

1 UVOD

Vojaški poligoni in pehotna strelišča, ki so njihov sestavni del, imajo pri zagotavljanju usposobljenosti vojaških sil ter njihove borbene pripravljenosti velik pomen, ki se tudi v prihodnje ne bo zmanjšal. Tudi v prihodnje se njihov pomen ne bo zmanjšal, saj je njihov obstoj kar najtesneje povezan z obstojem oboroženih sil (Pribilič, 2004). V zgodnjih devetdesetih letih prejšnjega stoletja so članice Severnoatlantske zveze NATO razširile svoj koncept nacionalne varnosti tako, da so vanj vključile tudi *varnost naravnega okolja* in začele sistematično preučevati spremembe naravnega okolja, ki so nastale zaradi onesnaževanja, ki ga povzročajo oborožene sile oziroma uporaba najrazličnejšega orožja ter oborožitvenih sistemov (Pribilič in Ober, 2004).

Dejavnosti, ki se izvajajo na vojaških območjih, vplivajo na okolje kot celoto. Spremeni se raba prostora, pride do izgube in degradacije habitatov, biotska pestrost se zmanjša; verjetna je onesnaženost vodnih virov, tal in rastlin; pogostokrat prihaja do obremenjenosti s hrupom in do zapraševanja okolice; nikakor ne gre zanemariti tudi velikega sociološkega vpliva na okoliško prebivalstvo. Najpomembnejša onesnažila so vse vrste naftnih derivatov (še posebej ob izlitjih), sulfati in nitrati (posledica eksplozivov), težke kovine ter plastični ostanki orožij in streliv. Po nekaterih ocenah so vojske na svetu odgovorne za 6 do 10 % svetovnega onesnaženja, po drugih pa celo za 20 % (Mekina, 2002; Myrtilinen, 2002).

V zadnjem obdobju so vojaški eksperti v raziskave vključili tudi civilne strokovnjake in obrambne sisteme dopolnili z okoljsko zakonodajo ter oblikovali *skupno doktrino zveze NATO za varovanje okolja med izvajanjem vojaških operacij in vaj*. Vse bolj se uveljavlja tako imenovana *vojaška ekologija*, v kateri vojaški in civilni strokovnjaki kritično vrednotijo okoljska vprašanja, povezana z delovanjem vojaških sil. Vključevanje civilnih raziskovalcev hkrati zagotavlja večjo zanesljivost in verodostojnost takšnih raziskav (povzeto po Pribilič in Ober, 2004).

V ZDA sta *Ministrstvo za obrambo* in *Ministrstvo za energetiko* skupaj z *Agencijo za zaščito okolja* (EPA) oblikovali *Strateški okoljski program za raziskave in razvoj* (SERDP), v katerega so vključene številne vladne in nevladne organizacije. Preko tega programa skušajo zmanjšati oziroma odstraniti negativne vplive na okolje, ki se pojavljajo ob prizadevanju ohraniti primerno vojaško pripravljenost v okviru svoje nacionalne obrambe. Preko okoljskih raziskav želijo pospešiti dekontaminacijo območij, kjer deluje vojska, omogočiti hitrejše uveljavljanje okoljske zakonodaje, povečevati vojaško pripravljenost, vendar z upoštevanjem meril za zaščito okolja, ter zmanjšati količine odpadnih voda s politiko aktivnega zmanjševanja onesnaževanja (SERDAP, 2003). Pod vodstvom EPA skušajo sanirati svoje vojaške baze, ki so v fazi zapiranja. Ta proces je izredno časovno in finančno zahteven, saj povprečna doba ekološke sanacije vojaške baze traja 5 let; v obdobju 1990-2003 je bilo v ZDA za sam postopek sanacije in ekološke raziskave porabljenih 8 milijard ameriških dolarjev. Velja opozoriti, da sodi 30 % nekdanjih vojaških območij v skupino zelo hudo onesnaženih območij (Pribilič in Ober, 2004).

Za zmanjšanje vpliva vojaške dejavnosti na okolje je bil izdelan okvirni program za ocenitev okoljskega tveganja pri upravljanju z naravnimi viri ob izvajanju vojaških dejavnosti (MERAF: *Military ecological risk assessment framework*) (Suter in sod., 2002), ki upošteva, da se med vojaškim urjenjem in testiranjem pojavljajo mnogovrstni ter raznoliki stresorji, ki vplivajo neposredno in posredno na okolje. Tovrstna dejavnost tako sama sebi omejuje izvajanje in hkrati

spreminja tudi zgodovinske ter kulturne značilnosti območja. Ocena tveganja, ki je bistvena sestavina omenjenega programa, mora temeljiti tudi na poznavanju značilnosti območja (osnovne informacije o tleh, rastlinstvu, kakovosti vod, ogroženih vrstah, kulturni in zgodovinski dediščini), ki so mnogokrat prikazane v GIS in ostalih računalniških bazah.

V svetu je poznanih kar nekaj okoljskih raziskav in programov za zmanjšanje vpliva vojaške aktivnosti na okolje na vojaških vadiščih. Tako je npr. za vadišče ameriške vojske v mejnem območju med državo Georgijo in Alabamo (*Fort Benning*) izdelan celovit program spremljanja vseh segmentov okolja z namenom določiti prostorsko in časovno dinamiko ključnih značilnosti ekosistema ter ustvariti večnamensko, integrirano bazo podatkov (Kress, 2001). Mnoge raziskave so se osredotočile na specifična onesnažila in/ali ocenjevale vplive na izbrane okoljske segmente. Raziskava onesnaženosti tal in podtalnice na vojaškem območju *Camp Edwards* je onesnaženost povezala predvsem z eksplozivnimi sredstvi, kot so RDX, HMX, perklorat, TNT in njihovi preoblikovani produkti. Eksplozivna sredstva so našli v zgornjem sloju tal; izvor onesnaženja podtalnice pa so predvsem stari ostanki eksploziva (Clausen in sod., 2004). Zanimiv je tudi projekt raziskovalne skupine na Državni univerzi v Kansasu, s katerim so določili vpliv vojaških urjenj na površinske vode na območju vojaške baze *Fort Riley*. Z raziskavo so skušali identificirati posamezne vojaške dejavnosti, ki vplivajo na kakovost vodotokov. Vsebovala je tri bistvene faze: zbiranje podatkov, oblikovanje modelov in ocenitev ter razvoj podpornih orodij za določitev razpršenih virov onesnaženja z namenom uravnovežiti vojaško dejavnost in njen vpliv na okolje (Barnes in sod., 2005).

