

RAZPRAVE

NEKATERI UČINKI BOJEVANJA NA NARAVNO POKRAJINO

AVTORJA

dr. Matija Zorn

Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka ulica 13, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
matija.zorn@zrc-sazu.si

dr. Blaž Komac

Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka ulica 13, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
blaz.komac@zrc-sazu.si

UDK: 911.2:355.01

COBISS: 1.02

IZVLEČEK

Nekateri učinki bojevanja na naravno pokrajino

Predstavljamo nekaj vplivov vojaškega delovanja na naravnogeografske prvine pokrajine, ki jim je slovenska (vojaška) geografija do sedaj posvečala razmeroma malo pozornosti, čeprav so posledice vojaškega delovanja na naravno okolje daljnosežne in lahko prizadanejo velika območja. Pogostejše je bilo preučevanje vplivov naravnogeografskih prvin na vojaško delovanje.

V članku obravnavamo zlasti dolgotrajnejše vplive, ki se kažejo v spremembah reliefa in onesnaženosti prsti, manj pa kratkotrajnejše vplive bojevanja na raste in živalstvo. Predstavljamo posledice vojaškega delovanja med 1. (soška fronta, Verdun) in 2. svetovno vojno kot tudi nekatere primere iz vietnamske vojne in zalivskih vojn.

KLJUČNE BESEDE

geografija, vojaška geografija, bojevanje, naravna pokrajina, prva svetovna vojna, druga svetovna vojna, vietnamska vojna, zalivski vojni, soška fronta, verdunska fronta

ABSTRACT

Some effects of warfare on natural landscape

Some effects of warfare on physical-geographical elements of landscape are presented. This topic has not been presented into detail in Slovene (military) geography till now although the consequences of warfare on natural environment are long-lasting and can occupy large areas. Slovene military geography has been more interested in effects on the influence of physical-geographical elements on landscape military activities. Presented are long-lasting effects of warfare actions that can be seen in alteration of relief and in pollution of soil. Less attention is given to the effects with shorter duration, for example effects on vegetation and animals. The effects of warfare during the First (the Soča/Isonzo and Verdun fronts) and Second World War are presented, as well as some examples from the Vietnam War and the Gulf wars.

KEY WORDS

geography, military geography, warfare, natural landscape, First World War, Second World War Vietnam War, Gulf wars, Soča/Isonzo front, Verdun front

Uredništvo je prispevek prejelo 31. avgusta 2009.

1 Uvod

Človekovo delovanje je z geološkega ali geomorfološkega vidika kratkotrajno, vendar je lahko zelo obsežno in intenzivno (Phillips 1997, 105). Primer za takšne posege so vojne, ki lahko močno prizadejejo obsežna območja. »... *Vojaška zloraba pokrajin je stalen pojav v zmernih zemljepisnih širinah, ... kjer se večja vojna začne približno enkrat na 10 let, manjša pa skoraj vsako leto ...*« (Westing 1980, 50).

Orožje je namenjeno uničevanju sovražnika, vendar običajno zaradi velike moči vpliva tudi na naravno pokrajino. Vojna lahko popolnoma spremeni naravne in družbene funkcije pokrajine in je pogosto tako intenzivna, da spremeni tudi njeno vidno podobo. Posledice so katastrofalne zlasti zaradi velike pogostnosti, obsega in intenzivnosti sprememb. Močno prizadene rastje, živalstvo ter relief, spremembe v pokrajini pa so pogosto večje od tistih, ki jih puščata rudarstvo ali gozdarstvo (Hupy 2008). V prispevku obravnavamo zlasti dolgotrajnejše vplive, ki se kažejo v spremembah reliefa in onesnaženosti prsti, ne pa kratkotrajnega vpliva bojevanja na rastje in živalstvo, ki sta načeloma hitreje obnovljiva naravna vira. Poudarek je predvsem na posledicah vojaškega delovanja med 1. svetovno vojno, predstavljenih pa je tudi nekaj drugih primerov. Posledice 1. svetovne vojne so mariskje še vedno vidne v pokrajini, na soški fronti je človek pokrajino na primer spremenil predvsem z odstranjevanjem rastja ter razkopavanjem preperine in prsti na pobočjih. Vpliv odstranjevanja rastja je zgolj prehodan, če se rastje obnovi, s čimer se erozija in vodni odtok kmalu vrmeta na raven pred odstranitvijo. Od časa, ki je potreben za obnovo pa je odvisno, kakšen je dejanski vpliv odstranitve rastja (Phillips 1997, 105). Na čas, ki je po vojni potreben za obnovo zemljišč z vidika kmetijske dejavnosti pomembno vpliva intenzivnost poslabšanja razmer med vojno. Med 2. svetovno vojno je na primer kmetijska proizvodnja v desetih evropskih državah upadla za 38 %, industrijska dejavnost pa za 54 %. Slednja se je po vojni obnovila že v treh letih, za obnovo kmetijske dejavnosti pa je bilo potrebnih skoraj pet let (Westing 1980, 62).

Čas obnove pokrajine v Zgornjem Posočju je odvisen od nadmorske višine in od količine organskih snovi na prizadetem površju. Če sodimo na podlagi nekaterih naravnih ujm v Posočju v zadnjem desetletju, traja naravna obnova pokrajine pet let na območjih, ki so bogata s humusom (primer so pobočja, ki so jih prizadeli skalni podori ob potresu leta 1998; Komac in Zorn 2007), in več kot deset let na območjih, kjer humusa primanjkuje tudi v dnu dolin (primer je nanos drobirskega toka v Logu pod Mangartom iz leta 2000; Komac in Zorn 2007). V visokogorju je zaradi odsotnosti biotskih dejavnikov čas obnove še daljši, tudi več sto let.

Zaradi preperevanja, bujnega rastja, poselitve in intenzivne rabe zemljišč se je v Spodnjem Posočju v 90 letih, ki so minila od 1. svetovne vojne, na površju ohranilo le malo sledov bojevanja (Simić 1998, 6). Več sledov je v gorskih pokrajinah Zgornjega Posočja, največ v visokogorskih. Temeljni razlog za to je, da je fronta v tem območju potekala čez apnenčaste gore, kjer na ostanke bojevanja vplivajo zmrzal ter v manjši meri pobočni procesi in potresi. V nasprotju z nižje ležečimi območji imajo v gorskih in visokogorskih pokrajinah antropogeni in biogeni dejavniki, ki delujejo predvsem prek prsti in rastja, veliko manjšo vlogo.

