

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Uroš Predan

Vpeljava naboja 7, 62 x 51 mm kot standardnega naboja modernih oboroženih sil

Diplomsko delo

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Uroš Predan
Mentor: doc. dr. Uroš Svete

Vpeljava naboja 7, 62 x 51 mm kot standardnega naboja modernih oboroženih sil

Diplomsko delo

Ljubljana, 2014

Vpeljava naboja 7,62 x 51 mm kot standardnega naboja modernih oboroženih sil

V spopadih v Iraku in Afganistanu se je standardni naboj NATO zveze 5,56 x 45 mm izkazal kot vse manj učinkovit. Uporniki so taktiko prilagodili sposobnostim zaveznikov in se bojujejo na način in iz razdalje kjer jih osebni oborožitveni sistemi vojakov ne morejo doseči. Naboj 5,56 x 45 mm je pri zadetkih na večji razdalji in ob uporabi osebnih zaščitnih sredstev s strani nasprotnikov neučinkovit, po drugi strani pa povzroča hude poškodbe pri nezaščitnih posameznikih. V svojem diplomskem delu sem raziskoval možnost prehoda na večji naboj kalibra 7,62 x 51 mm, ki bi hkrati odpravil vse tri težave. Zadržka tej vpeljavi bi bila večja masa in večji odsun jurišnih pušk kalibra 7,62 x 51 mm. Primerjal sem jurišne puške kalibra 7,62 x 51 mm in kalibra 5,56 x 45 mm. Nato sem še primerjal balistične lastnosti obeh nabojev. Ugotovil sem, da so učinek, domet in humanost pri naboju 7,62 x 51 mm večji kot pri naboju 5,56 x 45 mm. Prehod kljub temu ni mogoč zaradi večje mase in večjega odsuna, ki ju imajo jurišne puške kalibra 7,62 x 51 mm.

Ključne besede: Jurišna puška, naboj, učinek, domet, balistične lastnosti.

Introduction of the 7,62 x 51 mm cartridge as a standard cartridge of the modern armed forces

The conflicts in Iraq and Afghanistan have showed that the standard NATO cartridge 5,56 x 45 mm is less and less effective. Insurgents have readjusted their tactics to the capabilities of the allies and they now fight from a distance where the weapon systems of the individual soldier cannot reach them. The cartridge 5,56 x 45 mm is less effective when scoring hits at a long distance and if the enemy is wearing personal protective gear, on the other hand it produces severe wounds when the individual is not wearing personal protective gear. In my paper I have analysed the possibility of a transition to a larger cartridge 7,62 x 51 mm, which would eliminate all three problems. The reservation for this transition would be a larger mass and a higher recoil of assault rifles using the 7,62 x 51 mm cartridge. I have compared assault rifles that use the 7,62 x 51 mm cartridge and the ones that use 5,56 x 45 mm cartridge. After that I have compared the ballistics of both cartridges. I found out that the effect, range and the humanity of the 7,62 x 51 mm cartridge are better then the ones of the 5,56 x 45 mm. Despite this the transition is not possible because of the greater mass and the higher recoil of assault rifles chambered for the 7,62 x 51 mm cartridge.

Keywords: assault rifle, cartridge, effect, range, ballistic features.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	7
2 METODOLOŠKI OKVIR	9
2.1 PREDMET IN CILJ PREUČEVANJA	9
2.2 HIPOTEZI	9
2.3 METODOLOŠKI PRISTOP	9
3 OPREDELITEV POJMOV	10
3.1 BALISTIKA	10
3.1.1 NOTRANJA BALISTIKA	10
3.1.2 ZUNANJA BALISTIKA	10
3.1.3 CILJNA BALISTIKA	11
3.2 JURIŠNA PUŠKA	11
3.3 NABOJ	12
3.4 KALIBER	13
4 RAZVOJ AVTOMATSKE PUŠKE KALIBRA 7,62 x 51 mm	13
4.1 PUŠKE REPETIRKE	14
4.2 MITRALJEZI	14
4.3 BRZOSTRELKE	14
4.4 JURIŠNE PUŠKE KALIBRA 7,62 x 51 mm	14
4.4.1 FN FAL	15
4.4.2 HECKLER & KOCH G3	15
4.4.3 ZDA M14	15
4.5 PREGLED ZNAČILNOSTI JURIŠNE PUŠKE KALIBRA 7,62 x 51 mm	16
5 JURIŠNE PUŠKE KALIBRA 5,56 x 45 mm	16
5.2 PRIMERI JURIŠNE PUŠKE KALIBRA 5,56 x 45 mm	17
5.2.1 FN F2000	17
5.2.2 M4A1	17
5.2.3 HECKLER & KOCH G36	17
5.3 ANALIZA	18
6 JURIŠNE PUŠKE KALIBRA 7,62 x 51 mm DANES	19
7 PRIMERJAVA BALISTIČNIH LASTNOSTI NABOJEV	20
7.1 PRIMERJAVA NOTRANJE BALISTIKE	21
7.2 ZUNANJA BALISTIKA	23
8 CILJNA BALISTIKA	25
8.1 UČINEK UDARA ZRNA V ŽIVE CILJE	25
8.2 UPORABA OSEBNIH ZAŠČITNIH SREDSTEV	26
9 ZAKLJUČEK	28
10 LITERATURA	31

KAZALO TABEL

Tabela 5.1: ZNAČILNOSTI JURIŠNIH PUŠK	18
Tabela 7.1: LASTNOSTI JURIŠNIH PUŠK H&K.....	21
Tabela 7.2: ZNAČILNOSTI NABOJEV	21
Tabela 7.3: HITROST IZSTRELKA	23
Tabela 7.4: ENERGIJA IZSTRELKA.....	24
Tabela 7.5: PADEC IZSTRELKA	24

1 UVOD

Razvoj novih in opuščanje starih oborožitvenih sistemov je stalnica v oboroženih silah po vsem svetu. Vedno se išče sisteme, ki bi bolje izpolnjevali zadane naloge in vedno se opušča zastarele sisteme, ki svoje naloge ne morejo opravljati v popolnosti. V informacijski dobi se ta razvoj vse bolj seli v sfero kibernetičnega prostora, kjer so oborožitveni sistemi povezani v skupen informacijski prostor in lahko delujejo skupaj kot en sistem. Kakšno je pa stanje razvoja na kopnem? Pri osebem oborožitvenem sistemu vojaka?

Posadke različnih skupinskih orožij so povezane v enotni informacijski sistem, večkrat imenovan digitalno bojišče, preko katerega poveljujoči opravljajo nadzor, komuniciranje, poveljevanje, spremljanje situacije in imajo stalni pregled nad razporeditvijo prijateljskih ter sovražnih enot na bojišču. Razvoj na področju posameznega vojaka gre v smeri vključevanja v ta sistem. Vojak že ima lastna sredstva za komunikacijo, temu se dodajajo še različni računalniški in opazovalni sistemi preko katerih lahko spremlja bojišče, se orientira in vnaša podatke, s čimer pripomore k bolj jasni sliki dogajanja. Spremembe in razvoj so vezani na boljše materiale, boljšo zaščito, večje možnosti preživetja in vpeljavo informacijske tehnologije. Le na enem področju razvoj zaostaja, to je na področju orožja vojaka – jurišne puške. Čeprav je res, da se tudi tukaj materiali izboljšujejo, masa se manjša in razvija se vse bolj kompleksne optično-namerilne naprave povezane z balističnimi računalniki, sama puška ostaja že nekaj desetletij po svojem bistvu nespremenjena. Po pregledu stanja na trgu vojaških osebnih oborožitvenih sistemov zlahka ugotovimo prevladujočo formulo: uporaba modernih materialov (polimerov ipd.), kaliber 5,56 x 45 mm, ter nešteto možnosti modifikacij za različne situacije.

Vendar so vojaki s trenutnim stanjem pri svoji oborožitvi vse manj zadovoljni. Nasprotniki poznajo sposobnosti njihovega orožja in se bojujejo z razdalje, kjer jih ne morejo doseči. Uporaba zaščitnih jopičev in drugih zaščitnih sredstev je vse bolj pogosta in postaja stalnica v oboroženih silah, uveljavlja se tudi pri civilnem prebivalstvu. V svetu kjer je vedno večji poudarek na humanosti in pravičnosti, postajajo nekateri oborožitveni sistemi zaradi hudih poškodb, ki jih zadajajo vse bolj nesprejemljivi in jih je potrebno odstraniti ter zamenjati z manj uničevalnimi. To so nenazadnje sprejele države z mednarodnimi pravnimi akti, kot so: Petrograjska deklaracija iz leta 1868, haaški konvenciji 1899 in 1907 in Konvencija o

konvencionalnih orožjih iz leta 1983. Na kakšen način bi lahko vse te zahteve združili v enoten oborožitveni sistem?