Ocenjen je bil tudi potencialni vpliv vojaških dejavnosti na borove gozdove (*Pinus palustris*) v *JZ delu Združenih držav Amerike*, ki vključujejo habitate prizadetih, ogroženih in občutljivih vrst. Temeljne ugotovitve so bile naslednje: (a) vojaško urjenje, ki sproža požare v gozdnati krajini, je lahko za te ekosisteme celo koristno, saj so mnogi ekosistemi prilagojeni na požare; (b) zaradi te specifične prilagoditve lahko tovrstni ekosistemi tolerirajo izgubo vegetacije, ki jo teptajo vojaška vozila; (c) hidrološke spremembe in talna erozija, ki je posledica tankovskih aktivnosti, lahko uniči nekatere rastlinske združbe in povzroči izgubo ogroženih ter prizadetih rastlinskih in živalskih vrst; takšna degradacija tal je lahko ireverzibilna (pojavijo se nepopravljive poškodbe); (d) ekosistemi reverzibilno (elastično) reagirajo na vplive vojskih dejavnosti vse dokler ni presežen kritični prag motenj, kar pa lahko opazimo le s stalnim spremljanjem vrst, združb in ekosistemov skozi daljše časovno obdobje (Trame in Harper, 1997).

Zelo kompleksna raziskava je bila izvedena na območju *Bradshawa* v Severnem teritoriju Avstralije, ki ga uporablja avstralska vojska za svoje urjenje. Vpliv vojaške dejavnosti se tam kaže v spremenjeni rabi prostora, ki pogojuje nove vplive na okolje, kot je npr. vpliv na floro, favno in vse ostale segmente okolja (tla, vodni viri, zrak, hrup in vibracije, naravna in kulturna dediščina). Izločili so naravovarstvena območja, popisali rastlinske in živalske vrste ter njihove habitate in vplive na ostale segmente okolja. V zaključnih raziskave so oblikovali priporočila, ki omogočajo sonaravno upravljanje z omenjenim območjem, oblikovali so Okoljsko svetovalno komisijo (*Environmental Advisory Committee EAC*) in poudarili pomen sodelovanja vladnih in nevladnih organizacij, ki se ukvarjajo z ohranjanjem narave (*Assesment Report for Bredshaw Army Field Training Area*, 1998).

Raziskovalci Biotehniškega raziskovalnega inštituta iz Kanade so se posvetili predvsem kemijskemu onesnaženju in analizirali prisotnost, vsebnost ter razširjenost onesnažil, kot so produkti nafte (PAH: policiklični aromatski ogljikovodiki; BTX: lahkohlapni ogljikovodiki – benzen, toluen, xylen), industrijska topila (npr. PCB), eksplozivi in težke kovine. Testirali so tudi

nekatero remediacijske metode; tako so npr. za navadno pšenico in angleško ljuško dokazali, da kopičita in posredno odstranjujeta eksplozivne snovi iz tal. Isti inštitut je sodeloval v interdisciplinarnem projektu, v katerem so razvili metode za ocenitev stopnje kontaminacije in vpliv energentov, PAH-ov in težkih kovin na vadiščih (*National Research Council Canada, 2002*).

Tudi v Evropi je problematika sanacije opuščanih vojaških baz in poligonov zelo aktualna; še zlasti so problematična območja, ki jih je upravljala bivša Sovjetska zveza. Ponekod je onesnaženost zraka in podtalnice dosegla katastrofalne razsežnosti. V sedanji Ruski federaciji je 12.800.000 ha bivših vojaških površin, za katere predvidevajo, da jih bo potrebno sanirati. Na Madžarskem (na območju bivših sovjetskih vojaških območij in na območjih, ki jih je uporabljala madžarska vojska) predstavlja največje tveganje onesnaženje tal in podtalnice z naftnimi hidrokarbonati (kot so kerozin, dizel ter bencin); druga najpomembnejša skupina onesnažil so težke kovine, še posebej baker in svinec; na območjih strelišč in delavnic za popravilo prevoznih sredstev pa najdemo velike količine kadmija, kroma in arzena. Tretjo skupino onesnažil predstavljajo različni kemijski agensi v odpadnih vodah. Tem onesnažilom se pogostokrat pridružuje še problematika radioaktivnosti in radioaktivnih odpadkov ter prisotnost neeksplozivnih topniških izstrelkov (npr. v Belorusiji). Mnoge države bivše Sovjetske zveze (Ukrajina, Armenija, Azerbajdžan, Kazahstan, Tadžikistan in Uzbekistan) skušajo rešiti problem skladiščenja oksidantov goriv raketnih motorjev, ki so zelo strupeni in hkrati korozivni ter predstavljajo veliko tveganje za okolje in javno zdravje (*Science, Society, Security news, Science Committee of CCMS, 2005*).

V zadnjih desetletjih je vse aktualnejše onesnaževanje z osiromašenim uranom na območjih uporabe orožja, ki mu je dodan osiromašen uran (vojni konflikti in območja testiranja orožja). Uporaba streliva oziroma projektilov, obogatenih z uranom, se povečuje zaradi njihove izredne prodornosti in posledično učinkovitega uničevanja oklepnih vozil (tankov) ter zgradb. V Zalivski vojni so uporabili 320 t streliva z osiromašenim uranom, na Kosovu 10 ton ter v Bosni in Hercegovini 3 tone. Oceno onesnaženosti in tveganja zaradi kontaminiranosti z osiromašenim uranom na območju Kosova, Srbije, Črne gore, Bosne in Hercegovine ter Kuvajta so izvedle različne mednarodne organizacije (UNEP, IAEA, WHO) v sodelovanju z nacionalnimi inštitucijami v letih od 2000 do 2003. Skupna ugotovitev je bila, da ni bilo opaženega splošnega onesnaženja tal z osiromašenim uranom. Opazne vsebnosti so bile izmerjene v bližini (do 1 m) penetratorjev oziroma v luknjah, ki jih ti povzročijo. V lišajih, ki so jih vzorčili v bližini uporabe tovrstnega orožja, so izmerili osiromašen uran cello, če urana v tleh niso našli. Glede na opravljene raziskave so zaključili, da ne obstaja pomembno tveganje za onesnaženost tal, zraka in rastlin v kratkoročnem in srednjeročnem obdobju, ne smemo pa izključiti kasnejše kontaminacije podzemnih voda (Bleise in sod., 2003; Guogang in sod., 2005; UNEP Report: *Depleted Uranium in Serbia and Montenegro Post-conflict Environmental Assessment, 2002*). Kljub tem ugotovitvam nekateri avtorji (npr. Hynes in Ibragimov, 2003) poudarjajo, da je uporaba tovrstnega orožja zaskrbljujoča, saj je malo verjetno, da bi po prenehanju vojaških spopadov kontaminirano zemljo odstranjevali in preprečili neposreden stik civilnega prebivalstva z »vročimi točkami« najbolj onesnaženih tal in podtalnice. Upoštevati velja, da kroničen vpliv na zdravje ljudi še ni dovolj preučen, da je osiromašen uran zelo obstojen v naravi in da onesnažena območja niso dovolj dokumentirana in sanirana.