V Zgornjem Posočju so z izjemo onesnaževanja pokrajine bolj kot soška fronta vplivale spremenjajoče se družbeno-gospodarske razmere. Kjub temu pa je soška fronta imela na določenih območjih močan vpliv, saj v »naravnih sistemih« pogosto že majhne spremembe povzročijo velike učinke (Phillips 1997, 111). V Zgornjem Posočju je bil z vidika sprememb oblikovanosti površja najpomembnejši vpliv človeka na prsti in s tem na geomorfne procese.

2 Neposredne posledice bojevanja

2.1 Zgodovinski pregled

V zgodovini so kot orožje že zelo zgodaj uporabljali naravne procese ali pojave. Z ognjem so na primer že v davni preteklosti požigali gozdove, da bi izpostavili sovražnikove enote. Rimska vojska je

v 1. stoletju pr. n. št. požigala gozdove, v katerih so se skrivali germanski »barbari«. Med ameriško državljansko vojno so požigali kmetije in kmetijska zemljišča. V sodobnih vojnah gozdovi najpogosteje zgorijo zaradi raketnega obstreljevanja. Tako je v vojni med Izraelom in Hamasom leta 2006 v južnem Libanonu zgorelo več tisoč hektarjev gozdov (Hupy 2008).

Požigi so pomembni, ker vplivajo na erozijsko-denucacijske procese. V avstralskih Alpah se je po požaru skupna količina premaknjene gradiva na pobočjih in v vodotokih povečala tudi za tisočkrat, v ameriški Arizoni pa so se po požaru količine premaknjene gradiva povečale s 43 t/km²/leto na kar 50.000–150.000 t/km²/leto (Zorn 2008).

V Svetem pismu (Krašovec 1996) je opisano, da so za vojne dejavnosti z gradnjo okopov in nasipov spremenili relief. Z njimi so zavojevalci želeli doseči obzidja mest (2 Sam 20,15; Jer 6,6; Ezk 4,2; Ezk 17,17; Ezk 21,27; Ezk 26,8; Hab 1,10).

Gradnja pregrad in ustvarjanje umetnih jezer ima več naravnogeografskih učinkov v pokrajini. Spremenjene so hidrološke razmere, za jezovi se odlagajo jezerske usedline, uničena sta prst in rastlinstvo, spremeni se mikroklima (povečanje vlage v zraku, stoječe vode vplivajo na temperaturo v okolici). Pregrade (Komac, Natek in Zorn 2008) se pogosto porušijo ob »katastrofalnih« dogodkih, ki ne le preplavijo oblegajočo vojsko, pač pa tudi preoblikujejo pokrajino zaradi velike erozijske moči (Zorn in Komac 2002, 13; Komac, Natek in Zorn 2008). Po Staceyju (2009) je pojav »odjezenja vode« omenjen tudi v svetopisemski knjigi Pregovorov (17,14). Na svetu je danes skoraj 800 jezer, višjih od 15 m, ki bi jih lahko uporabili kot orožje (Bergström 1990, 39). Moč vode so v boju s sovražniki uporabljali že v antiki. Rimska vojska je preusmerjala vodne tokove, da bi sovražniki ostali brez vode, ali pa so jih z vodo zalili. Tako so v Istri spremenili rečni tok in s tem obleganim Histrom odvzeli vodo (Bratož 2007, 90). Vojska, ki je v 3. ali 4. stoletju oblegala Oglej (Aquila, Italija), je preusmerila tok reke Nadiže v severovzhodni del mesta in na mestno obzidje, da ga je lažje premagala. Zaradi tega je bil tisti del mesta poplavljen in so ga morali opustiti. Stara struga se je izsušila, zato se je spremenila njena prometna uporabnost, staro rečno pristanišče je propadlo (Carre 2004, 201–202).

Med ameriško državljansko vojno so v bitki pri Vicksburgu namaravali preusmeriti rečni tok, da bi se izognili topništvu, ki je branilo mesto. Načrt so morali opustiti, ker je voda ogrozila napadalce (The American ... 2008).

V nekaterih primerih so v višjih legah za nekaj časa zajezili vodotoke, potem pa jez načrtno uničili ter povzročili poplavo. Inki so preusmerili tok reke Patacancha, poplaveli ravnino in zaustavili španske jezdece (The sacred valley 2008). Pregrade in umetna jezera so pri nas gradili v času turških vpadov. V Železni Kapli je bil med drugim namen pregrade, da bi »... *potopili Turke, ko so* [bi, opomba avtorjev] *izpustili vodo*...« (Fister 1975, 50). Na Goriškem pa je o zajezitvi Soče in Vipave kot možnosti za ustavev turških vpadov razmišljal Leonardo da Vinci (Sitar 1989, 169; 2000, 98). V 2. kitajsko-japonski vojni (1937–1945) je kitajska vojska junija 1938 razstrelila jez na Rumeni reki pri kraju Zhengzhou. Utonilo je več tisoč japonskih vojakov, poplave pa so razdejale 11 mest in 4000 vasi v provincah Henan, Anhui in Jiangsu, pri čemer je umrlo še približno pol milijona Kitajcev (Westing 1990, 6; Drainage diversion ... 2008). Med 2. svetovno vojno so zavezniki podrli jezova Möhne in Eder na reki Ruhr (Nemčija). Poplavni val je bil visok 10 m in je potoval s hitrostjo 7 m/s. Umrlo je 1300 ljudi, uničenih je bilo 3000 ha obdelovalnih zemljišč, 125 tovarn in 25 mostov, več hidroelektrarn in železniških prog, poplavljeni so bili rudniki premoga (Bergström 1990, 41). Vojska ZDA je podirala jezove med korejsko vojno (Hupy 2005, 450), v Severnem Vietnamu pa so med letoma 1965 in 1967 v 150 zračnih napadih sistematično bombardirali nasipe, ki vsaj od srednjega veka dalje omogočajo kmetijsko dejavnost (namakanje). Nasipi varujejo tudi pred rečnimi in morskimi poplavami ter omogočajo gosto poselitve v delti Rdeče reke. Čeprav je bila dejavnost načrtna, so vojaški viri to zanikali in priznavali le stransko škodo (Westing 1976, 58). S takšnim delovanjem so želeli prestrašiti prebivalce in jih zaposliti z obnovo nasipov. Obnova je bila nujna, saj bi sicer lahko ob poplavah umrlo 1,5–2 milijona ljudi, s čimer bi bil učinek bombardiranja enak učinku atomske bombe (Lacoste 1972, 13).