Ena od rešitev je razvoj novega naboja kalibra 6,5 x 47 mm. Ta ima več prednosti: večji doseg, rahlo večja masa in večja kinetična energija nasproti naboju 5,56 x 45 mm. Težave pri njegovi vpeljavi bi predstavljali: razvoj jurišne puške v novem kalibru (nekateri proizvajalci ponujajo civilne puške v istem kalibru), veliki stroški nabave in razvoja novega vojaškega naboja kalibra 6,5 x 47 mm in sprejetje novih dogovorov in standardov znotraj zveze NATO. Nasproti temu ponuja rešitev naboj 7,62 x 51 mm. Ta se je v preteklosti že uporabljal kot standardni naboj zveze NATO, zdaj pa se uporablja kot mitralješki in ostrostrelski naboj. Jurišne puške v tem kalibru ponujajo vsi večji svetovni proizvajalci vojaške osebne oborožitve. Prehod na naboj 7,62 x 51 mm ponuja takojšnjo rešitev, je na volji v velikih količinah brez sprejemanja dodatnih mednarodnih dogovorov in olajša nekatere logistične težave, saj bi bil naboj 5,56 x 45 mm opuščen. V svoji diplomski nalogi bom analiziral možnost prehoda na kaliber 7,62 x 51 mm pri osebnih oborožitvenih sistemih in kakšne bi bile prednosti ter slabosti.

2 METODOLOŠKI OKVIR

2.1 PREDMET IN CILJ PREUČEVANJA

V svojem diplomskem delu bom analiziral možnost prehoda iz naboja 5,56 x 45 mm na 7,62 x 51 mm kot standardnega naboja modernih oboroženih sil. Analize se bom lotil na podlagi indikatorjev, ki izhajajo iz balistike in drugih vojaških ved, kakšne so prednosti in slabosti obeh nabojev. Na začetku bom predstavil zgodovino razvoja in skupine pehotnih oborožitvenih sistemov, ki so pomembni za zdajšnje stanje na tem področju. Predstavil bom nekatere sisteme obeh skupin orožij in jih primerjal med seboj ter naštel glavne razlike med njimi. Nadalje bom pregledal trenutno stanje na področju razvoja jurišnih pušk kalibra 7,62 x 51 mm. Primerjal bom balistične značilnosti orožij kalibra 5,56 x 45 mm in 7,62 x 51 mm. To primerjavo bom razdelil v tri sklope v katerih bom primerjal notranjo, zunanjo in ciljno balistiko obeh skupin. Namen te primerjave je ugotoviti glavne razlike v balističnih značilnostih orožij. V zaključku bom podal svoje ugotovitve in predlagal kakšne teoretične značilnosti bi morala imeti osebna oborožitev (v nadaljevanju jurišna puška), ki temelji na kalibru 7,62 x 51 mm.

Cilj moje diplomske naloge je analizirati možnosti prehoda iz kalibra 5,56 x 45 mm na 7,62 x 51 mm kot standardnega naboja modernih oboroženih sil, kakšne so prednosti in kakšne so slabosti. Na koncu želim ugotoviti kakšne značilnosti bi morala imeti jurišna puška kalibra 7,62 x 51 mm, da bi lahko nadomestila zdajšnjo standardno oborožitev.

2.2 HIPOTEZI

Za analizo svoje naloge sem si izbral dve hipotezi:

1. uvedba naboja 7,62 x 51 mm v standardno oborožitev vojaka bi odpravila težave na področju učinka, dometa in humanosti.
2. kljub razvoju na področju modernih oborožitvenih sistemov sta večja masa in večji odsun, ki ga prinaša naboj kalibra 7,62 x 51 mm še vedno nesprejemljiva.

2.3 METODOLOŠKI PRISTOP

Metode, ki bom jih pri svoji diplomski nalogi bom uporabil so: statistično metodo za ugotavljanje razlik med balističnimi in drugimi lastnostmi naboja 5,56 x 45 mm in 7,62 x 51 mm, deskriptivno metodo za opis posameznih oborožitvenih sistemov v obeh obravnavanih

kalibrnih in komparativno metodo za primerjavo med posameznimi oborožitvenimi sistemi, ki uporabljajo enega od naštetih kalibrov.

3 OPREDELITEV POJMOV

3.1 BALISTIKA

Balistika je veda o streljanju, letu in efektu izstrelkov. Osnovno razumevanje balistike je potrebno, da poznamo dejavnike, ki vplivajo na preciznost in natančnost, ter kako jih upoštevati za zadevanje želenih ciljev. Balistika se deli na štiri sklope: notranja, tranzicijska, zunanja in ciljna (Headquarters, Department of the Army 1996). Balistika se v osnovni deli na tri področja: notranja balistika, zunanja balistika in ciljna balistika. Notranja balistika se ukvarja z delovanjem naboja znotraj orožja; s procesi, ki se dogajajo od trenutka sprožitve naboja do trenutka ko zrno zapusti cev. Zunanja balistika se ukvarja z letom in obnašanjem izstrelka od trenutka ko zapusti cev in zadene cilj. Ciljna balistika se ukvarja z razstrosom izstrelkov in učinki zadetkov (Žabkar in Svete 2011). Balistika, veda o gibanju izstrelkov, se deli na tri dele: notranja balistika zadeva dogajanja v cevi orožja, zunanja balistika se ukvarja z letom izstrelka, ciljna (končna) balistika pa z udarom oziroma učinkom izstrelka (Švajcer in drugi 1995, 110). Balistika je torej znanost, ki se ukvarja s streljanjem, letom in učinki različnih izstrelkov. Deli se na tri dele v odvisnosti od trenutnega položaja izstrelka: v cevi orožja, v letu ali zraku in v cilju.

3.1.1 NOTRANJA BALISTIKA

Notranja balistika je pomemben aspekt primerjave delovanja obeh nabojev. Delovanje samega naboja v notranjosti orožja zajema ravno to področje balistike in je za natančno analitično primerjavo obeh nabojev ključno razumevanje tega področja. Notranja balistika je v knjigi dr. Žabkarja, *Sodobni oborožitveni sistemi*, opredeljena: »Notranja balistika se ukvarja s procesi, ki se odvijajo v tulcu naboja in v cevi orožja pod vplivom vžiga in hitrega izgorevanja smodniške polnitve. Vroči plini, ki nastanejo ob izgorevanju smodnika, poženejo izstrelek skozi cev« (Žabkar 2011, 23).

3.1.2 ZUNANJA BALISTIKA

»Zunanja balistika se proučuje z gibanjem izstrelka skozi prostor do trenutka, ko izstrelek s svojim zadnjikom zapusti ustje cevi, do njegovega udara v cilj« (Žabkar 2011, 50). Zunanja balistika je znanost, ki se ukvarja z dejavniki, ki vplivajo na projektil ko ta zapusti cev orožja.

Če ne bi bilo značilnosti atmosfere in sile gravitacije bi projektil nadaljeval svojo pot v nedogled s konstantno hitrostjo v smeri cevi. Z upoštevanjem teh značilnosti ugotovimo, da projektil zgubi na hitrosti, začne padati in se odklanja od namerilne točke (Global Security 2014). Je znanost osredotočena na dejavnike, ki vplivajo na obnašanje projektila, ko ta zapusti cev orožja. Ti dejavniki so: začetna hitrost, sila teže in atmosferski pogoji (Merriam Webster 2014). Zunanja balistika se ukvarja predvsem z letom samega izstrelka in dejavniki ki vplivajo nanj med letom.

3.1.3 CILJNA BALISTIKA

Ciljna balistika se ukvarja s proučevanjem zakonov raztrosa izstrelkov na različnih razdaljah in višinah streljanja ter na različnih naklonih zemljišča, prav tako pa tudi s proučevanjem učinkov izstrelkov pri zadetku v različne cilje (Žabkar 2011). Ciljna balistika je v veliko primerih najmanj obravnavani del balistike, ko gre za uporabo določenega naboja za specifičen namen. Preučuje kako se projektil obnaša ko zadane tarčo in kako prenaša svojo kinetično energijo na tarčo. Oblika zrna in hitrost zrna ob udaru v tarčo igrata največjo vlogo pri prenašanju te sile (Hornady 2014).

Za razumevanje razlik, ki jih prinašata različna kalibra jurišnih pušk je poleg primerjave različnih pušk potrebna tudi analiza balističnih lastnosti teh orožij. Za mojo diplomsko nalogo so osrednjega pomena na področju notranje balistike energija odsuna, na področju zunanje balistike doseg, hitrost in kinetična energija na določeni razdalji, na področju ciljne balistike količina energije, ki jo ima zrno ob zadetku v cilj ter poškodbe povzročene z udarom zrna v živo tkivo.

3.2 JURIŠNA PUŠKA

Za jurišne puške se štejejo puške, ki izpolnjujejo naštetje pogoje: 1. je osebna oborožitev, 2. mora imeti sposobnost selektivnega ognja med polavtomatskim in avtomatskim načinom, 3. uporablja naboje vmesne moči; močnejše od pištolskih in šibkejše od puškovnih, 4. puška se polni z okvirjem, 5. učinkoviti doseg mora znašati vsaj 300 metrov (Hogg in Gander 2005). Vojaško orožje, ki strelja manjšo velikost nabojev ali naboje z manjšo smodniško polnitvijo in ima sposobnost izbire ognja med polavtomatskim in avtomatskim načinom. Ker so lahke in prenosljive, kljub temu pa sposobne velike hitrosti streljanja in so zadovoljivo natančne na razdaljah 300 do 500 metrov, so jurišne puške nadomestile repetirke in polavtomatske puške iz 2. svetovne vojne kot standardno pehotno orožje modernih oboroženih sil. Njihova enostavnost za uporabo jih naredi idealne za mobilne enote, ki se prevažajo s transporterji ali

helikopterji, kakor tudi za gverilce, ki se spopadajo v tropskem gozdu ali urbanem okolju. Jurišne puške v široki uporabi so: ameriška M16, sovjetski kalašnikov (in njegove moderne izvedbe), belgijski FAL in FNC in nemški G3 (Encyclopaedia Britannica 2014). Polavtomatske in avtomatske (jurišne) puške uporabijo del energije smodniške polnitve za ponovno napenjanje udarnega mehanizma in vstavev novega naboja v ležišče. Tiste, ki ob vsakem pritisku na sprožilec izstrelijo po en naboj, običajno imenujemo samopolnilne ali polavtomatske puške. Druge, običajno imenovane avtomatske ali jurišne puške, lahko ob pritisku na sprožilec streljajo v rafalih. Ker načeloma ne streljajo nabojev polne moči, jih je moč uporabljati enako kot brzostrelke (Švajcer in drugi 1995, 150).