Dejansko postaja vprašanje varovanja okolja presenetljivo pomembno v vojaški sferi. Skupina angleškega ministrstva za obrambo je izdelala poročilo o sonaravnih vojaških aktivnostih, ki vsebuje skrb za onesnaževanje okolja, čisto tehnologijo in proizvode, uporabo alternativnih

goriv, varovanje narave in recikliranje (Ministry of Defence UK, 2005). Konec šestdesetih let 20. stoletja je NATO ustanovil *CCMS (Odbor za preučevanje izzivov sodobne varnosti)*, ki vodi in organizira okoljske raziskave, povezane z delovanjem vojaških sil (npr. študije o zmanjšanju hrupa letal, raziskave o okoljevarstveni ozaveščenosti pripadnikov oboroženih sil, priprava smernic za okolju prijazno urjenje in priročnika o ponovni uporabi vojaških zemljišč, raziskave o nevarnih sredstvih in vojaških aktivnostih na Antarktiki itd.). Bistvene dejavnosti tega odbora so: zmanjšati vpliv vojaških dejavnosti na okolje; voditi regionalne študije, vključno s čezmejnimi raziskavami; preprečiti konflikte, nastale zaradi pomanjkanja naravnih in ostalih virov; identificirati (prepoznati) tveganja za okolje in družbo, ki lahko povzročijo ekonomsko, kulturno in politično nestabilnost, ter identificirati (ne-tradicionalne) grožnje varnosti. Odbor ne izvaja lastnih raziskav, ampak se raziskave izvajajo preko pilotnih študij (trajanje 3 do 5 let) in krajših »ad hoc« projektov (12 do 18 mesecev), ki jih financirajo države same, članice NATO zveze in partnerskih držav pa delijo svoje znanje in tehnologijo. Hkrati odbor organizira delavnice in sofinancira mednarodne konference ter seminarje.

Primer sodelovanja Republike Slovenije s severnoatlantsko zvezo NATO na področju varovanja okolja je izvedba projekta: *Določitev vpliva vojaškega poligona Krivolak na okolje z namenom njegove ekološke sanacije* (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2007), ki je v letih 2006-2007 potekal na območju vojaškega poligona Krivolak v Makedoniji. Na predlog Severnoatlantske zveze NATO (natančneje komisije *CCMS-NATO*) ga je financirala Republika Slovenija kot nadaljevanje že vzpostavljenih prijateljskih odnosov in tehničnega sodelovanja med dvema državama v skladu s principi aktivnega bilateralnega sodelovanja med članicami zveze NATO. Projektna naloga se je neposredno vključila v »*Memorandum o presoji vplivov na okolje na makedonskem vojaškem poligonu Krivolak med Republiko Slovenijo in Republiko Makedonijo*«, ki sta ga podpisala Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije ter Ministrstvo za okolje in prostor Republike Makedonije v juniju leta 2006. Memorandum se je oblikoval tudi kot posledica oz. rezultat elaborata »*Potencial vojaškega poligona Krivolak kot regionalno vadišče za NATO sile*«, ki ga je izdelalo vodstvo NATO v Skopju v sodelovanju s svojimi eksperti v letu 2003 (*NATO Advisory TEAM*), kjer ugotavljajo, da obstajajo realne možnosti preoblikovanja vojaškega poligona Krivolak v regionalno vojaško vadišče, ki bi ga redno uporabljale NATO sile. Pred izvedbo predlaganih ukrepov pa je bilo nujno izvesti raziskavo vpliva vojaške dejavnosti na okolje, ki smo jo izvedli na Inštitutu za ekološke raziskave, ERICo Velenje, v sodelovanju z izbranimi raziskovalnimi organizacijami iz Slovenije in iz Makedonije.

V letih 2006 in 2007 smo določili onesnaženost posameznih okoljskih segmentov na območju zgoraj omenjenem vojaškem poligonu in ocenili vpliv vojaških dejavnosti na njih; opravili smo meritve radioaktivnosti in ugotavljali prisotnost osiromašenega urana v različnih tipih vzorcev; obravnavali smo ravnanje z odpadki ter izvedli meritve hrupa na vojaškem poligonu in v njegovi okolici. Posebej nas je zanimala naravovarstvena vrednost območja; s tem namenom smo opravili inventarizacijo rastlinskih vrst in njihovih habitatov. Hkrati smo pregledali podatke o vrstni sestavi živalstva tega dela Makedonije in za izbrani živalski skupini (ptiči in vodni nevretenčarji) izvedli popise na preučevanem območju.

Na podlagi kemijskih analiz anorganskih in organskih onesnažil v različnih tipih vzorcev (talni, vodni, sediment, rastlinska in živalska tkiva, lasje, prašna usedlina) smo ugotovili, da okoljski segmenti vojaškega poligona Krivolak niso onesnaženi ne z anorganskimi in ne z organskimi onesnažili; vojaška dejavnost na tem območju torej v splošnem ne vpliva na onesnaženost okolja. Še najbolj problematično je širjenje erozijskih procesov, ki nastajajo zaradi fizične degradacije

tal kot posledice antropogenih vplivov oz. vojaških aktivnosti, in v omejenem obsegu tudi širjenje hrupa med vojaškimi vajami. Vojaška dejavnost oziroma prisotnost vojaškega poligona na tem območju Makedonije ima lahko na okolje celo pozitiven vpliv, in sicer predvsem v smislu ohranjanja biotske pestrosti rastlin ter živali zaradi relativne nedostopnosti in zaprtosti tega območja ter njegove ekstenzivne rabe. Pozitivno vpliva tudi zmerna paša ovac, ki preprečuje zaraščanje negozdne vegetacije.

Vojaške dejavnosti v Republiki Sloveniji morajo biti usklajene z ekološkimi normami in okoljsko zakonodajo. Pri izvajanju vojaških aktivnosti se v Slovenski vojski upoštevajo okoljske smernice zveze NATO. Sprejeta sta bila dva najpomembnejša okoljska dokumenta, in sicer MC 469 (NATO vojaški principi in politika glede zaščite okolja) in STANAG 7141 (Skupna NATO-ova doktrina o varstvu okolja med NATO operacijami in vajami). Standard STANAG 7141 opredeljuje okoljsko načrtovanje, okoljske usmeritve za voditelje operacij in vaj, okoljsko krizno vodenje, vplive na okolje, v katerem poteka usposabljanje, odgovornost poveljnikov do okolja in okoljevarstveno usposabljanje (Djokić, 2007).

Primer implementacije okoljske zakonodaje v Slovenski vojski je sprejetje *Direktive o varstvu okolja v Slovenski vojski (SV)* (akt GŠŠV, št. 843-00-1/2005-2, 16.2.2005), kjer so navedena izhodišča za varstvo okolja v SV. Poudarjeno je, da je cilj direktive izboljšati okoljsko zavest vseh pripadnikov SV preko informiranja in usposabljanja. Gre za prepoznavanje mogočih vplivov na okolje, povzročenih z vojaško dejavnostjo. Direktiva opisuje organiziranost na področju varstva okolja ter navaja naloge in nosilce; z direktivo je uvedena funkcija pooblaščenca za varovanje okolja. Poleg direktive urejajo področje varstva okolja še državni zakoni in predpisi ter predpisi SV kot so: *Ukaz o imenovanju pooblaščenecv za varovanje okolja* (akt GŠŠV, št. 804-21-8/2001-2, 28.6.2001), *Ukaz o izvajanju ukrepov s področja varstva okolja* (akt GŠŠV, št. 804-21-3/2002-1, 20.3.2002); *Ukaz o ureditvi pralnic za motorna vozila v vojašnicah SV* (akt PSSV, št. 843-00-4/2003-6, 2.4.2003), *Ukaz o pripravi poročila o nastalih nevarnih odpadkih za preteklo odpadkih za preteklo koledarsko leto* (akt PSSV, št. 843-00-1/2004-9, 12.2.2004) in že omenjeni NATO dokumenti.