Vojaki so v vojnah in na vojaških pohodih pogosto opustošili obdelovalna zemljišča ali cele pokrajine (Hupy 2008). Tudi na slovenskem ozemlju so takšne »totalne vojne« povzročile nastanek tako

imenovanih pustot obdelovalnih zemljišč (Simoniti 1994, 187). Ena takšnih vojn, ki se je odvijala v Istri in v Posočju, je bila avstrijsko-beneška vojna (1615–1618), v kateri je bilo že prvo leto v celoti opustošeno obmejno območje. Vojski sta požigali hiše in polja, uničevali vinograde, sekali oljke in ropali. Vojna ni potekala v skladu z vojaško doktrino 16. in 17. stoletja, to je z jasno izraženimi bojnimi linijami in zaledjem. V beneškem delu Istre je bilo opustošenih kar 90–98 % vseh obdelovalnih zemljišč. Tako so Beneške oblasti po koncu vojne zapisale, da se v njihov del Istre vpadi niti ne bi izplačali, saj »... od tod ni kaj odnesti razen kamenja ...« (Štih in Simoniti 1996, 225–226). Med 2. svetovno vojno so zaradi nemške okupacije na Norveškem morali opustiti obdelavo na 1,2 milijona ha kmetijskih zemljišč, na Poljskem pa so Nemci sistematično izkoriščali gozdove (Westing 1990, 8).

O namernem motenju oskrbe vodnih virov med vojno poroča Sveto pismo (2 Krn 32,4), Džingiskan (1162–1227) pa je med zasedbo Mezopotamije uničil namakalne naprave na reki Tigris (Hupy 2008). Ponekod, na primer v Afganistanu, so sovjetski napadalci v 20. stoletju zastrupili izvire, vodotoke in vodnjake (Grau in Jorgenson 1997), ali pa so zaslanili vodne vire in polja, kot so naredili Rimljani v punskih vojnah (Hupy 2005, 452). Med 2. svetovno vojno je zaradi nemške okupacije na Nizozemskem morje poplavelo 200.000 ha ali 17 % kmetijskih zemljišč (Westing 1990, 7). Na ozemlju ZDA so načrtno uničevali naravne vire, kot so kmetijska zemljišča in črede bizonov, ki so jih uporabljali Indijanci (Hupy 2008).

Po 2. svetovni so si prizadevali tudi vreme uporabiti kot orožje. 15. avgusta 1952 so britanske zračne sile (RAF) izvajale poskuse z umetnim dežjem. Letali so nad oblake, jih posipali s kemikalijami in nato leteli podnje, da bi videli, če bo deževalo. Padavine so ponavadi nastopile po 30 minutah. 15. avgusta 1952 so bile tako močne, da je v naselju Lynmouth v Devonu nastalo neurje, kakršnega v tistem kraju dotlej niso pomnili. Zaradi hudourniške poplave in zemeljskih plazov je umrlo več kot 30 ljudi (Vidal in Weinstein 2001). V vietnamski vojni je ameriška vojska poskušala vplivati na vreme s posipanjem oblakov s srebrom in svinčevim jodidom. Želeli so podaljšati deževno obdobje in povečati intenzivnost padavin, kar bi onemogočilo uporabo sovražnikovih radarjev in otežilo premike njihove pehote (Westing 1976, 55).

2.2 Vpliv eksplozij na relief

Med vojno relief spremenijo predvsem detonacije različnih eksplozivov v obliki letalskih bomb, granat oziroma ročnih bomb, minometov ter *in situ* eksplozij. Ker strelivo pogosto uporabljajo v velikih količinah, samo ena eksplozija pa lahko prizadene območje, večje od 1 ha, je škoda ponavadi zelo velika. Poleg tega ob obstreljevanju prihaja do sekundarnih učinkov, kot so požari in onesnaženje (Westing 1990, 3).

Vpliv eksplozij na relief je odvisen predvsem od načina bojevanja, pa tudi od lege vojaških enot na frontni črti, časa bojevanja, lege vojaških enot glede na reliefne oblike in značilnosti kamninske podlage (Hupy 2006, 175).

Ker so bile fronte v 1. svetovni vojni razmeroma stabilne, je lahko na nekaterih bojiščih v le nekaj mesecih na površini nekaj sto hektarjev nastalo več kot 20 milijonov kraterjev. Toda že med 2. svetovno vojno so na Evropo odvrgli kar 1,4 milijona ton bomb, na Nemčijo so Američani odvrgli 557.000 ton bomb, kasneje pa na Vietnam kar 14 milijonov ton bomb (Westing 1976; Pfeiffer 1969, 33; Hupy in Schatzl 2006, 826). V 2. svetovni vojni je bilo samo v francoskih gozdovih zaradi bojevanja uničenih več kot 40 milijonov ha zemljišč (Hupy 2008).

Na soški fronti je bilo poškodovanih, uničenih 1100 km² kmetijskih zemljišč in gozdov, ki so tudi kemično onesnažena. Najmočnejše je bil bombardiran Škabrijel pri Novi Gorici, kamor je italijanska vojska v treh dneh izstrelila 45.000 granat (Pirc in Budkovič 1996, 385). V 27 dneh enajste soške bitke je italijanska vojska izstrelila skoraj tri milijone granat, avstro-ogrska vojska pa milijon in pol granat iz lahkih topov, 250.000 iz srednjih topov in 22.000 iz težkih možnarjev (Souvent 1998, 6). Ob tako imenovani »... taktiki napadov z omejenimi cilji so na [kvadratni, opomba avtorjev] meter bojišča izstrelili tudi do 6 ton granat ...« (Marušič 2006).

V Zgornjem Posočju je bilo zaradi kopanja jarkov in obstreljevanja uničenih veliko travniških zemljišč, močno je bil poškodovan bukov gozd, pašniki so bili spremenjeni v melišča; »... pomendrana in razkopana zemlja si dolgo ni opomogla ...« (Budkovič 1994, 74).