Osredotočil se bom na osebne oborožitvene sisteme ki imajo lastnosti jurišne puške: delovanje po principu samopolnjenja ali avtomatskega polnjenja, torej da puška sama izvrže prazen tulec in položi v zaklep nov naboj – neglede na kakšen način to delo opravi. Manjši kalibri od 5,56 x 45 mm do 7,62 x 51 mm. Manjša masa in mobilnost. Na osnovi teh značilnosti bom primerjal nekatere najbolj tipične jurišne puške ter analiziral balistiko dveh pušk z različnima kalibroma. Jurišna in avtomatska puška sta sinonima.

3.3 NABOJ

Izum kovinskega naboja je v veliki meri olajšal težave s polnjenjem zadaj in hitrim streljanjem. Njegov medeninasti tulec vsebuje pogonsko polnitev, kroglo, lastno netilno sredstvo in zatesni ležišče naboja pri strelu. Je nepremočljiv in delo z njim je varno (Švajcer in drugi 1995, 112). Moderno strelno orožje uporablja enovit naboj, ki je sestavljen iz tulca, netilke, smodniške polnitve in zrna (Hartnik 2004, 35). Termin se nanaša na sestav eksplozivnih in neeksplozivnih komponent, namenjenim točno določeni funkciji ob zaželenem času in pogoji. Primer kompletne sestave naboja: a) tulec (ohišje), polnitev sestavljena iz smodniške polnitve in netilke ter projektil (zrno) (DOD Dictionary 2014).

Naboj je sestavljen iz 4 delov: tulca, netilke, pogonske polnitve in zrna. Vsakokratna uporaba termina naboj se tako navezuje na celoto, medtem ko je termin zrno ali izstrelek omejen samo na projektil, ki zapusti cev orožja. Splošna značilnost nabojev je, da se aktivirajo ob udarcu igle na netilko, ta se sproži in s tem povzroči gorenje smodnika v tulcu. Naglo naraščanje pritiska požene zrno skozi cev orožja. V moji diplomski nalogi imajo poseben pomen masa in hitrost zrna, količina smodniške polnitve in masa naboja. Masa in hitrost zrna vplivata na doseg in učinkovitost naboja, količina smodniške polnitve vpliva na hitrost zrna in na energijo

odsuna, masa naboja pa vpliva na maso orožja in maso, ki jo mora nositi vojak v bojnih operacijah.

3.4 KALIBER

Kaliber sodobnega orožja in streliva je kompleksna tematika. Najjasnejši način zapisa je vsekakor metrični sistem, ki podaja dve vrednosti. Primer nemškega naboja 7,92 x 57 mm: prva oznaka pomeni nominalni premer cevi, druga oznaka pove dolžino tulca v milimetrih. To navadno zadostuje za razlikovanje različnih izvedb streliva z enakim premerom krogle, a različno dolžino tulca. Dodana črka R označuje, da ima tulec pri dnu štrleč rob, v nasprotju z brezrobnimi izvedbami nabojev, ki pa imajo tudi rob, vendar ta ne presega premera tulca (Švajcer in drugi 1995, 113). Kaliber orožja se vedno meri med dvema najbolj oddaljenima nasprotnima poljema in izraža v milimetrih, centimetrih ali palcih (inčah). Žlebovi so praviloma 2,3 do 2,5-krat širši od polj. Globina žlebov je za malokalibrska orožja 2–4 % kalibra. Ožlebljene cevi imajo v svoji notranjosti več zavitih risov po celotni dolžini. Če pogledamo v notranjost cevi vidimo, da ima tako ožlebljena cev polja, ki so dvignjena in spuščena. Pomembno je, da ločimo ali merimo kaliber med dvignjenimi polji ali spuščeni. Najpogosteje se meri kaliber med dvignjenimi polji. Kaliber se lahko nanaša tudi na dolžino cevi, primer: če je kaliber cevi 9 mm in je cev dolga 10 kalibrov je dolžina cevi 90 mm. (Žabkar 2011). Kaliber označuje notranji premer žlebov v cevi v puški ali premer naboja, topniške granate ali rakete (Oxford Dictionaries 2014).

Kaliber se nanaša na tri pojme: na notranji premer cevi, dolžino cevi in na največji premer zrna naboja. V moji nalogi se pojem kaliber navezuje samo na notranji premer cevi med dvema dvignjenima poljema in na dimenzije naboja (premer zrna in dolžina tulca). Dolžino cevi bom vedno izražal v milimetrih. Velikost zrna vpliva na njegove balistične lastnosti. Za večje zrno je potrebna večja smodniška polnitev da doseže zeleno razdaljo, večja smodniška polnitev pa vpliva na maso orožja in na odsun orožja. Različne velikosti in mase zrna imajo različne količine energije ob udaru v cilj (na količino energije vpliva tudi hitrost zrna).

4 RAZVOJ AVTOMATSKE PUŠKE KALIBRA 7,62 x 51 mm

Za ugotovitev značilnosti te skupine orožij bom na kratko pregledal zgodovinski razvoj nekaterih drugih oborožitvenih sistemov in njihovih značilnosti, ter jih primerjal z značilnostmi razvoja avtomatskih pušk po drugi svetovni vojni.

4.1 PUŠKE REPETIRKE

Uporabljajo različne tipe vzvodov s katerimi se sproži cikel praznjenja in polnjenja orožja, cevi so izžlebljene za povečanje natančnosti in dosega orožja. V vojaški uporabi pred in po 1. svetovni vojni so bili predvsem valjasti zaklepi. Velikosti nabojev teh orožij so bili po današnjih standardih veliki: 7,62 x 54 mm R (Rusija), 7,92 x 57 mm (Nemčija) in 7,7 x 56 R mm (Velika Britanija). Vsa ta orožja so imela maso med 4 in 5 kg, dolžina orožij od 1200 mm do 1300 mm. Njihov brisani domet je znašal okrog 400 metrov (Žabkar 2007).

4.2 MITRALJEZI

So se razvili iz želje po večji ognjeni moči posameznega vojaka. Prve različice so bile več cevna posadkovna orožja z veliko maso, katerih delovanje je poganjal posamezen vojak preko vzvoda. Razvoj kovinskega tulca je omogočil izkoriščanje trzaja orožja za polnjenje ležišča z novim nabojem. Princip je omogočil avtomatično polnjenje orožja in posledično veliko večjo ognjeno moč. Ta orožja so uporabljala puškovne naboje. Na začetku so imela veliko maso (nad 30 kg) in so bila nemobilna, imela so zaščito za posadko v obliki kovinskih plošč, naboji so bili namaščeni na redniku ali platnenem pasu po 100 ali več nabojev, kar je omogočalo visoko ognjeno moč. Kasneje z razvojem lahkih mitraljevov in puškomitraljevov (med 7 kg in 15 kg) pridobijo na mobilnosti, izgubijo pa pri zaščiti in ognjeni moči, saj uporabljajo nabojnike s kapaciteto 20–30 nabojev. Teoretična hitrost streljanja znaša povprečno 500 nabojev na minuto (Enciklopedija orožja 2008).

4.3 BRZOSTRELKE

Najpogostejše značilnosti tega orožja so avtomatsko polnjenje, uporaba pištolskih nabojev: 9 x 19 mm, 7,62 x 25 mm in .45 ACP (11,43 x 23 mm). Brzostrelke imajo daljše izžlebljene cevi kot pištole za boljšo natančnost, a še vedno precej krajše od pušk. Teoretična hitrost streljanja te skupine orožij je 400 nabojev na minuto in več. Nabojniki imajo glede na različne modele različno kapaciteto. Uporabnost teh orožij je predvsem v bližinskem boju, kjer sta krajša cev in manjša masa, združena z ognjeno močjo, precejšnja prednost (Hartink 2001).

4.4 JURIŠNE PUŠKE KALIBRA 7,62 x 51 mm

Po 2. svetovni vojni vpeljejo v ZDA naboj 7,62 x 51 mm kot standardni naboj svojih oboroženih sil. Kasneje, leta 1953 postane isti naboj še standardni naboj zveze NATO. Tako so okrog tega kalibra in iz prejšnjih značilnosti nekaterih orožij začeli konstruktorji razvijati avtomatske puške za oborožitev vojaških sil držav (Hartnik 2000). Polavtomatske puške so bile prehodna rešitev med repetirkami iz druge svetovne vojne in avtomatskim puškam, ki so

jim sledile. Kot glavno orožje pehote so se uporabljali le približno deset let. V tem obdobju je – nekje prej, drugje pozneje – v vseh armadah postalo jasno, da bi lahko na podlagi izkušenj z brzostrelkami izdelali namesto polavtomatskih prave avtomatske puške, ki bi po izbiri streljale s posamičnimi naboji ali rafalno, in pri katerih bi z regulatorjem lahko uravnavali režim streljanja, ne da bi pri tem kakorkoli okrnili balistične in druge poglobitne tehnične in taktične lastnosti orožja (Žabkar 2007, 134). V primerjavi med tremi najbolj značilnimi jurišnimi puškami kalibra 7,62 x 51 mm bom ugotovil do katere mere so ta orožja podobna prejšnjim oborožitvenim sistemom in katere njihove lastnosti združujejo.