V Sloveniji so bile v primeru vojaških območij v preteklosti opravljene sorazmerno razdrobljene raziskave (največkrat opravljene v obliki presoj vplivov na okolje), kot je npr. PVO za rekonstrukcijo vojaškega hangarja na Brniku (Flis in sod., 2003) ali PVO za načrtovano strelišče na lokaciji »pod Ramšnikom« v okolici Gotenice (Kontič in Pogačnik, 1995). Slednja avtorja ugotavljata, da ima lokacija strelišča nekaj oporečnih elementov z vidika varstva okolja. To so možni vplivi na divjad (predvsem velike sesalce), na krajinske elemente (gozd, rastišče sive jelše, požiralniki), na vodne vire ter možni socialni vpliv. V Sloveniji imamo sicer kar nekaj območij, ki jih uporablja Slovenska vojska, manj pa je kompleksnih raziskav o vplivih te dejavnosti na okolje. Potreba po tovrstnih raziskavah obstaja tako z vidika uporabnika (Slovenske vojske) kot tudi okoliškega prebivalstva.

Prva kompleksna raziskava o celovitih vplivih vojaške dejavnosti na okolje v Sloveniji je potekala v letih od 2004 do 2006. Projekt z naslovom »*Določitev vpliva vojaškega poligona na okolje kot modelna študija za varovanje in sanacijo okolja na območjih delovanja Slovenske vojske*«, ki ga je vodil ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave, in sta ga financirala Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije in Agencija za raziskovalno dejavnost, je obravnaval območje osrednjega vojaškega poligona v Sloveniji – območje »Počka« (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2006). Z izvedbo tega projekta smo določili stanje onesnaženosti posameznih

segmentov okolja (zrak, tla, rastline, živalstvo, vodni viri) na vojaškem vadišču Poček in skušali oceniti vpliv vojaške dejavnosti na njih. Hkrati smo obravnavali ravnanje z odpadki, ki lahko pomembno spreminja lastnosti tal (letno na območju poligona nastane vsaj 37 ton odpadkov, povezanih z ostanki streliv in projektilov!) in vpliva na podtalnico, ter izvedli študijo ranljivosti okolja. Slednja je z vrednotenjem naravnih pokrajinskih virov opozorila na najšibkejša pokrajinska vira – matično podlago in relief, ki pogojujeta majhno do kritično majhno samočistilno sposobnost preučevanega območja (še zlasti na zahodnem robu Javornikov). Pričakovano je bil največji vpliv ugotovljen na tleh. Glede na dejstvo, da se vojaški poligon nahaja na kraškem območju, obstaja nevarnost spiranja onesnažil iz tal v podtalnico, ki napaja vodne vire za oskrbo Postojne z okolico. Prekoračene kritične imisijske vrednosti za Pb in Cu na območju pehotnega strelišča pomenijo, da so tla onesnažena v tolikšni meri, da je zgoraj omenjeno nevarnost potrebno upoštevati. Skušali smo tudi raziskati možnost prenosa nevarnih težkih kovin v prehranjevalno verigo, tako da smo določili težke kovine v ozkolistnem trpotcu, v gozdnih sadežih in v rogovju srnjakov. Ugotovili smo, da se Pb in Cd kopičita v ozkolistnem trpotcu, vendar vsebnosti ne prekoračujejo zakonsko dovoljenih vrednosti. Večje vsebnosti so bile določene v gobah, ki so hiperakumulatorski organizmi, saj so v nekaterih vrstah gob vsebnosti Cd in Pb prekoračevale dovoljene vrednosti, ker omejuje prehranjevanje z določenimi vrstami gob na tem območju. Hkrati smo z analizami Pb v zgodovinski seriji rogovja srnjakov, uplenjenih v zadnjih tridesetih letih na območju vadišča, ugotovili, da je (bila) biocenoza svincu relativno močno izpostavljena. V izvirih na obrobju območja (površinskih voda na območju Počka ni), smo izmerili sicer nizke vsebnosti organskih in anorganskih onesnažil (velja opozoriti, da smo izvedli le enkratno vzorčenje), vendar smo v sedimentih, v katerih se kopičijo onesnažila skozi daljša obdobja, ponekod določili povečane vsebnosti nekaterih težkih kovin (Pb, Cu, Cd, Ni, Cr), kar je lahko posledica izpiranja onesnaženih tal s padavinami. Tudi v prašni usedlini vsebnosti Cd, Pb in Zn niso prekoračevale maksimalno dovoljenih vrednosti, vendar so bile višje od tistih, izmerjenih na referenčnih lokacijah. Povzamemo lahko, da so s pokrajinsko ekološkega vidika vplivi vojaškega delovanja na preučevanem območju (kljub zmerni samočistilni sposobnosti okolja) deloma že omejili oziroma razvrednotili tamkajšnje okolje in njegove vire, kar velja zlasti za tla (izjema je delno pozitiven vpliv vojaških aktivnosti na biotsko raznovrstnost živalstva) (Al Sayegh Petkovšek s sod., 2006). Na podlagi ugotovitve, da so bila tla najbolj onesnažena na pehotnem strelišču, smo oblikovali projektno nalogo, v kateri smo obravnavali še ostala pehotna strelišča, ki jih uporablja Slovenska vojska, in katere rezultate predstavljamo v pričujočem poročilu.

Pehotna strelišča so tudi sicer predmet številnih raziskav, saj so močno onesnažena s kovinami in predvsem s Pb (Manninen in Tanskanen, 1993; Lin in sod., 1995; Stansley in Rosce, 1996; Craig in sod., 1999; Lewis in sod., 2001; Cao in sod., 2003, 2003a; Rantalainen in sod., 2006; Bennet in sod., 2007; Kaufman in sod., 2007; Robinson in sod., 2008; Sneddon in sod., 2009). Dokazan je bil negativni vpliv na procese dekompozicije in mineralizacije v tleh ter ugotovljeno tveganje za receptorske organizme (npr. ameriški drozg, rovka in belorepi kunec) zaradi prehoda kovin v prehranjevalne verige (Bennet in sod., 2007). Podrobneje predstavljamo tovrstne raziskave v nadaljevanju v sklopu posameznih poglavij.