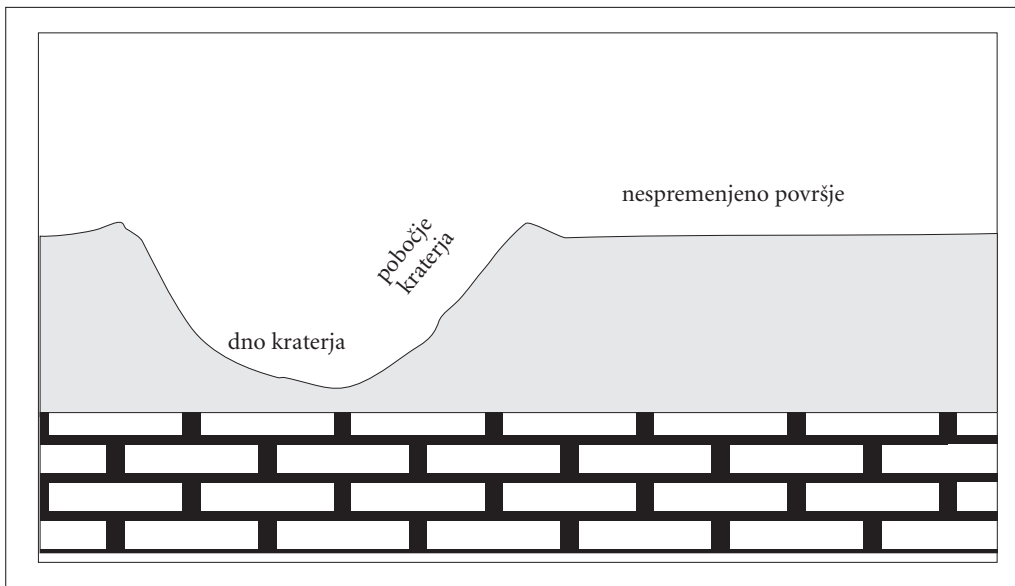
V visokogorskih pokrajinah Zgornjega Posočja so bili učinki obstreljevanja manj vidni zaradi prevlade karbonatnih kamnin, v dnu dolin, kjer prevladujejo manj odporne flišne kamnine in holocenski sedimenti, pa so bili bolj vidni. Obstreljevanje je pospešilo erozijo prsti in povzročilo izpiranje hranilnih snovi.

Na primeru Indokitajskega polotoka so izračunali, da je 10.599.000.000 eksplozij granat premaknilo približno 2.947.000.000 m³ prsti (0,27 m³ prsti na eksplozijo). Udarna sila eksplozije je del prsti vrgla iz kraterjev, večji del pa stisnila ob njihove stene. Zbita prst se je sčasoma povsem razrahljala, reliefna oblika (krater) pa je ostala prepoznavna tudi čez desetletja. Po nastanku kraterjev se je njihovo površje spremenilo tudi zaradi povečanega spiranje prsti v njihovo dno. Erozija je za krajši čas narasla tudi za tisočkrat, v dnu kraterjev se je nabralo za meter erodiranega gradiva (Westing 1976, 65). Bregovi kraterjev na Indokitajskem polotoku so se zarasli v nekaj letih, zato se je erozija zmanjšala. Erozija se je povečala tudi na drugih območjih bojevanja, pa tudi ob vojaških jarkih ali zaradi uporabe vojaških vozil, zlasti tankov. Zaradi večje erozije je pogosto nastopila večja sedimentacija v nižjih legah, zato se je ponekod povečala nevarnost poplav (Westing 1976, 21, 65).

Vojaška dejavnost je v južnem Vietnamu ponekod pokrajino tako preoblikovala, da se je zaradi obilice sedimenta povečala vetrna erozija, nastajali so celo peščeni viharji. V tropskem podnebju je zaradi razgaljanja površja ponekod prišlo tudi do laterizacije (Westing 1976, 66), pri kateri se del profila prsti strdi v trdo plast (Lovrenčak 1994, 68).

2.3 Topniško obstreljevanje

Med 1. svetovno vojno je nekajletno silovito obstreljevanje marsikje popolnoma spremenilo podobo pokrajine, povsem sta bila uničena rastje in prst, ostala je razgaljena kamnina. Silovitost procesov na soški fronti potrjuje pričevanje Pavla Kunaverja: »... Vrhovi tik pred nami so se spremenili v vulkane



Slika 1: Skica značilnega kraterja, ki nastane ob eksploziji (prirejeno po: Hupy in Schaetzl 2008, 3).

eksplozij...« (Kunaver 1974, 64). Okolje je najbolj prizadelo topniško in minometno obstreljevanje. Pri tem so uporabljali rušilne, zažigalne in plinske granate. Nenehno obstreljevanje določenih točk fronte, ki je trajalo več ur ali izjemoma več kot en dan, so imenovali »bobneči ogenj«. Intenzivno obstreljevanje je gozd iz debelih bukev uničilo v nekaj dneh, planinski pašnik pa že v nekaj urah. Tudi stavbe in prometnice so se kmalu spremenile v ruševine. Zažigalne in plinske granate so prizadele rastle. Flišne kamnine, v katere je bil izkopen avstroogrski strelski jarek na vzpetini Humčič pri Bovcu, so bile na primer ob hudem italijanskem obstreljevanju spremenjene v debelo plast drobirja, pomešanega z drobci granat, tulci nabojev in krogli (Budkovič 1994, 77).

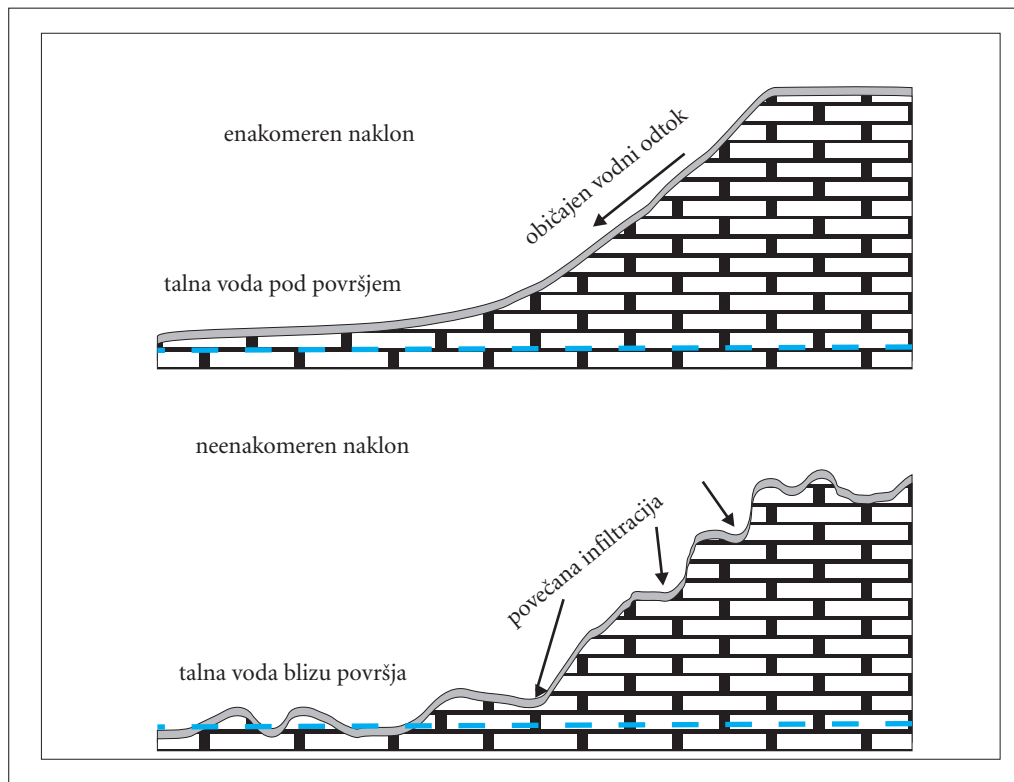
Prav tako v 1. svetovni vojni je nemška vojska s topovskimi izstrelki popolnoma spremenila pokrajino pri Verdunu. Uničeni so bili gozdovi in kmetijska zemljišča, ponekod so izginile cele vasi (Hupy 2005, 452–453).