4.4.1 FN FAL

Proizvajalec je belgijski koncern FN Herstal. V oborožitev prvih držav sprejet leta 1954, ena od najpogostejših avtomatskih pušk na svetu. Masa glede na različne izvedbe je med 4,3 kg in 6 kg. Cev je dolžine 533 mm, skupna dolžine puške je glede med 1125 mm in 748 mm (z zloženim kopitom). Teoretična hitrost streljanja je 700 nabojev na minuto. Izstopna hitrost zrna na ustju cevi je 840 m/s. Učinkoviti doseg znaša med 400 in 600 metrov. V uporabi sta bila dva tipa nabojnika: za 20 in za 30 nabojev (Hartink 2001, 149–150)

4.4.2 HECKLER & KOCH G3

Nemško podjetje Heckler & Koch je po NATO standardih proizvedlo puško G3, ki je začela svojo vpeljavo v oborožene sile leta 1959 in je v uporabi še danes. Masa puške je glede na različne izvedbe med 4,1 kg in 5,5 kg (z različnimi dodatki, kot so optične namerilne naprave). Cev je dolžine 450 mm, skupna dolžina puške je 1025 mm. Teoretična hitrost streljanja je 600 nabojev na minuto. Izstopna hitrost zrna je 800 m/s. Učinkoviti doseg znaša 500 metrov. Nabojnik ima kapaciteto 20 nabojev (Gangarosa 2001).

4.4.3 ZDA M14

Puško je pod pogodbo proizvajalo več različnih orožarskih podjetij: Springfield Armory, Winchester in Harrington & Richardson. V oborožitev vpeljana 1959, a zamenjana že leta 1964. Masa orožja znaša 4,1 kg brez nabojnika. Cev je dolžine 559 mm, skupna dolžina orožja je 1126 mm. Teoretična hitrost streljanja znaša 750 nabojev na minuto. Izstopna hitrost izstrelka je 850 m/s. Učinkoviti domet znaša 460 metrov, z različnimi optičnimi namerilnimi napravami pa nad 800 metrov. Nabojnik je imel kapaciteto 20 nabojev (Headquarters, Department of the Army 1965).

4.5 PREGLED ZNAČILNOSTI JURIŠNE PUŠKE KALIBRA 7,62 x 51 mm

V primerjavi značilnosti te skupine orožij z značilnostmi orožij iz prejšnjega poglavja: jurišne puške kalibra 7,62 x 51 mm imajo podobno dolžino kot puške repetirke, okrog 1100 mm, čeprav so v potrebi po bolj kompaktnih puškah začeli proizvajalci ponujati možnost preklopnega kopita. Kaliber nabojev je prav tako podoben, a je bil v luči standardizacije v zvezi NATO poenoten iz množice različnih na enoten kaliber. V masi tudi ni večjih sprememb, znaša nekje med 4 do 5kg. Spremembe se začno pri principu delovanja; namesto ročnega repetiranja orožja gre pri avtomatskih puškah za avtomatično polnjenje po različnih principih delovanja, ki izhajajo iz trzaja samega orožja, prvič izkoriščenega za avtomatično polnjenje orožja pri mitraljezu. Kapaciteta nabojnika je enaka kot pri lahkih mitraljezih in puškomitraljezih, 20–30 nabojev. Teoretična hitrost streljanja je podobna mitraljezom in brzostrelkam 500–700 nabojev na minuto.

Po primerjavi lahko ugotovimo, da so avtomatske puške razvite neposredno po drugi svetovni vojni, ohranile več značilnosti pušk repetirk, kot so: dolžina, masa, kaliber naboja in jih združile z avtomatskim delovanjem brzostrelk in mitraljezov.

5 JURIŠNE PUŠKE KALIBRA 5,56 x 45 mm

Razvoj manjšega kalibra se je začel z izkušnjo oboroženih sil ZDA v Vietnamu, kjer sta ob bok bila postavljena standardni naboj Varšavskega pakta 7,62 x 39 mm s standardnim nabojem zveze NATO 7,62 x 51 mm. Ugotovili so, da prednost, ki jo prinaša daljši doseg naboja 7,62 x 51 mm ne morejo izkoristi, saj so odkrivali tarče na manjših razdaljah zaradi vegetacije in uspešnega maskiranja. Po principu puške AR-10, ki je uporabljala naboj 7,62 x 51 mm, so izdelali puško za manjši naboj 5,56 x 45 mm. Ta je enkrat lažji, a je dosegal zadovoljive rezultate. Zgledu so sledili še ostali zavezniki v zvezi NATO (Žabkar 2007). Vpeljava naboja 5,56 x 45 mm v ameriške oborožene sile je posledica specifične situacije vietnamske vojne. Poveljstvo je izhajalo iz predpostavke, da nasprotnika prepoznavajo na manjši razdalji in zato ni potrebe po velikih nabojih z dolgim dosegom. K vpeljavi je tudi pripomogla za polovico manjša masa naboja 5,56 x 45 mm. Patruljiranje in postavljanje zased v vietnamskem tropskem gozdu je pomenilo, da je vojak moral s sabo nositi večino svojih zalog. Prednost manjšega in lažjega naboja je tako očitna.

5.2 PRIMERI JURIŠNE PUŠKE KALIBRA 5,56 x 45 mm

5.2.1 FN F2000

Proizvajalec je belgijski FN. V redno oborožitev prvič vpeljan leta 2001. Največja značilnost tega orožja je njegova oblika in sorazmerno kratka dolžina ter stabilnost zaradi bullpup oblike (oblika pri kateri je cev in kopito na isti višini, nabojnik pa se vstavlja za pištolskim ročajem). Masa orožja je med 3,4 in 3,6 kg, odvisno od verzije. Dolžina orožja variira med 688 mm in 744 mm. Obstajata dve dolžini cevi: 400 mm in 443 mm. Izstopna hitrost zrna je 900 m/s. Učinkoviti doseg orožja je 500 metrov. Nabojnik ima kapaciteto 30 nabojev (Kunstelj in Velikogne 2009).

5.2.2 M4A1

Orožje proizvajajo različna podjetja, razvijejo ga v podjetju Armalite pod imenom AR-15. V proizvodnji je od leta 1994. Je karabinska (krajša) verzija puške M16, z možnostjo izbire ognja med avtomatskim in polavtomatskim. Skupna dolžina orožja je odvisna od iztegnjenega ali zloženega teleskopskega kopita (posledično torej od strelca), znaša pa med 840 mm in 756 mm. Masa orožja je 2,9 kg. Dolžina cevi je 300 mm. Začetna hitrost izstrelka 880 m/s. Učinkoviti doseg znaša 500 metrov. Nabojnik sprejme 30 nabojev (Miller 2002, 460–465).

5.2.3 HECKLER & KOCH G36

Obstaja veliko različnih izvedb te puške, zato so osnovne značilnosti različne. Prve puške so začele prejemati oborožene sile 1997. Dolžina orožja je odvisna od verzije in od iztegnjenega ali zloženega kopita, ter kratkih izvedb puške kot sta G36K in G36C. Masa orožja je ponovno v odvisnosti od izvedbe, med 2,8 kg in 3,8 kg. Skupna dolžina puške je med 1002 mm in 500 mm. Dolžine cevi, ki so nameščene na različne modele so 480 mm, 318 mm in 228 mm. Učinkoviti doseg je odvisen od verzije, merki so nastavljivi na razdaljah od 200 metrov do 600 metrov. Izstopna hitrost zrna je med 920 m/s pri daljši cevi in 850 m/s pri krajši. Na izbiro sta dva nabojnika, en kapacitete 30 nabojev, drugi sprejme 100 nabojev (Genys 2012).

5.3 ANALIZA

Tabela 5.1: ZNAČILNOSTI JURIŠNIH PUŠK

Jurišna puška	Kaliber (mm)	Masa (kg)	Dolžina (mm)	Doseg (m)	Začetna hitrost (m/s)
FN FAL	7,62 x 51	4,3-6	1125-748	400-600	840
H&K 63	7,62 x 51	4,1-5,5	1025	500	800
M14	7,62 x 51	4,1	1126	460	850
FN F2000	5,56 x 45	3,4-3,6	744-688	500	900
M4A1	5,56 x 45	2,9	840-756	500	880
H&K G36	5,56 x 45	2,8-3,8	1002-500	200-600	850-920

Vir: Hartink (2001); Gangarosa (2001); Field Manual 23-8 (1965); Kunstelj in Velikogne (2009); Miller (2002); Genys (2012).