1.1 OPIS PEHOTNIH STRELIŠČ SLOVENSKE VOJSKE

V okviru pričujočega projekta smo obravnavali osem aktivnih pehotnih strelišč, ki jih uporablja Slovenska vojska. Njihove osnovne značilnosti predstavljamo v preglednici 1-1, oziroma v geografskih opisih, ki sledijo. Za prehotno strelišče Mlake podatkov o obremenjenosti ne podajamo, saj je bilo to strelišče popolnoma prenovljeno in ponovno obratuje od novembra 2007. Vsa strelišča so delovala že v obdobju bivše države – Jugoslavije, ko so se na teh območjih usposabljali pripadniki JLA, nekatera pa že bistveno prej. Za vojaški poligon Poček poročajo, da so ga uporabljali vojaki že v času Avstro-Ogarske monarhije, v času nekdanje Jugoslavije pa je bila vojaška dejavnost, ki se je tu izvajala, najbolj intenzivna. Tudi strelišči Pečovnik in Crngrob so uporabljali že bistveno pred osnovanjem Slovenske vojske, Crngrob med obema vojnama, Pečovnik pa že konec 19. stoletja (Hrobat, 2006; Lahajner, 2008, Šturbej, 2008).

Preglednica 1-1: Osnovne značilnosti pehotnih strelišč Slovenske vojske.

| | Apače | Bač | Bloška polica | Crngrob | Mačkovec | Pečovnik | Poček |
|-------------------|--|------------------|---------------|----------|----------|----------|--------------|
| površina (ha) | 3,6 | 15,7 | 11,9 | 10,3 | 3,7 | 2,3 | 1,0 |
| leto aktiviranja | ** | 1975 | 1984 | 1973* | ** | 1992* | 18. stoletje |
| obremenitev | 10.029 | 10.784 | 13.948 | 13.000 | 1.300 | 3.402 | 1.362 |
| št. izstrelkov*** | 150.000 | 107.840- 323.520 | 348.700 | 273.000 | 20.000 | 122.000 | 143.010 |
| masa izstrelkov | 1.200 kg | 863 – 2588 kg | 2.790 kg | 2.184 kg | 160 kg | 976 kg | 1.144 kg |
| SKUPAJ | 9.317 kg izstrelkov odloženih v tla pehotnih strelišč v letu 2007 | | | | | | |

Opombe: *Pehotno strelišče Crngrob so uporabljali že v obdobju med I. in II. svetovno vojno, strelišče Pečovnik pa že konec 19. stoletja. **Strelišče so uporabljali pripadniki JLA v času nekdanje Jugoslavije, s točnim podatkom o začetku uporabe strelišča ne razpolagamo. ***Število izstrelkov je podanih za leto 2007, enako velja tudi za njihovo maso.

Za oceno obremenjenosti podajamo število strelcev, ki so na posameznem strelišču streljali v letu 2007. Hkrati smo podali tudi grobo oceno števila izstrelkov, ki so bili pri tem izstreljeni in posledično maso izstrelkov, ki se odložijo v tla. Pri tem smo upoštevali, da so v preteklosti (večinoma do leta 2008) uporabljali predvsem izstrelke kalibra (premera) 7,9 mm in 7,62 mm, ki so težki okoli 8 g. Na podlagi okvirne ocene za leto 2007 zaključujemo, da je bilo samo v tem letu v tla pehotnih strelišč vnešeno okoli 9 ton izstrelkov. Če upoštevamo, da vsaj 90 % izstrelka tvori Pb (Robinson in sod., 2008), je bilo po grobi oceni samo tem letu v tla na vseh 7 streliščih odloženo skupaj preko izstrelkov vnešenih vsaj 8 t Pb.



Slika 1-1: Ostanke tulcev nabojev na pehotnem strelišču Mačkovec (levo) in Bloška polica (desno) (foto: S. Al Sayegh Petkovšek, 2008, 2009).

V sklop *Osrednjega vadišča v Postojni* uvrščamo vojaški poligon Poček, vadišče Bač in pehotno strelišče Mlaka, ki skupaj tvorijo približno 3000 ha vadbenih površin. Naravnogeografske značilnosti vojaškega poligona Poček, stanje okolja in ocenitev vpliva vojaških aktivnosti na okolje je podano v poročilu projekta *Določitev vpliva vojaškega poligona na okolje kot modelna študija za varovanje in sanacijo okolja na območju delovanja Slovenske vojske* (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2006), zato na tem mestu podajamo le kratek opis vadišča (poligona) Bač. Ta obsega taborni prostor, pehotno strelišče in vadišče za usposabljanje oklepnih enot. **Vadišče Bač skupaj s pehotnim streliščem** leži 1150 m severovzhodno od istoimenskega naselja Bač, ki se nahaja na vzhodnem obrobju Pivške kotline, na nadmorski višini okoli 620 m. Gre za izrazito kraški svet s številnimi vrtačami, presihajočimi jezeri in drugimi kraškimi pojavi ter predstavlja zahodno vznožje dveh povezanih kraških planot Javornikov oz. Snežnika. Na krednih apnenčastih skladih sta se tu razvili plitva in za obdelovanje manj primerna rendzina ter bolj rodovitna rjava pokarbonatna prst, kjer se prepletajo suhi kraški travniki in bukovo gabrovi gozdni sestoji (za natančnejši opis glej poglavje 3.4). Območje ima zmerno kontinentalno podnebje zahodne in južne Slovenije s povprečno letno količino padavin 1551 mm (Postojna). Nekoliko bolj zahodna lega in odprtost Pivškega podolja proti severozahodu pomeni izrazito gibanje zračnih mas predvsem v hladni polovici leta, zaradi česar je močna burja tukaj zelo pogost pojav. Zaradi dobre prevetrenosti območja se megla pojavlja precej redko (Perko in Orožen Adamič, 1998; Narava Slovenije, 2004; Atlas okolja, 2009).



Slika 1-2:

Vhod na območje Bača (levo, zgoraj), linije tarč na Baču (desno, zgoraj), vhod na vojaški poligon Poček (levo, spodaj) in pehotno strelišče na Počku (desno, spodaj) (foto: S. Al Sayegh Petkovšek, 2006, 2008).

Pehotno strelišče Apače je del vadišča oz. poligona Apače, ki vsebuje še območje za taborjenje, vadišče za met ročne bombe in za minsko-eksplozivna sredstva. Te aktivnosti izvajajo v relativno manjšem obsegu, v letu 2007 je 1500 vojakov taborilo, 538 jih je vadilo metanje ročne bombe in 165 uporabo minsko-eksplozivnih sredstev. V istem letu je pehotno strelišče uporabljalo 10.029 strelcev. V preteklosti so se streljanja izvajala na razdalji do 300 m, po letu 2008 pa le-ta znaša le 100 m. V letu 2008 je bila načrtovana posodobitev strelišča (*Resolucija o splošnem dolgoročnem programu razvoja in opremljanja Slovenske vojske*, 13. julij 2004), v preteklosti pa je Ministrstvo za obrambo celo napovedalo graditev nove vojašnice Slovenske vojske v Apačah (Praprotnik, 2001).