Na območje, ki meri približno 200 km², je nemška vojska od februarja do avgusta 1916 izstrelila 34 milijonov izstrelkov, francoska pa 26 milijonov. Sedemdesetmilimetrski topovi so naredili kraterje, manjše od 1 m, štiristodvajsetmilimetrski topovi pa so izkopali tudi do 15 m široke in več metrov globoke kraterje. Njihov učinek je bil toliko večji, ker so izstrelki eksplodirali ob stiku s površjem in je bila večina energije usmerjena navzdol v tla (Hupy in Schaetzel 2006, 828).

Preglednica 1: Stopnje poškodovanosti reliefa zaradi obstreljevanja pri Verdunu (Hupy 2006, 174).

stopnja poškodovanosti	gostota kraterjev	stopnja in vrsta poškodovanosti gozda	stopnja in vrsta poškodovanosti prsti	mikroreliefne značilnosti
majhna	redko posejani posamezni kraterji	še vedno raste veliko dreves; nekatera so poškodovana s šrapneli	številna območja s spremenjeno prstjo; poškodbe so omejene na območja v bližini kraterjev	uravnano površje z redko posejanimi kraterji
zmerna	pogostni enakomerno razporejeni kraterji; nekateri se prekrivajo	večina gozda je uničenega; ponekod so manjša območja nepoškodovanega gozda	večina prsti je spremenjenih; na nekaterih območjih je prst nepoškodovana	površje s pogostimi kraterji; površje med kraterji je uravnano
velika	kraterji so prevladujoča reliefna oblika, številni se prekrivajo	prvotni gozd je popolnoma uničen; ponekod so ostanki dreves, štori	površje je skoraj popolnoma poškodovano	ni uravnanih površin med kraterji
izjemna	kraterji povsem pokrivajo površje; majhni kraterji so pogosto znotraj velikih	prvotni gozd je popolnoma uničen	prst je do matične podlage, ki je v globini 8 m, popolnoma spremenjena ali uničena	ni ostankov prvotnega površja

Gosto poraslo površje z debelo prstjo je bilo ponekod popolnoma spremenjeno. Razvoj prsti v spremenjenih razmerah poteka v kraterjih hitreje kot v njihovi okolici, saj se v dnu nabirajo organske snovi in



Slika 2: Značilno pobočje na bojišču v Verdunu pred in po obstreljevanju (prirejeno po: Hupy 2005, 467).

voda. Obstreljevanje je vplivalo tudi na površinske in podzemne vodne razmere (Hupy in Schaetzel 2008, 10–11) in povsem uničilo gozd (Graves 1918).

Preglednica 2: Poškodovanost reliefa na verdunski fronti zaradi obstreljevanja (Hupy 2006, 175).

območje	kraterji (število na km ²)	poškodovanost območja (%)	povprečna globina kraterjev (cm)	povprečna površina kraterjev (m ²)	povprečna prostornina kraterjev (m ³)
Etraye 1	2800	23,8	53,4	8,5	386,3
Etraye 2	1960	16,8	53,2	8,6	418,0
severno »Rdeče območje 1«	3480	22,1	52,4	6,4	268,7
Severno »Rdeče območje 2«	4600	28,2	40,3	6,1	188,7
Južno »Rdeče območje 1«	2880	14,6	46,4	5,0	144,7
Južno »Rdeče območje 2«	1640	6,8	30,2	4,1	95,8
Hoseland 1	4800	45,1	40,1	9,4	217,4
Hoseland 2	4720	33,0	47,0	7,0	233,9
planota Thiaumont 1	5240	60,4	98,2	11,5	880,7
planota Thiaumont 2	8600	87,3	96,3	10,1	923,4



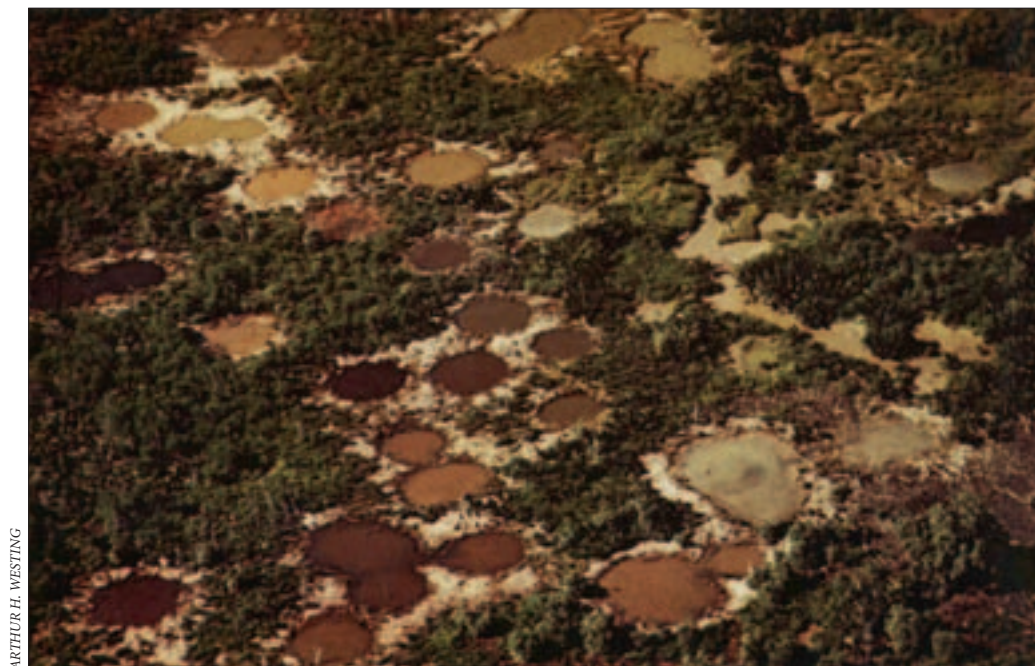
JOSEPH P. HUPY

Slika 3: Značilna podoba pokrajine v Verdunu v bližini Flueryja, ki je bila preoblikovana s topniškim obstreljevanjem, slikano maja 2003.