V primerjavi treh jurišnih pušk kalibra 5,56 x 45 mm je največja razlika glede na prejšnje puške, kompaktnost. Puške so postale lažje, masa sedaj znaša med 2,8 in 3,5 kg, prejšnje jurišne puške so imele maso med 4 in 5 kg. Puške so postale krajše. Prej je standardna dolžina puške znašala okrog 1100 mm, ta se je zmanjšala celo na 500 mm s preklopnim kopitom. Cevi so se pravitako skrajšale iz prejšnjih 553–450 mm na 480–228 mm. Izstopna hitrost se je v povprečju povečala za 100 m/s na okrog 900 m/s. Doseg in kapaciteta nabojnika sta pa ostala nespremenjena; doseg v povprečju znaša 500 metrov, nabojnik pa sprejme 30 nabojev. Prejšnja primerjava jurišnih pušk kalibra 7,62 x 51 mm je pokazala, da so puške obdržale nekatere značilnosti pušk repetirk, združenih s principom avtomatskega delovanja. Primerjava jurišnih pušk kalibra 5,56 x 45 mm pa pokaže, da so se puške bolj približale brzostrelkam. So bolj kompaktnih mer kot starejše jurišne puške. Spremenila se je tudi oblika, nekatere puške imajo obliko bullpup (britanski L85, avstrijski Steyer AUG in belgijski FN F2000), prednost katerega je krajša dolžina in boljši nadzor orožja pri avtomatskem ognju. Doseg je ostal nespremenjen pri 500 metrih. Hitrost streljanja se je povečala zaradi manjšega odsuna, ki ga imajo puške manjšega kalibra. Razliko vidimo tudi v mnogo različnih izvedbah istega orožja. Na izbiro so puške različnih mas, dolžin, dolžin cevi, opremljene so z optičnimi namerilnimi napravami, IR označevalci, laserji, svetilkami in dodatnimi orožji kot so bombometi. To izhaja iz želje proizvajalcev, da bi prodali svoje izdelke in zato ponujajo iste modele v več različnih izvedbah. S tem želijo zadovoljiti potrebe različnih vej oboroženih sil, ki želijo krajše verzije puške ali verzije s preklopnim kopitom za padalske enote in posadke različnih oborožitvenih sistemov (tankistov, artileristov).

Če še hkrati povzamemo značilnosti in smer razvoja modernih jurišnih pušk ugotovimo, da je se razvoj vrti okrog kompaktnosti orožja in uporabe modernih kompozitivnih materialov.

Orožja se manjšajo zaradi edinstvenih značilnosti boja v mestu ali zaprtih prostorih (close quarter combat – CQB), enako postajajo vse manjša v želji po čim manjši masi. Z manjšanjem dolžine in mase orožja se posledično izgubi na stabilnosti in natančnosti. Proizvajalci in nekatere oborožene sile ne smatrajo tega kot problematično, saj naj bi v teh primerih boj potekal na razdalji 100 metrov ali manj.

6 JURIŠNE PUŠKE KALIBRA 7,62 x 51 mm DANES

Po svetu nekatere države še vedno uporabljajo belgijski FN FAL in nemški G3, a po večini so to že zastarani modeli in jih uporabljajo bolj iz nujnosti kot iz izbire. V letih od 2008 se je ponovno zagnal razvoj jurišnih pušk kalibra 7,62 x 51 mm. Začetek tega razvoja lahko najdemo v puškah namenjenim vodnim ostrostrelcem (designated marksman).

Opis nalog in orožja navaja ameriška mornariška pehota (U.S. Marine Corps): »Znotraj pehotnega voda ameriške mornariške pehote ima vsak pripadnik svojo nalogo in posebne veščine za izpolnjevanje te naloge. Vodni ostrostrelec je izurjen in ima primerno opremo, da lahko vodu zagotavlja natančno ognjeno moč z dolgim dosegom« (US Marine Jobs: Designated Marksman 2014). Nadalje pri opisu nalog in orožja: »Vodni ostrostrelec poveča skupno ognjeno moč voda mornariške pehote s sposobnostjo uničevanja tarč na velikih razdaljah. Puške, ki jih uporabljajo so opremljene z optičnimi namerilnimi napravami in lahko dosežejo tarče oddaljene 1000 metrov« (Military Answers 2014).

Vodni ostrostrelec ni klasični ostrostrelec, ki deluje znotraj izvidniške enote v paru z označevalcem (spotter). Vodni ostrostrelec je stalno priključen vodu, znotraj njega opravlja svojo nalogo in zagotavlja vodu ostrostrelsko sposobnost. Puške, ki jih uporabljajo vodni ostrostrelci ponujajo praktično vsi večji proizvajalci osebnih oborožitvenih sistemov. Mogoče je najboljši primer načina razvoja pri puški FN SCAR:

Orožje je bilo razvito leta 2004 in je v uporabi oboroženih sil od leta 2009. Puško so od samega začetka načrtovanja in procesa proizvodnje osmislili kot modularno orožje s sposobnostjo opravljanja več nalog z isto osnovno platformo. Tako so orožje proizvedli v treh glavnih verzijah: SCAR-L (SCAR lahki), SCAR-H (SCAR težki) in SSR (ostrostrelska izvedba). SCAR-L uporablja standardni NATO naboj 5,56 x 45 mm med tem ko SCAR-H in SSR pa uporabljata NATO naboj 7,62 x 51 mm. Orožje pri vseh je v osnovi isto, le cev, zaklep in nabojnik sta različna. V kompletu so vsi trije deli izmenljivi med SCAR-L in SCAR-H, kar proizvajalec promovira kot prednost, saj lahko glede na značilnosti naloge

vojak sam prilagodi orožje (seveda mora dele orožja nositi s sabo). Razlike med tipoma lahki in težki gredo dalje (pri obeh primerjam orožji z dolgo izvedbo cevi): težka izvedba ima za 0,5 kg večjo maso, doseg lahkega, 600 metrov, poveča težki na 800 metrov. Lahki ima kapaciteto nabojnika 30 nabojev, težki pa kapaciteto 20 nabojev. Razlika je tudi v začetni hitrosti zrn obeh orožij in sicer je pri lahkem 870 m/s pri težkem pa 714 m/s (FN Hersal 2014).

Podobne značilnosti so tudi pri puškah nemškega proizvajalca H&K, 416/417. Pri tem je 416 verzija prilagojena za strelivo 5,56 x 45 mm NATO, verzija 417 pa za strelivo 7,62 x 51 mm NATO. Obe puški imata veliko različnih verzij in dodatkov. Če povzamemo nekatere osnovne značilnosti ugotovimo da je H&K 417 skoraj za 1 kg težja od H&K 416, začetna hitrost izstrelka H&K 416 je večja za več kot 100 m/s. Doseg H&K 416 je 300 metrov, medtem ko je doseg H&K 417 700 metrov. Obe puški sta proizvedeni v več izvedbah, tudi kot DMR (designated marksman rifle). Pri tem je potrebno dodati, da obstaja verzija H&K 417 kot podpornega orožja na nivoju voda (podobno kot FN minimi) z nabojnikom, ki sprejme 40 nabojev (Heckler & Koch 2014).

Ponovna proizvodnja jurišnih pušk kalibra 7,62 x 51 mm in njihova vpeljava v vojske je v želji po večjem dosegu jurišnih pušk. Tako kot pri vietnamski vojni se je taktična situacija današnjih vojn spremenila, uporniki napadajo oborožene sile iz razdalje kjer jih standardna oborožitev ne more doseči in uporaba zaklonov ter skrivališč je pogosta. Takšno taktiko uporabljajo uporniki zato, da zwabijo enote oboroženih sil iz baz, na glavnih komunikacijah jim postavijo improvizirane eksplozivne naprave in jih napadejo s strelnim orožjem ko poteka reševanje ranjenih (Headquartes, Department of the Army 2014). Ob uvedbi osebne oborožitve z daljšim dosegom je tako prednost očitna: vojaki bi se lahko spopadali z uporniki na večji razdalji, kjer jih orožje upornikov ne bi doseglo. Ta princip že uspešno uporablja več vojsk po svetu, vendar je uvedba jurišnih pušk kalibra 7,62 x 51 mm omejena zgolj na vlogo vodnega ostrostrelca. Orožje, ki ga uporablja vodni ostrostrelec je sicer predstavljeno kot ostrostrelsko, vendar se od običajnega loči zgolj po dolžini cevi, uporabi optičnih namerilnih naprav in namestitvijo nožic (bipoda).

7 PRIMERJAVA BALISTIČNIH LASTNOSTI NABOJEV

Za natančno primerjavo obeh vrst jurišnih pušk je potrebno analizirati samo delovanje teh oborožitvenih sistemov. Različni velikosti nabojev prinašata razlike ne le v zunanjih

značilnostih kot so dolžina in masa orožja, ampak tudi pri notranjem delovanju obeh vrst pušk. Večji kaliber z večjim zrnom in večjim tulcem potrebuje večjo polnitev s smodnikom. To spremeni značilnosti orožja kot so odsun, začetna hitrost izstrelka, dosegom orožja in poškodbe na živih tarčah, ki jih povzroča zrno. Te značilnosti bom primerjal v okvirih notranje, zunanje in ciljne balistike.

Za primerjavo bom vzel puški proizvajalca Heckler & Koch, H&K 416 kalibra 5,56 x 45 mm in H&K 417 kalibra 7,62 x 51 mm. Izbral sem si izvedbi s podobnima dolžinama cevi; cev H&K 416 je dolga 505 mm medtem ko je cev H&K 417 dolga 508 mm. Podobni dolžni cevi olajšata primerjavo med balističnimi lastnostmi obeh pušk, način avtomatskega polnjenja obeh orožij je isti, dimenziji in masa orožja sta pa podobni (Heckler & Koch USA 2014).

Tabela 7.1: LASTNOSTI JURIŠNIH PUŠK H&K

Jurišna puška	Dolžina cevi (mm)	Začetna hitrost (m/s)	Masa orožja (kg)
H&K 416	505	917	3,9
H&K 417	508	789	4,6

Vir: Weapon Systems (2014).