Slika 1-3: Pehotno strelišče Apače in zavarovana vrsta vodna perunika (*Iris pseudacorus*) (foto: S. Al Sayegh Petkovšek, 2009).

Pehotno strelišče leži na južnem robu Dravskega polja in je okoli 400 m oddaljeno od naselja Apače. Severni del strelišča leži tik ob desnem bregu potoka Polskave, južni del pa se zajeda v gozdnato pokrajino vznožja Dravinjskih gor. Na neprepustnih ilovnatih nanosih Drave oz. njenih pritokov so se razvile sive oglejene prsti, primerne za kmetijsko obdelavo, zaradi česar so tukaj prvotno listopadni gozdovi bukve in hrasta izkrčeni za namene poljedelstva. Južni del strelišča leži na pleistocenskih sedimentih gline in melja, prekritih s pobočnim psevdoglejem, ki ga porašča kisloljuben gozd bukve, hrasta in kostanja (za natančnejši opis vegetacije in habitatnih tipov glej poglavje 3.4). Območje strelišča ima subpanonsko podnebje z vročimi poletji in sorazmerno hladnimi zimami. Povprečna letna količina padavin so giblje med 900 in 1100 mm. Na tem območju se poleti pogosto pojavljajo suše oz. nevihte s točo, ki neredko prizadenejo intenzivno kmetijsko pokrajino. V zimskem času je pogosta megla (Perko in Orožen Adamič, 1998; Narava Slovenije, 2004; Atlas okolja, 2009).

Pehotno strelišče **Bloška polica**, ki je del vadišča Bloška polica, se nahaja na uravnanem kraškem svetu na t.i. Bloški planoti na nadmorski višini okoli 700 m. Vadišče Bloška polica leži nekaj manj kot kilometer jugozahodno od istoimenskega naselja, ki se nahaja na Polškem polju. Gre za eno izmed najbolj uravnanih pokrajin v južnem delu Slovenije, kjer ima skoraj polovica površja naklon pod 12°. Na mezozojskih karbonatnih kamninah (triasni dolomit) sta se razvili predvsem rodovitnejša in bolj razširjena rjava pokarbonatna prst ter manj rodovitna rendzina. Poleg kmetijskih površin (pretežno travniki) skoraj polovico Bloške planote prekriva gozd, in sicer gre za listopadne bukove gozdove. Bloke imajo zmerno kontinentalno podnebje zahodne in južne Slovenije s povprečno letno količino padavin 1485 mm (Nova vas). Sicer slovi po

razmeroma ostrem podnebjju z dolgimi, sneženimi in mrzlimi zimami, saj sneg ponavadi pade že v začetku novembra in se obdrži vse do aprila. Dolgoletna povprečna temperatura je nekoliko nižja, kot je značilno za te nadmorske višine, pogosto pa se pojavlja tudi burja (*ibid.*).



Slika 1-4: Vhod na pehotno strelišče Bloška polica (levo, zgoraj), stražarnica na pehotnem strelišču (levo, spodaj), pogled na strelišče (desno, zgoraj in desno, spodaj) (foto: M. Videmšek, 2008).

Pehotno strelišče Pečovnik se nahaja 1,5 km južno od Celja tik ob zaselku Pristava. Leži na nadmorski višini med 260 in 300 m v dolini manjšega potoka Ločnica, ob vznožju z gozdom poraščenega hriba Grmada (718 m). Na oligocenskih plasteh sedimentnih kamninah so se razvile distrične rjave prsti, ki so v nižinskih delih porasle s travniškimi površinami, vmesno hribovje pa porašča kisloljubni gozd bukve, hrasta in kostanja. Mačkovec ima zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije s povprečno letno količino padavin med 1200 in 1300 mm (*ibid.*). V preteklosti so strelišče pogosteje uporabljali, izvajali so nočna streljanja in vadili met različnih projektilov (npr. ročne bombe, tromblonske mine).

Pehotno strelišče **Crngrob** leži 250 m severozahodno od naselja Dorfarje na nadmorski višini okoli 370 m. Nahaja se na skrajnem zahodnem robu Sorškega polja, ki tik za streliščem prehaja v nekoliko vzdignjene predele Šmohorskega hribovja; le-to je v večini zgrajeno iz vulkanskih kamnin in poraslo predvsem z kisloljubnim gozdom bukve, kostanja in hrasta (za natančnejši opis vegetacije in habitatnih tipov glej poglavje 3.4). Samo strelišče leži na deluvijalnem prodnem nasipu, ki je pokrit s slabo razvitimi kislimi prstmi, poraslimi z jelševim gozdom, medtem ko je zahodni del Sorškega polja prekrit s travniki. Tako kot strelišče Mačkovec ima tudi strelišče Crngrob zmerno kontinentalno podnebje zahodne Slovenije s povprečno letno količino padavin okoli 1600 mm (*ibid.*)



Slika 1-5: Pehotno strelišče Crngrob (foto: P. Druks Gajšek, 2009).

Pehotno strelišče Mačkovec se nahaja na zahodnem robu Blejskega kota, na samem vzhodnem vznožju Julijskih Alp, okoli 800 m južno od Blejskega jezera. Leži znotraj zelo izrazitega rečnega okljuka Save Bohinjke, ki teče v globoko vrezani ledeniško preoblikovani dolini na nadmorski višini med 420 in 440 m. Na kvartarnih ledeniških usedlinah (gruč in konglomerat) ležijo aluvialni nanosi, na katerih so se razvile mlade nerodovitne obrečne prsti. Območje znotraj rečnega okljuka pokrivajo travniki, medtem ko južni del strelišča, ki se vzpenja proti hribu Prelesje (680 m), prehaja v mešan gozd bukve in belega gabra. Strelišče Mačkovec ima zmerno kontinentalno podnebje zahodne Slovenije za katerega je značilna visoka namočenost, saj se povprečna letna količina padavin giblje med 1500 in 1800 mm. Zaradi bližine gorskega sveta so poletne visoke temperature ublažene z nočnimi zahodnimi vetrovi z Alp (*ibid.*)



Slika 1-6: Pehotno strelišče Mačkovec (foto: S. Al Sayegh Petkovšek, 2008).

Pehotno strelišče Mlake je najsodobnejše strelišče, ki zagotavlja usposabljanje z oborožitvijo do kalibra 12,7 mm na razdaljah do 400 m in predstavlja moderno in varno strelišče, ki izpolnjuje okoljevarstvene predpise. Nahaja na jugovzhodnem delu Vipavske doline, 1,6 km severozahodno od naselja Poreče. Gre za lokacijo tik ob novi avtocesti Razdrto – Vipava, pod hribom Breg; le ta se na vzhodu dviga v planoto Nanos. Na eocenskem flišu so se razvile evtrične rjave prsti, ki jih zaradi plitkosti pogosto prizadene suša. Dno doline je intenzivno obdelano s številnimi njivami; gozd je izktrčen in se pojavlja le na obrobju doline, prevladuje pa hrast graden. Strelišče Mlake ima zaledno submediteransko podnebje, za katerega je značilno večje temperaturno nihanje. Poletja so zmerno vroča, zime pa so zaradi hladnih zračnih mas iz notranjosti Slovenije bolj mrzle kot bi pričakovali za submediteranski svet. Predvsem v hladnem delu leta se pogosto pojavlja burja. V primerjavi z ostalo Slovenijo gre za nekoliko bolj osončeno pokrajino z daljšo vegetacijsko dobo. Povprečna količina padavin je okoli 1500 mm, le te pa se pojavljajo predvsem spomladi in jeseni, zaradi česar je poleti pogost pojav suše. Snežne padavine so bolj redek pojav, snežna oddeja pa v povprečju traja 6 dni na leto (*ibid.*)



Slika 1-7:

Pehotno strelišče Mlake (foto: S. Al. Sayegh Petkovšek, 2008).