Kraterji so na nekaterih območjih 10 m narazen, ponekod pa se skoraj prekrivajo in so med njimi le nizke grbine, ki so nastale ob eksplozijah. Na številnih območjih so v večjih kraterjih tudi manjši kraterji. Kraterji so najbolj redko posejani in najmanjši (približno 400 m^3) na območju Etraye, na planoti Thiamount pa številni kraterji merijo tudi več kot 1000 m^3 . Zaradi velike gostote kraterjev in močvirnosti območja še niso ugotovili njihovega natančnega števila. Skalno podlago pokriva približno 10 m preperine, ki se je ob obstreljevanju toliko premaknila, da je prvotna oblikovanost površja popolnoma zabrisana. Po bitki ni ostalo celo skoraj nobeno drevo, danes pa je območje poraslo z grmovjem (Hupy 2005, 454–456; 2006, 173, 180–181).

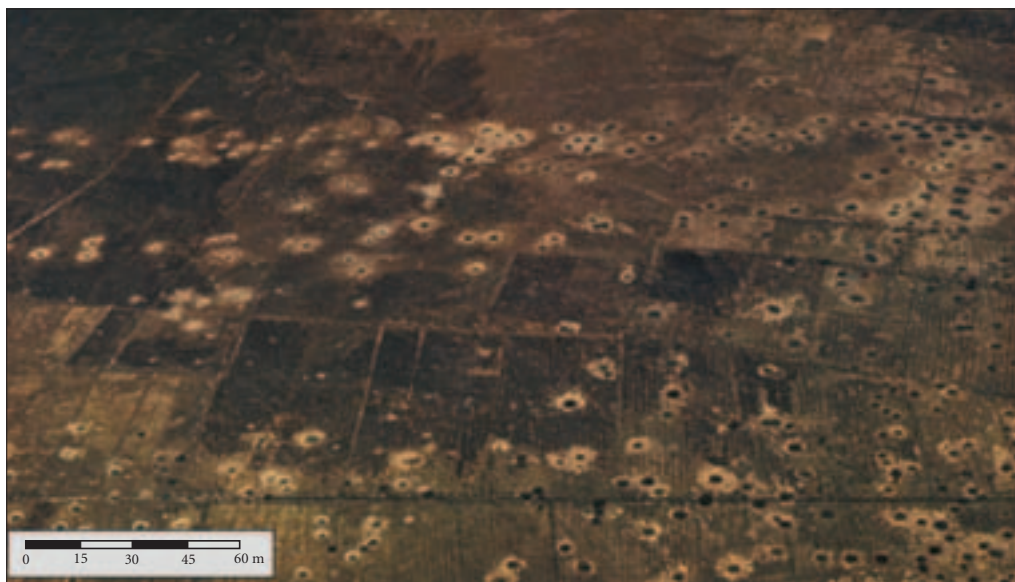
V vietnamski vojni (1965–1971) je načrtno uničevanje naravne pokrajine postalo del vojaške strategije (Hupy 2008). Relief so spremenili kraterji, ki so jih naredili topovski izstrelki in letalske bombe. Na Indokitajski polotok so odvrgli 14 milijonov ton bomb. Zaradi tega ima približno 4 % dreves v Vietnamu šrapnele, kar onemogoča sekanje, približno 0,5 % gozdov pa zaradi šrapnelov nima gospodarske vrednosti. Napadalci so tudi požgali približno 100.000 ha gozdov, v katerih so se skrivali nasprotniki (Flamm in Cravens 1971, 789).

Relief je močno spremenilo bombardiranje bombnikov B-52 z 250-kilogramskimi in 350-kilogramskimi bombami, ki so naredile do 10 m globoke in 15 m široke kraterje. Leta 1967 je bilo 982 letalskih napadov, ob katerih je nastalo približno 848.000 kraterjev, ob 3022 letalskih napadih leta 1968 pa 2,6 milijona kraterjev (Orians in Pfeiffer 1970, 552). Le 5–8 % bomb je bilo namenjenih vojaškemu cilju, saj je bil prvotni namen uničiti družbenogospodarski sistem Severnega Vietnama (Westing in Pfeiffer 1972, 28). Škoda je bila toliko večja, ker so bombniki leteli v formacijah in bombe metali v obliki »preprog« (angleško



ARTHUR H. WESTING

Slika 4: Letalski posnetek kraterjev v nižinski gozdnati pokrajini v provinci Bien Hoa v južnem Vietnamu, slikano 8. 8. 1971 (Westing 1976, 38).



ARTHUR H. WESTING

Slika 5: Kraterje na kmetijskih zemljiščih v provinci Long An v južnem Vietnamu so naredile 250 kg težke bombe, ki so jih metali z bombnikov B-52. Zaradi vode, ki se zadržuje v kraterjih, so na takšnih območjih opustili pridelavo riža (Westing in Pfeiffer 1972, 20).



JOSEPH P. HUPY

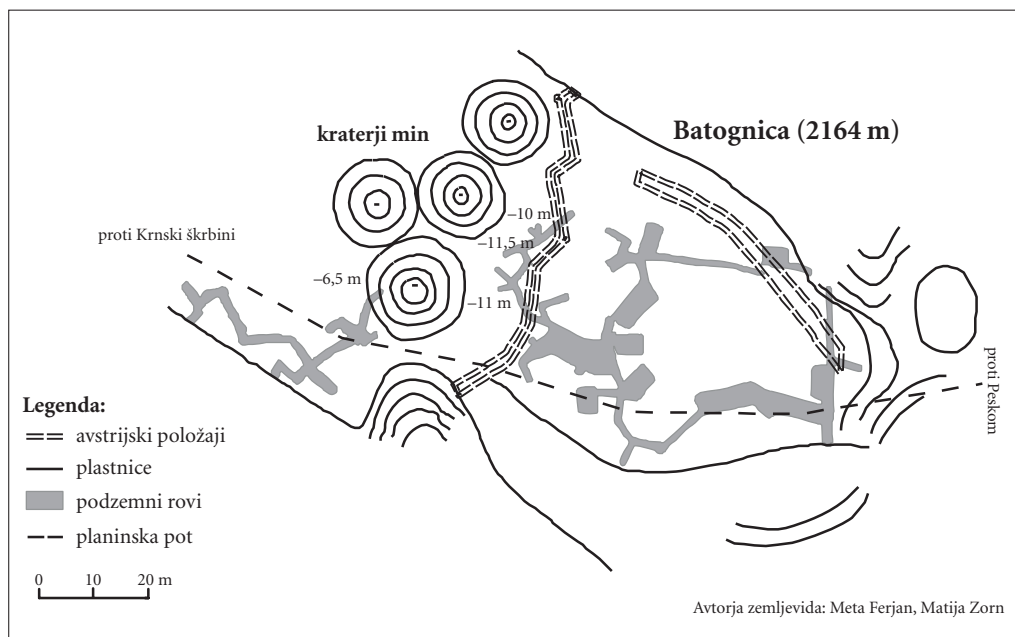
Slika 6: Po treh desetletjih so v Vietnamu še vedno vidne posledice vojaškega delovanja, slikano maja 2006.