7.1 PRIMERJAVA NOTRANJE BALISTIKE

Odsun ne le vpliva na natančnost streljanja. Zaradi delovanja sil v strelčevo ramo, postane streljanje neprijetno ali boleče če traja daljši čas. Odsun predstavlja težavo za nadzor orožja na avtomatskem režimu streljanja pri katerem se orožje se pogosto dviga. Pri FN FAL-u je ta problem tolikšen, da so Britanci uporabljali izvedbo FAL-a omejeno na polavtomatski ogenj, brez izbire avtomatskega.

Vrednosti, ki izhajajo iz naboja (hitrost izgorevanja smodnika, masa smodnika in masa zrna) navajam iz priročnika za polnjenje nabojev proizvajalca VihtaVuori.

Tabela 7.2: ZNAČILNOSTI NABOJEV

Naboj (mm)	Tip zrna	Masa zrna (g)	Masa smodniške polnitve (g)
5,56 x 45	FMJBT	4	1,6
7,62 x 51	FMJ	10	3

Vir: Reloading Guide (2014).

Energijo odsuna bom izračunal s pomočjo enačbe za hitrost odsuna.

Enačba hitrosti odsuna orožja:

$$v_s = \frac{(m_i \cdot v_0 + m_p \cdot v_p)}{m_s}$$

Vir: Žabkar (2011, 41).

Enačba za energijo odsuna:

$$Ek = \frac{m_s \cdot v_s^2}{2}$$

Vir: Žabkar (2011, 37).

m_i - masa izstrelka v kg,

v_0 – začetna hitrost izstrelka na ustju cevi v m/s

m_p - količina plinov, ki zapuščajo cev (enaka masi smodniške polnitve v kg)

v_p - hitrost iztekanja smodniških plinov (1600 m/s)

m_s - masa oborožitvenega sistema v kg

v_s – hitrost podsuna sistema v m/s

Hitrost odsuna za jurišno puško H&K 416 kalibra 5,56 x 45 mm:

$$v_s = \frac{(m_i \cdot v_0 + m_p \cdot v_p)}{m_s} = \frac{(0,004 \text{ kg} \cdot 917 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,0016 \text{ kg} \cdot 1600 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{3,9 \text{ kg}} = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Sedaj lahko uporabimo enačbo za energijo odsuna:

$$Ek = \frac{m_s \cdot v_s^2}{2} = \frac{3,9 \text{ kg} \cdot 1,6^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} = 3,16 \text{ J}$$

Hitrost odsuna za jurišno puško H&K 417 kalibra 7,62 x 51 mm:

$$v_s = \frac{(m_i \cdot v_0 + m_p \cdot v_p)}{m_s} = \frac{(0,010 \text{ kg} \cdot 789 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,003 \text{ kg} \cdot 1600 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{4,6 \text{ kg}} = 3,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Energija odsuna za jurišno puško H&K 417 kalibra 7,62 x 51 mm:

$$E_k = \frac{m_z \cdot v_z^2}{2} = \frac{(4,6 \text{ kg} \cdot 3,2^2 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{2} = 7,36 \text{ J}$$

Na podlagi izračunov lahko ugotovimo, da sta vrednosti energije odsuna za obe jurišni puški zelo različni. Energija odsuna za manjši naboj znaša 3,16 J, medtem ko energija odsuna za večji naboj znaša 7,36 J. Energija odsuna puške H&K 417 je za 2,3-krat večja od odsuna puške H&K 416.

7.2 ZUNANJA BALISTIKA

Za primerjavo med obema puškama bom ugotavljal kolikšno hitrost imata na določenih razdaljah ob streljanju na nepremično tarčo, kolikšno energijo imata na tej točki in kolikšen je padec zrna. Zaradi kompleksnosti računanja zunanje balistike bom računal s pomočjo balističnega računalnika podjetja Swarovski optik. Obe orožji bom primerjal po treh dejavnikih: po hitrosti na razdaljah: 100 m, 300 m, 500 m, 800 m in 1000 m, po energiji zrna na istih razdaljah in nazadnje še po globini padca zrna na istih razdaljah.

Tabela 7.3: HITROST IZSTRELKA

Jurišna puška	H&K 416	H&K 417
Kaliber (mm)	5,56 x 45	7,62 x 51
Vrsta zrna	FMJBT	FMJ
Masa zrna (g)	4	10
Balistični koeficient (BC)	0.283	0.314
Izstopna hitrost (m/s)	917	789
Hitrost po 100 m (m/s)	807	697
Hitrost po 300 m (m/s)	610	535
Hitrost po 500 m (m/s)	453	410
Hitrost po 800 m (m/s)	312	303
Hitrost po 1000 m (m/s)	272	270

Vir: Swarovski Ballistics Calculator (2014).

Tabela 7.4: ENERGIJA IZSTRELKA

Začetna energija (J)	1689	3025
Energija po 100 m (J)	1309	2358
Energija po 300 m (J)	748	1391
Energija po 500 m (J)	411	816
Energija po 800 m (J)	196	445
Energija po 1000 m (J)	149	353

Vir: Swarowski Ballistics Calculator (2014).

Tabela 7.5: PADEC IZSTRELKA

Padec zrna v cm	H&K 416	H&K 417
Po 100 m	0	0
Po 300 m	40	57
Po 500 m	190	254
Po 800 m	822	1033
Po 1000 m	1576	2061

Vir: Swarowski Ballistics Calculator (2014).

Iz dobljenih vrednosti lahko ugotovimo, da obstajajo razlike med balističnimi lastnosti obeh nabojev. Čeprav je v začetnih hitrostih obeh nabojev velika razlika, se ta manjša z oddaljenostjo od začetne točke. Že po 100 metrih pade hitrost naboja 5,56 x 45 mm za 110 m/s medtem ko hitrost naboja 7,62 x 51 mm pade za 92 m/s. Začetno hitrost bolje ohranja večji in težji naboj 7,62 x 51 mm. Po 500 metrih je njegova hitrost 410 m/s, hitrost naboja 5,56 x 45 mm pa je padla za več kot polovico na 453 m/s. Hitrosti obeh nabojev se z razdaljo približujeta. Razlika pri 1000 metrih je zgolj 2 m/s. Večji naboj ima več energije in jo ohranja dlje kot manjši naboj. V primerjavi ima po razdalji 500 metrov večji naboj enkrat več

energije. Z razdaljo energija manjšega naboja hitro pada iz začetnih 1689 J na 411 J po 500 metrih, do končnih 149 J pri 1000 metrih. Naboj 7,62 x 51 mm ima po 1000 metrih še vedno 353 J. To energijo ohranja predvsem zaradi enkrat večje teže zrna. Masa zrna in manjša začetna hitrost negativno vpliva na padec krogle v letu. Padec je tako večji pri naboju 7,62 x 51 mm, pri 500 metrih je 254 cm. Pri razdalji 800 metrih ima težje zrno padec čez 10 metrov, med tem ko padec lažjega zrna presega 8 metrov. Zaradi tega padca mora vojak prilagoditi namerilno točko ali nastaviti mehanske in optične merke, ko strelja na oddaljene tarče.

8 CILJNA BALISTIKA

V tem delu bom analiziral razliko med obema nabojema pri udaru v žive cilje in učinek njunega udara v osebna zaščitna sredstva.

8.1 UČINEK UDARA ZRNA V ŽIVE CILJE

Izstrelki, ki zadenejo človeka ali žival, lahko človeka ali žival samo obstrelijo, lahko v telo prodrejo in v njem ostanejo, lahko telo predrejo in iz njega izstopijo, lahko pa jih ob udarcu ustavijo čelada, zaščitni jopič ali drugi deli vojaške opreme (v tem primeru lahko pride do notranjih poškodb ob udaru izstrelka in tudi do padcev zadetega vojaka). Pri zadetem vojaku lahko pride do trenutne smrti, pretresa možganov ali (in) do raztrganin tkiva ter s tem povezanih zunanjih ali (in) notranjih krvavitev, zlomov kosti, poškodb notranjih organov, živcev, čutil in praviloma do šoka. Izkušnje dosedanjih vojn kažejo, da vojakom najštevilnejše izgube povzročajo drobni drobcji plaščev razpršilnih izstrelkov; na bojišču so najpogostejše smrti zaradi izkrvavitev. Na učinkovitost pušk, brzostrelk, pištol, revolverjev in drugih strelnih orožij pri streljanju na žive cilje pomembno vplivajo hitrost, masa, translatorska in rotacijska udarna hitrost njihovih izstrelkov, zavarovanost ciljev s čeladami in zaščitnimi jopiči ter dejstvo, ali so cilji v zaklonilnikih in maskiranih. Pri udaru rotirajočega izstrelka v živo tkivo se zaradi oblike izstrelka in kota, pod katerim udari v cilj, spremeni tudi vpadni kot izstrelka. Na gibanje izstrelka začne delovati upor tkiva. Ker se izstrelek vrti z visoko hitrostjo, se obnaša kot giroskop in se med gibanjem skozi telo postopno odkloni od osi gibanja za 90 stopinj. S tem bočnim gibanjem in prevračanjem se večkratno poveča površina izstrelka, ki se tare s tkivom in poveča pojemek hitrosti oz. poveča se upočasnjevanje izstrelka, s tem pa prenos njegove kinetične energije na živo tkivo. Ker je prijemališče spredaj v konici izstrelka, težišče mase izstrelka pa zadaj, se začne destabilizirati izstrelek prevračati okoli prečne osi. Nagli pojemek hitrosti pogosto vpliva, da se lahki in preobremenjeni izstrelek zlomi. Ker izstrelek spreminja smer gibanja in se prevrača, na novi poti skozi tkivo

poškoduje več organov kot težke stare krogle (ki so samo prebijale cilj). Nov tip rane, ki jo povzročajo hitri, lahki in nestabilni izstrelki, se imenuje večkratna rana, saj isti izstrelak na svoji poti skozi organizem zadane in poškoduje več organov in delov telesa (Žabkar 2011, 124–147). Veliko dejavnikov vpliva na samo obnašanje zrna ko prileti v živo tarčo: ta je sestavljena iz različnih tkiv z različno gostoto in trdoto. Lažji naboji so bolj nestabilni in se prej odklonijo od osi vstopa v tkivo. Pogosto se razdrobijo, delci pa nato potujejo po telesu z različnimi hitrostmi in različnimi smernicami. Tako otežujejo reševanje ranjencev in zmanjšajo njihove možnosti za preživetje. Razliko v udaru obeh kalibrov vidimo na primeru preseka povzročene rane:

Težji izstrelak (10 g) naboja 7,62 x 51 mm se začne obračati šele po 15 cm, zrno lažjega (4 g) naboja 5,56 x 45 mm pa že po 7,5 cm gibanja skozi živo tkivo. Po 17,5 cm naredi od te osi obrat za 90 stopinj ter se zaradi obremenitve zlomi na dva dela. Po 30 cm delca naglo spremenita smer gibanja. Težji izstrelak naboja 7,62 x 51 mm se začne obračati šele po 15 cm obrat za 90 stopinj pa naredi po 30 cm – potuje bočno skozi tkivo in tako uničuje večji delež, po 52 cm se obrne v prvotno smer. Razvidno je, da je lažji izstrelak veliko manj stabilen in da povzroča težje poškodbe, saj se že po 17,5 cm zlomi na dva dela, ki se nato gibljeta skozi telo vsak po svoji krivulji in pri tem vsak povzroča svojo rano (Žabkar 2011, 147). Rane prizadejane s kalibrom 5,56 x 45 mm so tako teoretično težje kot pa tiste prizadejane s kalibrom 7,62 x 51 mm. Večja masa težjega izstrelka skupaj z giroskopkim učinkom vrtenja krogle okoli svoje osi tako zagotovita, da ostane zrno stabilnejše in se pozneje začne vrteti po vzdolžni osi. Ker je zrno večje, lažje prenaša obremenitve ob zadetku v živi cilj in ima manjše možnosti fragmentacije. Zrno naboja 5,56 x 45 mm naglo spremeni smer ob zadetku v živi cilj, kar povzroča težave nujni medicinski pomoči, saj mora ta iskati zrno in fragmente zrna po različnih oseh poti izstrelka skozi živo tkivo.

8.2 UPORABA OSEBNIH ZAŠČITNIH SREDSTEV

Moderne oborožene sile so začele uporabljati osebna zaščitna sredstva zaradi neposredne izpostavljenosti sovražnikovem ognju. Razvoj teh sredstev se je pospešeno začel po 2. svetovni vojni. Prelomno točko v razvoju predstavlja izum plastičnih mas, keramike in kovinskih zlitin. Sodobni zaščitni jopiči so sestavljeni iz več materialov, ki ob zadetku delujejo sinergično. Zaščitni jopiči so sestavljeni iz več plasti aramidnih vlaken (kevlar, twaron), iz mehkega oklepa, ki se prilagaja telesu in iz kovinskih, keramičnih ali kompozitivnih zaščitnih plošč, ki se po potrebi vstavljajo v prednji, bočni in hrbtni žep na

notranji strani zaščitnega jopiča. Tako sestavljen zaščitni jopič drobi krogle, te drobce pa prestrezajo aramidna vlakna. Najvišje zaščitne stopnje so sposobne zadržati naboj 7,62 x 51 mm s hitrostjo 868 m/s ob zadetku v jopič. Čelade so isti razcvet razvoja doživele z izumom modernih kompozitivnih materialov. Tako lahko sedaj čelade zadržijo udarec krogle z energijo 140 J, pod njimi se lahko uporablja druga zaščitna sredstva kot so očala, glušniki in zaščitne maske. Imajo namestitvene točke za nočnoglede in komunikacijska sredstva (Žabkar 2007, 86–99). Razvoj zaščitnih jopičev se je tako posvečal predvsem sposobnosti zadrževanju prebojev različnih delcev in krogel. Kljub odlični zaščiti, ki jo nudijo se še vedno pojavlja problem udara krogle oziroma prenosa kinetične energije krogle na vojaka. Krogla ne prebije zaščitnega jopiča, kljub temu pa povzroča poškodbe vojaka, saj svojo visoko kinetično energijo prenese na ploščo ta pa na vojaka. Tako pride do notranjih poškodb prsnega koša. To razliko v kinetični energiji ponazarja v tabela energije zrna pri določeni razdalji. Pri razdalji 300 metrov ima naboj 5,56 x 45 mm hitrost 610 m/s in energijo 748 J. Pri isti razdalji ima naboj 7,62 x 51 mm hitrost 535 m/s in energijo 1391 J. Z večjo kinetično energijo ima naboj 7,62 x 51 mm boljše možnosti zaustavitve nasprotnika, saj je sila udara krogle tako velika, da bi kljub uporabi najboljše zaščitne opreme prišlo do poškodb in izločitve iz boja.

9 ZAKLJUČEK

Na začetku svoje diplomske naloge sem si postavil dve hipotezi, prvič: uvedba naboja 7,62 x 51 mm v standardno oborožitev vojaka bi odpravila težave na področju učinka, dometa in humanosti. Drugič: kljub razvoju na področju modernih oborožitvenih sistemov sta večja masa in večji odsun, ki ga prinaša naboj 7,62 x 51 mm še vedno nesprejemljiva. Prvo hipotezo sem obravnaval v več delih. Na začetku sem naštel značilnosti oborožitvenih sistemov, katerih potomec so jurišne puške kalibra 7,62 x 51 mm. Navedel sem tri primere teh jurišnih pušk in jih primerjal z jurišnimi puškami kalibra 5,56 x 45 mm. V drugem delu sem obravnaval balistične značilnosti obeh nabojev ter učinek nabojev ob zadetku v oseba zaščitna sredstva. Na področju učinka sem ugotovil, da je naboj 7,62 x 51 mm bolj učinkovit pri izločanju nasprotnikov iz boja kot naboj 5,56 x 45 mm. Večji naboj ima sicer nižjo začetno hitrost vendar skoraj enkrat večjo kinetično energijo, ki je posledica večje mase zrna. Naboj 7,62 x 51 mm ohranja svojo hitrost in kinetično energijo dlje kot naboj 5,56 x 45 mm. Slednjemu po 1000 metrih leta kinetična energija pade na 149 J, medtem ko ima večji naboj še vedno 353 J. Ti sposobnosti ohranjanja hitrosti in kinetične energije sta ključni za boljši učinek ob zadetku naboja 7,62 x 51 mm. Tudi ob uporabi zaščitnih sredstev bi zadetek iz manjših razdalj povzročil hude telesne poškodbe preko udara zaščitnih plošč v telo vojaka. Te plošče so sicer sposobne vzdržati preboj naboja, a se kinetična energija kljub temu prenese na prsni koš, kjer povzroči poškodbe na okostju in notranjih organih. Zadetek iz daljše razdalje zagotovo ne bi prebil zaščitnih sredstev, a je še energija vedno dovolj velika da povzroči zelo močan udarec in izločitev vojaka iz boja. Omeniti je potrebno tudi psihološki učinek zadetka: težke poškodbe in velike bolečine, ki bi jih povzročil zadetek močno zmanjša vojakovo voljo po nadaljevanju boja. Domet naboja 7,62 x 51 mm je večji od naboja 5,56 x 45 mm, vendar ostane neizkoriščen. Pri analizi dometa sem izračunal hitrost in kinetično energijo nabojev do razdalje 1000 metrov. Oba naboja letita dlje vendar nista več sposobna natančnega zadevanja ciljev. Na 1000 metrih so jurišne puške kalibra 7,62 x 51 mm z dodatkom namerilnih naprav in stabilne podloge sposobne zadevati cilje, natančnost jurišnih pušk kalibra 5,56 x 45 mm pa pade po 600 metrih, tudi ob uporabi dodatnih optično-namerilnih naprav. To dejstvo je posledica hitrega padanja začetne hitrosti in kinetične energije. Prednost večjega naboja ponovno leži v sposobnosti ohranjanja začetne hitrosti in kinetične energije. Ta ima na večji razdalji večji učinek od manjšega naboja. Zaradi večje mase uspešneje ohranja smer leta in je tako natančnejši. To nenazadnje potrjuje tudi nova vloga jurišnih pušk kalibra 7,62 x 51 mm. Te so našle svojo mesto v vlogi DMR-jev, to je ostrostrelske puške vodnih ostrostrelcev. Ti