Referenčna lokacija Lindek »Ramšak« se nahaja na Mali gori, ki je del Konjiškega hribovja in je na zahodu s sotesko Hudinje ločena od Paškega Kozjaka, na vzhodu pa jo soteska Tesnice loči od vzhodnega dela Konjiškega hribovja. Mala gora ima v severnem delu najvišji vrh z imenom Stenica (1091 m), ki se proti jugu spusti v prečno podolje Lindek z nadmorsko višino med 720 in 760 m, nato pa se zopet vzpne proti 994 m visokemu vrhu Kislica. Referenčna lokacija leži znotraj podolja in gre za tako imenovan »celek« oz. enotno kmetijsko posest (travniki), ki jih obkrožajo čisti bukovi oz. mešani jelovo-bukovi gozdovi. Mala gora je sestavljena iz enotnega masiva triasnega apnenca, ki ga znotraj podolja Lindek prekriva pas pobočnega grušča. Na slednjem se je razvila rjava pokarbonatna prst, ki je primerna za kmetijsko obdelavo. Apnenčasti predeli so pokriti s plitvo rendzino, ki jo poraščajo že omenjeni gozdni sestoji. Območje ima zmerno kontinentalno podnebje osrednje Slovenije s povprečno letno količino padavin 1171 mm (Vitanje). Največ padavin je v poletnih mesecih, prvi sneg pa pade že oktobra (*ibid.*).



Slika 1-8: Prenášanje mreže za lovljenje ptic, vzorčenje deževnikov in priprava pasti za male sesalce na referenčni lokaciji (foto: S. Al. Sayegh Petkovšek in I. Jelenko, 2009).

2 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE

Z izvedbo projekta: »Pehotna strelišča kot dejavnik tveganja za okolje s poudarkom na ekološki sanaciji pehotnega strelišča na vojaškem poligonu Poček«, ki smo ga izvajali v obdobju 2007 – 2009 na osmih pehotnih streliščih (Apače, Bač, Bloška polica, Crngrob, Mačkovec, Mlake, Pečovnik in Poček), ki jih uporablja Slovenska vojska, smo:

- določili onesnaženost tal na pehotnih streliščih ter eksperimentalno opredelili mobilnost Pb v njih;
- raziskali prehod in kopičenje težkih kovin (zlasti Pb) v prehranjevalnih verigah in tako ocenili tveganje, ki ga pehotna strelišča predstavljajo za receptorske organizme;
- ocenili ranljivost vodnih virov na vplivnih območjih pehotnih strelišč z raziskavo onesnaženosti vodnih virov in potencialnega prenosa onesnažil v podtalnico (sledilni poskusi);
- izdelali naravovarstveno oceno obravnavanih območij na podlagi inventarizacije rastlinskih vrst, vegetacije, habitatnih tipov in vrst ptic;
- izvedli poskus ekoremediacije pehotnega strelišča na Počku z uporabo izbranih drevesnih sadik;
- predlagali sanacijske ukrepe za pehotna strelišča na katerih bo vojaška dejavnost opuščena oziroma se bodo posodobila (npr. Apače) ali pa do sedaj še niso bila obravnavana (npr. Škrilje).



Slika 2-1: "Sožitje" med zavarovanimi kukavicami in vojaško dejavnostjo na Baču (foto: S. Al Sayegh Petkovšek, 2009).

Viri

- Adriano, D. C., 2001. Trace Elements in Terrestrial Environments – Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. 2nd Edition, Springer-Verlag New York, Berlin, Heidelberg, 866 str.
- Al Sayegh Petkovšek, S., Kotnik K., Vrbič Kugonič, N., Šajn, R., Janža, M., Kumelj, Š., Šešerko, M., Zaluberšek, M., Bole, M., Druks Gajšek, P., Petrič, M., Košir, A., Kogovšek, J., Poličnik, H., Čater, M., Levanič, T., Bienelli Kalpič, A., Čarni, A., Kostadinovski, M., Košir, P., Matevski, V., Šilc, U., Zelnik, I., Jelenko, I., Brancelj, A., Tome, D., Savinek, K., Mikuž, B., Miklavžina, I., Končnik, D., Flis, J., Repinc, U., Štok, M., Benedik, L., Lojen, S., Črnič, B., Gobec, S., Ivanovski, L., Blazevski, B., Veljanovska, A., Pavšek, Z., Pokorny, B. 2007. Določitev vpliva vojaškega poligona Krivolak na okolje z namenom njegove ekološke sanacije, končno poročilo, DP 15/02/07. Velenje, ERICo, 590 str.
- Al Sayegh Petkovšek, S., Pokorny, B., Bole, M., Vrbič, Kugonič N., Končnik, D., Špeh, N., Flis, J., Pavšek, Z., Šešerko, M., Druks Gajšek, P., Zaluberšek, M., Petrič, M., Kogovšek, J., Grebenc, T., Kraigher, H. 2006. Določitev vpliva vojaškega poligona na okolje kot modelna študija za varovanje in sanacijo okolja na območju delovanja Slovenske vojske, poročilo DP 16/02/06. Velenje, ERICo, 286 str.
- Atlas okolja. ARSO. <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/> (citirano: 30.5.2009).
- Barnes, P., Hutchinson, S., Steichen, J., Zhang, N., Althoff, D., Hutchinson, J.M.S., Oviatt, C.J., 2005. Assessing the Impact of Maneuver Training on NPS Pollution and Water Quality. <http://www.k-state.edu/serd/>
- Bat in sod., 2004. Narava Slovenije, Mladinska knjiga, Ljubljana, 231 str.
- Bennet, J. R., Kaufman C. A., Koch, I., Sova, J., Reimer, K. J., 2007. Ecological risk assessment of lead contamination at rifle and pistol ranges using techniques to account for site characteristics. *Science of the Total Environment*, 374: 91-101.
- Bleise, A., Danesi, P.,R., Burkat, W., 2003. Properties, use and health effects of depleted uranium (DU): a general overview. *Journal of Environmental radioactivity*, Volume 64, Issue 2-3: 93-112.
- Bradshaw Army Training Area - Assessment Report for Bradshaw Army Field Training Area, Northern Territory, 1998. <http://www.deh.gov.au/assessments/epip/notification/bradshaw/assessmentalreport.html>
- Cao, X., Ma, L. Q., Chen, M., Hardison, D. W., Harris, W. G., 2003. Weathering of Lead Bullets and Their Environmental Effects at Outdoor Shooting Ranges. *J. Environ. Qual.*, 32: 526-534.
- Cao, X., Ma, L.Q., Chen, M., Hardison, D.W., Harris, W.G., 2003a. Lead transformation and distribution in the soils of shooting ranges in Florida, USA. *The Science of the Total Environment*, 307: 179-189.
- Chen, M., Daroub, S.H., 2002. Characterization of Lead in Soils of a Rifle/Pistol Shooting Range in central Florida, USA. *Soil and Sediment Contamination*, 11: 1-17.
- Clausen, J., Robb, J., Curry, D., Korte, N., 2004. A case study of contaminants on military ranges: Camp Edwards, Massachusetts, USA. *Environmental Pollution* 129: 13-21.
- Craig, J. R., Rimstidt, J. D., Bonnaffon, C. A., Collins, T. K., Scanlon, P. F., 1999. Surface water transport of lead in soils of a rifle/pistol shooting range in central Florida, USA. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 63: 312-319.
- Direktiva o varstvu okolja v Slovenski vojski, 2005. Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo, Slovenska vojska, šifra: 843-00-1/2005-2, datum: 16.2.2005
- Djokič, T., 2007. Upravljanje varstva narave na vojaških območjih. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za družbene vede, 83 str.
- Flis, J., Bole, M., Kugonič, N., Zapušek, A., Pavšek, Z., Triglav, G, Dušak, I., Kresnik, D., Žaberl, M., Salobir B., 2003. Poročilo o vplivih na okolje rekonstrukcije hangarja na Brniku za namen servisiranja zrakoplovov. ERICo Velenje.
- Hardison, D.W., Ma, L.Q., Luongo, T., Harris, W.G., 2004. Lead contamination in shooting range soils from abrasion of lead bullets and subsequent weathering. *The Science of the Total Environment* 328: 175-183.
- Hrobat. D., 2006. Ustni vir.

