencialno kontaminirano, zato so ZN podali oceno tveganja tudi za ta vir ogrožanja zdravja. V primeru našega scenarija, po analizi ne obstaja ne kemični ne radiološki problem (United Nations Environment Programme 2003, 130).
7. Pri raznašanju prahu DU na večje območje, četudi površino pomnožimo s količnikom 10, grožnja sevanja ne vpliva na lokalno prebivalstvo (United Nations Environment Programme 2003, 130).

11 Zaključek in ugotovitve

Osiromašeni uran ali DU je glede na dostopnost in izredno nizko ceno, saj v velikih količinah nastaja pri procesu bogatenja urana v namene uporabe za pridobivanje jedrske energije, kot tudi izdelave jedrskega orožja, relativno hitro našel svojo pot do uporabe v zelo različne namene. Zaradi svojih lastnosti ga med drugim uporabljajo za zaščito pred različnimi vrstami sevanja, kot protiuteži v letalstvu, v vojaške namene kot oklep in seveda v izdelavi streliva. Skozi zadnja desetletja prejšnjega tisočletja se je uporaba DU v strelivu precej razvila, prepoznane pa so bile tudi lastnosti, ki jih ni bilo moč prezreti.

Strelivo iz osiromašenega urana ima glede na volframove izstrelke prebojnost povečano, a le za približno 10 % . Ko pa govorimo o zmogljivostih, to pomeni, da je enaka prebojnost dosežena na občutno večjih razdaljah, kar daje uporabniku DU izstrelkov veliko taktično prednost. Druga lastnost, ki odlikuje DU izstrelke, je njihova relativna trdnost. Imajo lastnost, da se ob zadetku v poševni, razmaknjeni ali celo eksplozivno reaktivni oklep ne razletijo, temveč nadaljujejo pot skozi zaščito. Zaradi termičnih lastnosti in pojava, ki ga lahko poimenujemo samoostrenje se prebojnost še dodatno poveča. Omenil bi še piroforičnost, t.j. možnost gorenja v zraku, zaradi katere po preboju oklepa zažge tudi notranjost vozil ter jih tako dokončno nevtralizira. Zaradi vseh naštetih lastnosti, kot tudi uspehov na bojiščih, predvsem v prvi zalivski vojni, kot tudi izredne dostopnosti in nizke cene, bi strelivo z osiromašenim uranom lahko ostalo v uporabi po svetu še zelo dolgo.

O prepovedi uporabe orožij, oziroma streliva z DU, ne obstaja sporazum ali kakršna koli mednarodna pogodba ali zakon. Razvija pa se znanstvena razprava in izražena je zaskrbljenost glede uporabi te vrste streliva. Nekateri menijo, da je uporaba DU že po obstoječih pogodbah in pravnih normah prepovedana, večina pa se jih strinja da je, če že ni prepovedana, uporaba vsaj neetična, saj vplivi DU na človeka in okolje niso še povsem znani. Do danes sicer ni bil sklenjen noben konsenz o pogledu na pravni vidik uporabe te vrste orožja, in ali uporaba krši splošna pravna načela in obstoječe zakone o prepovedi uporabe različnih orožij. Pozivi k prepovedi so sicer vse glasnejši, vendar so države pri sprejemanju takšnih prepovedi zelo skeptične in okorne.

Zaskrbljenost javnosti zaradi uporabe DU v strelivu je sicer precej razširjena. Številni DU pripisujejo lastnosti zaradi katerih na tako imenovanih kontaminiranih območjih populacija zboleva za različnimi boleznimi in ima simptome znane pod imenom sindrom zalivske vojne. Zaradi tega, kot tudi iz splošnih ekoloških razlogov, se konstantno iščejo alternative prebojnim sredstvom, ki ne bi bila izdelana s pomočjo osiromašenega urana.

12 Literatura

Andrews, S. William. 2008. *Depleted uranium on the battlefield, Part 1 - ballistic considerations*. Dostopno prek: <http://www.journal.dnd.ca/vo4/no1/research-recherch-eng.asp> (12. julij 2011).

Cochran, B. Thomas. 2003. *Properties of Depleted Uranium*. New York: presentation at the symposium on the health effects of depleted uranium munitions in New York on June 14. Dostopno prek: http://docs.nrdc.org/nuclear/files/nuc_03061401a_224.pdf (12. julij 2011).