carpet bombing), ki so prizadele 65 ha veliko ozemlje naenkrat (Westing 1976, 16). V Vietnamu je bilo poškodovanih 11 % vseh zemljišč, po vojni pa je ostalo približno 26 milijonov kraterjev, ki se razprostirajo v približno pol kilometra širokih in več kot kilometer dolgih pasovih (Hupy in Schaetzel 2006, 830). Obširna območja so ostala brez rastja. Nekaj milijonov letalskih bomb je gričevje z zelenimi gozdovi pri Khe Sanu spremenilo v pusto in prašno pokrajino. V velikem močvirju, ki se razprostira proti morju južno od Hošiminha, so uničili večino gozdov iz mangrov, v katerih so se skrivali »vietkongovci«. Bombardirana polja so kmetje kasneje opustili zaradi nevarnosti neeksplozivnih bomb in velike količine kovinskih delcev (Pfeiffer 1969, 35).

Spremembe v okolju so tudi tukaj dolgoročne, saj se v kraterjih ni obnovilo prvotno gozdno rastje. Kraterji so pospešili erozijo. V Verdunu in v puščavi Negev so spremembe iz 1. svetovne vojne v pokrajini vidne še danes (Westing in Pfeiffer 1972, 24, 29).

2.4 Eksplozije min

Relief so med 1. svetovno vojno prizadele tudi eksplozije min, ki so jih sprožili v rovih pod sovražnikovimi položaji. V Dolomitih so bili tako uničeni celi vrhovi. Na Bovškem so vojaki avstro-ogrske vojske na začetku 12. soške bitke razstrelili Vršič (1897 m) severozahodno od Krna. Na Batognici (2164 m) so eksplozivirale kar tri velike mine, njihovi kraterji pa so vidni še danes (slika 7). Podzemni rov so napolnili s 4100 kg nitroglicerinske želatine, 24. 9. 1917 ob 6. uri zjutraj pa so sprožili mino, ki naj bi po nekaterih navedbah izkopala 10 m globok in 20 m širok krater. Te navedbe so pretirane, saj so danes na Batognici vidni štirje kraterji z globino približno 4 m. »... Najgloblji je verjetno krater eksplozije, ki so jo 24. 9. 1917



Slika 7: Zemljevid, ki prikazuje razsežnost posledic vojaškega delovanja na Batognici (2164 m) (prirejeno po: Simić 1998, 100–101).



MIHA PAVŠEK

Slika 8: Med dolino Soče in vrhom Krna, kjer so med 1. svetovno vojno potekali siloviti boji, je več kot 2000 m višinske razlike.

sprožili Avstrijci, eden od preostalih dveh je krater ... italijanske mine, ki je eksplodirala 16. 8. 1917, tretjega pa je najverjetneje povzročila 400-kilogramska avstrijska mina, sprožena istega dne ...» (Simić 1998, 100–101).

Podoben rov so italijanski vojaki kopali v prodno-konglomeratne ledeniško-rečne nanose bovške kotline iz suhe doline Naklo pri Bovcu proti položajem avstro-ogrske vojske vzhodno od tod. Vhod v rov, ki je sicer zasut, je viden še danes.

Tudi v Verdunu so pod položaji nasprotnikov izkopali veliko rogov. Eksplozije min, ki so jih sprožili v takšnih rovih, so v nasprotju z apnenčastim vrhom Batognice tam ustvarile več kot 50 m široke in več kot 20 m globoke kraterje. V nekaterih primerih so na ta način skupaj s topovskim obstreljevanjem za nekaj metrov znižali višino vrhov in slemen. Pri Verdunu je bila leta 1915 nadmorska višina kote 304 še 434 m, leta 1918 pa le še 430 m (Hupy in Schaetzel 2006, 289).

3 Posredne posledice bojevanja

Posegi v prostor, ki jih omenjamo, so lahko izjemno veliki, vendar je bilo vplivno območje posameznega vojaka do 20. stoletja razmeroma majhno. V 1. svetovni vojni je 100.000 vojakov po dolžini obvladalo 48 km fronte, ki je bila široka povprečno 17 km. Na km² so prišli 404 vojaki. Vojak je v antiki obvladoval komaj 10 m² zemljišča, v Napoleonovih vojnah 200 m², med 1. svetovno vojno 2475 m², v 2. svetovni vojni 27.500 m², v zalivski vojni pa že 426.400 m² (Prebilič in Ober 2004, 606). Podobno velja tudi za porabo streliva na vojaka, ki je bila v korejski vojni šestkrat večja in v 2. indokitajski vojni 18-krat večja kot v 2. svetovni vojni (Westing 1990, 4).

Čprav se število vojakov v sodobnosti zmanjšuje, se njihov obseg delovanja strmo povečuje (Prebilič in Ober 2004, 606). Z uvajanjem nove opreme in oborožitve se odpira še vprašanje odlaganja opuščanih sredstev, zlasti orožja, vozil in specialne opreme (Strgar 2004, 24).

3.1 Vojaške baze

Pomemben vpliv na pokrajino imajo zlasti vojaške baze. Problematične so zato, ker jih v prostor umeščajo le glede na strateško-vojaško lego območja, ne pa tudi glede na naravogeografske, še manj pa okoljske sestavine pokrajine. Čprav so v času delovanja praktično nedostopne, jih v sodobni geografiji obravnavamo predvsem kot pomembne onesnaževalce okolja. Uporabljajo jih predvsem za preizkušanje vojaških vozil, vžiga eksploziva in za bojno streljanje oziroma obstreljevanje. Na pokrajino močno vpliva tudi dejanska zasedenost oziroma aktivnost vojaških baz oziroma vadišč (Brodnik in Trontelj 2002, 175).

Najpogostejši onesnaževalci v vojaških bazah so naftni derivati (46 %), težke kovine in topila (15 %), halogeni elementi (12 %), benzeni, tolueni in etilni benzeni (12 %) ter močni oksidanti in poliaromatični ogljikovi karbonati, ki so sestavina tekočih in trdnih goriv raketnih motorjev (9 %) (Prebilič 2002, 447). Na Češkem je bilo zaradi vojaških dejavnosti v vojaških bazah z naftnimi derivati onesnaženo in zato neprimerno za poselitev kar 1,27 milijarde m³ prsti (Prebilič in Ober 2004, 605).