uporabljajo puške, ki so brez dodatkov praktično enake jurišnim puškam kalibra 7,62 x 51 mm. Nova izvedba ameriške M14 sicer uporablja polimere namesto lesa, teleskopsko kopito namesto lesenega in nožice. Cev, zaklep in način delovanja puške pa je nespremenjen že 55 let! SCAR-H in H&K 417 se na pogled le rahlo ločita od svojih izvedenk prilagojenih za streljanje z nabojem 5,56 x 45 mm. Obe puški obstajata v izvedbi prilagojeni za ostrostrelske naloge, kjer se ponovno ločita od ostalih modelov le po uporabi nožic in optično namerilnih naprav. Poškodbe, ki jih povzročata oba naboja 5,56 x 45 mm in 7,62 x 51 mm so zelo različne. Naboj 7,62 x 51 mm ima pri majhni razdalji zelo veliko kinetične energije in tako bistveno lažje prebije žive tarče. Te poškodbe so za zdravljenje lažje, saj ni potrebno v telesu iskati zrna ali njegovih delčkov. Poškodbe so lahko kljub temu smrtne; odvisno od mesta vstopa zrna v telo in njegove poti skozi telo. Vendar večji naboj ohranja svojo smer leta skozi telo bolje kot manjši naboj, tako da poškoduje samo tkivo ob mestu vstopa in tkivo, ki leži direktno v smeri leta. Manjši naboj 5,56 x 45 mm ob zadetku v živo tkivo močno zavije in tako hitreje sprosti svojo kinetično energijo. To poškoduje več tkiva v okolici mesta zadetka. Zaradi hitrega prevračanja in majhne mase se naboj razcepi na dva ali več delov. Ti deli nato potujejo po telesu z različnimi smernicami in na svoji poti poškodujejo več organov kot bi jih, če bi naboj samo prebil telo. Pogosta odsotnost izstopne rane prav tako oteži ozdravitev, saj zdravnik težko ugotovi položaj fragmentov naboja.

V primerjavi med jurišnimi puškami kalibra 7,62 x 51 mm in kalibra 5,56 x 45 mm je ena od najočitnejših razlik v masi različnih sistemov. Če je bila najmanjša masa jurišnih pušk kalibra 7,62 x 51 mm 4,1 kg, je najmanjša masa jurišnih pušk kalibra 5,56 x 45 mm 2,8 kg. To predstavlja zelo veliko razliko, saj je vojak na modernem bojišču zelo obremenjen z maso vseh sistemov, ki jih mora nositi s sabo in se z njimi bojevati. Ta razlika ostaja tudi pri modernih jurišnih puškah kalibra 7,62 x 51 mm. Te še vedno tehtajo med 3,5 kg in 3,9 kg v najlažjih izvedbah, brez dodatka namerilnih naprav in dodatnih orožij kot so bombometi ipd. Morda še bolj ključno kot masa same jurišne puške je masa streliva. Naboj 7,62 x 51 mm je več kot enkrat težji od naboja 5,56 x 45 mm. Vojak lahko tako z manjšim nabojem nese enkrat večji bojni komplet streliva v boj, medtem ko ima naboj 7,62 x 51 mm na voljo bistveno manj ob nespremenjeni masi streliva. To je bil tudi poglobitni razlog za vpeljavo manjšega naboja v oborožene sile. Večja smodniška polnitev in večja masa zrna naboja 7,62 x 51 mm povzročata večji odsun. Pri izračuna odsuna za jurišno puško H&K 417 sem ugotovil, da odsun znaša 7,36 J, odsun jurišne puške manjšega kalibra pa znaša 3,16 J. V praksi to pomeni, da puška H&K 417 prenaša večjo silo v strelčevo ramo kot puška z manjšim

nabojem. Odvisno od ergonomije in oblike puške povzroča odsun tudi dvig in odstopanje od namerilne točke pri streljanju. Ta efekt se lahko zmanjša z uporabo različnih sistemov za avtomatsko polnjenje orožja (namestitvev zaklepa na kroglične ležaje), uporaba vzmetnih blažilnikov v notranjosti orožja in namestitvijo plinskih blažilnikov na ustje cevi.

Obe svoji hipotezi potrjujem. Uvedba naboja kalibra 7,62 x 51 mm v standardno oborožitev vojaka bi odpravila težave na področju učinka, dometa in humanosti. Učinek ob zadetku ciljev z nabojem 7,62 x 51 mm je večji, takšno orožje ima večji domet oziroma je bolj učinkovito na večji razdalji: rane povzročene z večjim nabojem so tako manj nevarne in jih je lažje zdraviti kot rane povzročene z majhnimi, nestabilnimi naboji. Uvedba tega naboja v standardno oborožitev kljub temu ne bi bila mogoča, saj je masa jurišne puške kalibra 7,62 x 51 mm večja od mase jurišne puške 5,56 x 45 mm, prav tako je večja masa samih nabojev. Odsun jurišnih pušk kalibra 7,62 x 51 mm je tako kot pred leti še vedno prevelik za učinkovito obvladovanje orožja.

10 LITERATURA

1. DOD Dictionary of Military Terms. 2014. *Assault Rifle* Dostopno prek: http://www.dtic.mil/doctrine/dod_dictionary/?zoom_query=round&zoom_sort=0&zoom_per_page=10&zoom_and=1 (2. junij 2014).
2. Encyclopaedia Britannica. 2014. *Assault Rifle*. Dostopno prek: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/39165/assault-rifle> (3. junij 2014).
3. FN Herstal. 2014. *SCAR Assault rifles*. Dostopno prek: <http://www.fnherstal.com/primary-menu/products-capabilities/rifles.html> (17. maj 2014).
4. Gangarosa, Gene Jr. 2001. *Heckler and Koch: Armorers of the Free World*. South Hackensack: Stoenberg Publishing Company.
5. Genys, Andrius. 2012. *Submachine Guns and Assault Rifles: HK G36*. Dostopno prek: http://www.military-today.com/firearms/hk_g36.htm (1. junij 2014).
6. Hartnik, Anton E. 2000. *Die enzyklopädie der Militärwaffen*. Frechen: Komet MA.
7. --- 2001. *Die enzyklopädie der Gewehre & Karabiner*. Frechen: Komet MA.
8. --- 2004. *Illustrierte Pistolen und Revolver Enzyklopädie*. Eggolsheim: Dörfler Verlag GmbH.
9. Headquarters, Department Of The Army. 1965. *Field Manual 23-8: U.S. Rifle 7,62mm, m14 and m14e2*. Dostopno prek: http://www.cgsc.edu/carl/docrepository/fm23_8_1965.pdf (21. maj 2014).

10. --- 1996. *Field Manual 6-40: Tactics, Techniques, and Procedures for Field Artillery Manual Cannon Gunnery*. Dostopno prek: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/docs/fm6-40-ch3.htm> (4. junij 2014).
11. --- 2014. *Field Manual 3-24: Insurgencies and Countering Insurgencies*. Dostopno prek: <http://www.fas.org/irp/doddir/army/fm3-24.pdf> (3. junij 2014).
12. Heckler & Koch USA. 2014. *Rifles and Carabines*. Dostopno prek: http://www.hk-usa.com/military_products/mil_rifles.asp (5. junij 2014).
13. Heckler & Koch. 2014. *Sturmgewehre*. Dostopno prek: <http://www.heckler-koch.com/de/produkte/militaer/sturmgewehre.html> (20. maj 2014).
14. Hogg, Ian in Terry Gander. 2005. *Jane's Guns Recognition Guide*. New York: HarperCollins Publishers.
15. Hornady. 2014. *Terminal Ballistics*. Dostopno prek: <http://www.hornady.com/ballistics-resource/terminal> (7. junij 2014).
16. Knific, Boris. 2008. *Nova encikopedija orožja*. Radomlje: Defensor d.o.o.
17. Kunstelj, Aleš in Boštjan Velikogne. 2009. *Navodilo za uporabo in usposabljanje, avtomatska puška FN F 2000 S 5,56 mm, podcevni bombomet*. Ljubljana: Poveljstvo za doktrino, razvoj, izobraževanje in usposabljanje.
18. Merriam Webster Dictionar. 2014 *Exterior ballistics*. Dostopno prek: <http://www.merriam-webster.com/dictionary/exterior%20ballistics> (6. junij 2014).
19. Miller, David. 2002. *The Illustrated Directory of Modern American Weapons*. London: Salamander Books.
20. Military Answers. 2014. *Designated Marksman*. Dostopno prek: <http://military.answers.com/marines/us-marine-jobs-designated-marksman> (4. maj 2014)

21. Oxford Dictionaries. 2014. *Caliber*. Dostopno prek: <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/calibre> (2. junij 2014)
22. Swarovski Optics. 2014. *Swarovski Ballistic Calculator*. Dostopno prek: <http://ballisticprograms.swarovskioptik.com/#/setup/init/en> (6. junij 2014)
23. Švajcer, Janez, Hartman Janez, Janc Aleš in Miroslav Ulčar. 1995. *Enciklopedija orožja: orožje skozi sedem tisočletij*. Ljubljana: Defensor d.o.o.
24. VihtaVuori. 2014. *Reloading Guide for Centerfire Cartridges Edition 9*. Lapua: Customer service VihtaVouri.
25. Žabkar, Anton. 2003. *Marsova Dediščina*. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede.
26. --- 2007. *Pehotna oborožitev in oprema*. Ljubljana: Defensor d.o.o.
27. --- 2011. *Sodobni oborožitveni sistemi: drugi del*. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede.
28. --- in Uroš Svete. 2011. *Sodobni oborožitveni sistemi: prvi del*. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede.
29. Weapon Systems. 2014. *HK 416*. Dostopno prek: <http://weaponsystems.net/weapon.php?weapon=AA04%20-%20HK%20416> (5. junij 2014)