Global security. 2011. *Depleted uranium history*. Dostopno prek: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/du-history.htm> (12. julij 2011).

Haave, Cristopher E. in Phil M. Haun. 2003. *A-10s over Kosovo, The Victory of Airpower over Fielded Army as Told by the Airmen Who Fought in Operation Allied force*. Alabama: Air University Press.

ICBUW. 2007. *Uranium Weapons: Contributing to a Dangerous World*. New York: 4th International Conference in UN Church center, New York from 2 to 3 October. Dostopno prek: www.reachingcriticalwill.org/resources/factsheets/DUConferenceReport.doc (3. avgust 2011).

International atomic energy agency. 2001. *Analysis of Uranium Supply to 2050*. Dostopno prek: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1104_scr.pdf (12. julij 2011).

– – – 2011. *Features: Depleted Uranium*. Dostopno prek: http://www.iaea.org/newscenter/features/du/du_qaa.shtml (7. julij 2011).

International coalition to ban uranium weapons. 2011. *Overview*. Dostopno prek: <http://www.bandepleteduranium.org/en/i/77.html#10> (3. avgust 2011).

Karasik, Theodore. 2002. *Toxic warfare*. Santa Monica: RAND.

Mednarodno kazensko sodišče. 1996. *Advisory opinion on the Legality of the threat or use of nuclear weapons*. Dostopno prek: <http://www.cornnet.nl/~akmalten/unan5a.html> (8. julij 2011).

Moss, G.M., D.W. Leeming in C.L.Farrar. ur. 1995. *Brassey's land warfare: Military ballistics*. Shrivenham: Royal Military College of Science.

Nuklearna elektrarna Krško. 2011. *Jedrsko gorivo*. Dostopno prek: http://www.nek.si/sl/o_jedrski_tehnologiji/jedrsko_gorivo/ (7. julij 2011).

Oak ridge associated universities. 1999. *Depleted uranium penetrators*. Dostopno prek: <http://www.orau.org/ptp/collection/consumer%20products/dupenetrator.htm> (12. julij 2011).

Pesic, Iliya. 2002. *Depleted uranium, Ethics of the silver bullet*. Dostopno prek: <http://ceserv.engr.scu.edu/StudentWebPages/IPesic/ResearchPaper.htm> (12. julij 2011).

Rostker, Bernard. 2000. *Enviromental exposure report*. Dostopno prek: http://www.gulflink.osd.mil/du_ii (7. julij 2011).

– – – 2002. *Depleted uranium: A case study of Good and Evil*. Santa Monica: RAND.

United Nations Environmental Programme 2001. *Depleted uranium in Kosovo. Post-Conflict Environmental Assessment*. Switzerland: United Nations Environment Programme.

– – – 2002. *Depleted uranium in Serbia and Montenegro. Post-Conflict Environmental Assessment*. Switzerland: United Nations Environment Programme.

– – – 2003. *Depleted uranium in Bosnia and Herzegovina. Post-Conflict Enviromental assessment*. Switzerland: United Nations Environment Programme.

United States Nuclear regulatory Commission. *Definitions*. Dostopno prek: <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part040/part040-0004.html> (12. julij 2011).

Williams, Dai. 2008. *Under the radar: identifying third-generation uranium weapons*. Dostopno prek: <http://www.unidir.org/pdf/articles/pdf-art2759.pdf> (7. julij 2011).

Yuen, Y.K.J. Yeung Sik. Commission on human rights, UN. 2002. *Other human rights issues*. Dostopno prek: [http://www.unhchr.ch/Huridocda/Huridoca.nsf/e06a5300f90fa0238025668700518ca4/22481f4157de6274c1256c00004c29bb/\\$FILE/G0214167.pdf](http://www.unhchr.ch/Huridocda/Huridoca.nsf/e06a5300f90fa0238025668700518ca4/22481f4157de6274c1256c00004c29bb/$FILE/G0214167.pdf) (3. avgust 2011).

Žabkar, Anton. 2007. *Pehotna oborožitev in oprema - Stanje in smeri razvoja*. 367-369. Ljubljana: Založba Defensor.