- Hynes, P. H., Ibragimov, S., 2003. Depleted Uranium: Questions and Answers on its Use in the War. Boston University School of Public Health. <http://www.iicph.org/docs/du-qa.htm>
- Kaufman, C. A., Bennet, J. R., Koch, I., Reimer, K. J., 2007. Lead bioaccessibility in food web intermediates and the influence on ecological risk characterization. *Environ. Sci. Technol.*, 41: 5902-5907.
- Kontiĉ, B., Pogaĉnik, L., 1995. Poroĉilo o vplivih na okolje za naĉtovano strelišĉe MNZ in MO pod Ramšnikom pri Gotenici. IJS-DP-7307, Institut JoŹef Stefan, Ljubljana.
- Kress, M. R., 2001. »Long-Term Monitoring Program, Fort Benning, G.A.; Ecosystem Characterization and Monitoring Initiative, Version 2.1,« ERDC/EL TR 01-15, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.
- Lahajner, D., 2008. Ustni vir, 23.5.2008.
- Lewis, L. A., Poppenga, R. J., Davidson, W. R., Fisher, J. R., Morgan, K. A., 2001. Lead toxicosis and trace element levels in wild birds and mammals at a firearms training facility. *Arch. Environ. Contam., Toxicol.*, 41: 208-214.
- Lin, Z., Comet, B., Qvarfort, U., Herbert, R., 1995. The chemical and mineralogical behaviour of Pb in shooting
- Mekina, I., 2002. Vojaška kontaminacija. Mladina, 27. maj 2002.
- Ministry of Defense Sustainable Development Report, October 2003-October 2004, 2005. Ministry of Defence UK, Crown Copyright, 62 str. <http://www.mod.uk/dsef/env/index.html>
- Myrntinen, H., 2002. Studies for the reconversion of military bases to civilian uses, [http://www.trieste.it/National Research Council Canada, Biotechnology Research Institute - Analytical Chemistry, Research activities, 2002.- http://www.irb.bri.cnr.gc.ca/rd/environment/analyticalchemistry/research_e.html](http://www.trieste.it/National%20Research%20Council%20Canada,%20Biotechnology%20Research%20Institute%20-%20Analytical%20Chemistry,%20Research%20activities,%202002.-%20http://www.irb.bri.cnr.gc.ca/rd/environment/analyticalchemistry/research_e.html)
- Perko, D., OroŹen Adamiĉ, M., 1998. Slovenija. Pokrajine in ljudje. Ljubljana, Mladinska knjiga, 735 str.
- Praprotnik, R., 2001. O graditvi vojašnice v Apaĉah. Delo, 18.7.2001.
- Prebiliĉ, V., 2004. Vojska kot dejavnik obremenjevanja okolja. Znanstveno delo podiplomskih Źtudentov v Sloveniji, s. 511-519.
- Pribiliĉ, V., Oder, K., 2004. Obrambni sistemi in ekologija – vloga severno atlantskega zavezniŹtva. Teorija in praksa, letnik XLI, Źt. 3-4: 598-614.
- Rantalainen, M., Torkkeli, M., Strömmner, R., Setälä, H., 2006. Lead contamination of an old shooting range affecting the local ecosystem – A case study with holistic approach. *Science of the Total Environment*, 369: 99-108.
- Resolucija o splošnem dolgoroĉnem programu razvoja in opremljanja Slovenske vojske (ReDPROSV). DrŹavni zbor, 13. julij 2004.
- Robinson, B. H., Bischofberger, S., Stroll, A., Schroer, D., Schroer, D., Furrer, G., Roulier, S., Gruenwald, A., Attinger, W., Schulin, R., 2008. Plant uptake of trace elements on a Swiss military shooting range: Uptake pathways and land management implications. *Environmental Pollution*, 153: 668-676.
- Scheuhammer, A. M., Norris, S. L., 1995. A review of the environmental impacts of lead shotshell ammunition and lead fishing weights in Canada. Rep. No. 88, Minister of Environment Canadian Wildlife Service, Ottawa, Ontario: 3-23.
- Scheuhammer, A.M., Norris, S.L., 1995. A review of the environmental impacts of lead shotshell ammunition and lead fishing weights in Canada.- Rep. No. 88, Minister of Environment Canadian Wildlife Service, Ottawa, Ontario: 3-23.
- Sneddon, J., Clemente, R., Riby, P., Lepp, N. W., 2009. Source-pathway-receptors investigation of the fate of trace elements derived from shot-gun pellets discharged in terrestrial ecosystems managed for game shooting. *Environmental Pollution*, in press.
- Źturbej, A., 2008. Ustni vir, 2.7.2008.
- Trame, A., Harper, M., 1997. Potential Military Effects on Selected Plant Communities in the Southeastern United States. USACERCL Technical Report 97/115.

3 OCENA VPLIVOV PEHOTNIH STRELIŠČ NA OKOLJE