Za obdobje tako imenovane hladne vojne po 2. svetovni vojni je bilo značilno, da je število vojaških baz naraščalo. Na svojem ozemlju in tudi drugje po svetu sta jih gradili zlasti Sovjetska zveza in Združene države Amerike. V ZDA je več kot 10.000 vojaških objektov na 1200 območjih (King in ostali 2001). Zaradi spremenjenih družbeno-političnih razmer so v ZDA do leta 1995 zaprli skoraj 500 vojaških baz, polovico so morali temeljito ekološko sanirati (Prebilič 2004, 611). V vzhodni Evropi je kljub umiku 500.000 ruskih vojakov zaradi ekološke nevarnosti za civilno prebivalstvo nedostopnih približno 5 milijonov ha zemljišč (Closmann in Mauch 2004, 167; Prebilič in Ober 2004, 605).

Vojaške baze zaradi velike gostote začasne poselitve in intenzivnih dejavnosti vplivajo tudi na relief. Na piedmontu v puščavi Mojave je med 2. svetovno vojno živelo 20.000 pripadnikov ameriške vojske. Njihova dejavnost (hoja, vožnja) je s stiskanjem prsti vplivala na oblikovanost površja ter s tem na smer odtekanja vode. Posledice dveletnega delovanja so zaradi počasnih naravnih sprememb v puščavski pokra-

jini vidne še po 55 letih. Viden je degradacijski vpliv vojaške baze na relief, saj se na nekdanjih poteh zbira voda. Na njih se začena večina erozijskih jarkov (76 %), po katerih voda teče lažje kot po nepri-zadetih delih površja, četudi imajo ta lahko večji naklon (Nichols in Bierman 2001, 132). Tudi na primeru vojaške baze v Missouriju (ZDA) so z erozijskim modelom USLE ugotovili, da je vojaška raba pokra-jine povzročila večjo erozijo prsti kot prvotna kmetijska raba (Albertson 2001).

Zaradi vožnje s tanki v vojaškem oporišču v Washingtonu (ZDA) sta odpornost in gostota prsti na poteh v globini 5 cm statistično značilno večji kot v okolici. Na poteh je večji vodni odtok, na območ-jih z razrahljano prstjo pa hitreje nastanejo erozijski žlebiči (Gatto, Halvorson in McCool 2001, 174). Na vadišču ameriške vojske v Mississippiju s površino 10.000.000 ha so na podlagi študije (Patrick in Boyd 2001) zaradi varstva pred erozijo določili območja, ki jih vojska lahko uporablja, in tista, ki jih ne sme. Pri vožnji s tanki naj bi se izogibali strugam potokov, mokriščem, strmim pobočjem in bio-loško pomembnim območjem. Ponekod so namreč zaradi intenzivne rabe že nastali erozijski žlebiči in erozijski jarki.

V sodobnih vojaških bazah je treba bolj kot v preteklosti skrbeti za obnovo zemljišč. V preteklosti je na teh območjih prevladovalo obstreljevanje, ki je povzročilo razmeroma majhno erozijo. Danes je najpogostejša dejavnost uporaba težkih vojaških vozil, ki je erozijo močno povečala. Zato se v vojaških bazah proti eroziji borijo s postavljanjem lesenih in skalnatih pregrad, usedalnikov oziroma zadrževalnikov gradiva ter z ozelenjevanjem in prekrivanjem zemljišč (Böhm 2003, 102–107).

V vojaški literaturi se pojavljajo mnenja, da zaprta območja vojaških vadbišč pripomorejo k ohranjanju rastlinskih in živalskih vrst, saj naj bi vojaško delovanja manj vplivala na okolje kot na primer kmetijstvo v njihovi okolici. Pišejo celo o »... zatočiščih za ogrožene živalske in rastlinske vrste...« (Mattes 2008, 102–103). Mattes (2008, 105) piše, da imajo vojaška vadbišča v Avstriji »... takšno raznolikost vrst kot narodni parki in so tudi pomembna postajališča ptic selivk...«, v Belgiji so vsa vojaška vadbišča že vključena v »Natura 2000«, to je evropsko omrežje posebnih varstvenih območij za ohranjanje biot-ske raznovrstnosti.

Na vadbiščih lahko uporaba različnih vrst smodnika in streliva zmanjša kakovost prsti ter slabo vpli-va na floro in favno. Ob delovanju oklepnikov in artilerije pride do izlitij naftnih derivatov ter maziv. Pogosti onesnaževalci so tudi sulfati in nitrati, ki se sprostijo ob eksplozijah, težke kovine iz tulcev izstrelkov ter plastika. Relief v vojaških bazah spreminjajo z gradnjo zaklonilnikov in ovir, ob delovanju eksplo-zivnih sredstev pa nastanejo kraterji (Prebilič in Ober 2004, 607).

Težave z varstvom okolja so tudi na vojaškem poligonu Poček pri Postojni, ki leži na kraškem reliefu. Vsebnost kadmija, niklja, broma in jodida v prsti je presegala zakonsko dovoljene vrednosti, zato so leta 1997 naredili sledilni poskus. Ugotovili so, da voda s tega območja odteka tudi v izvire, ki so zajeti za oskrbo prebivalstva s pitno vodo (Malenšiča, Vipava). V sedimentih izvira Malni, ki je poglavitni vir za vodno oskrbo prebivalstva postojnske in pivške občine, so bile med letoma 1991 in 1993 obča-sno presežene dovoljene vsebnosti niklja, kadmija, bakra in cinka (Prebilič 2004, 516).

Zato v sodobnih vojaških bazah in na vadiščih ponekod že veljajo okoljevarstvena merila tudi gle-de vplivov na relief. Tako naj bi se v Sloveniji na primer ob spreminjanju reliefa z gradnjo nasipov, uravnav in zaklonov čim bolj prilagajali obstoječi izoblikovanosti površja, zasipavanje vrtač ali odstranjevanje prsti iz njih pa ni dovoljeno. Prav tako je prepovedano kakršnokoli spreminjanje značilnih reliefnih oblik, površine, ki so razgaljene med gradnjo, pa je treba sanirati (Brodnik in Trontelj 2002, 178).

3.2 Onesnaževanje med vojno

Najpomembnejša okoljska posledica soške fronte je kemično onesnaženje (na primer Pirc in Bud-kovič 1995; 1996; Souvent 1998; Sulič 1999), ki pa v primerjavi s še vidnimi posledicami obstreljevanja ni vidno v pokrajini. Topniško in pehotno obstreljevanje ter eksplozije skladišč streliva so območje one-snažile s težkimi kovinami, ki sestavljajo strelivo (baker, svinec, cink, antimon, živosrebrov fulminat). V prsti se je nabralo ogromno granatnih drobcov, krogel in tulcev, ki se zaradi korozijskega delovanja

vode počasi raztapljajo in prehajajo v okolje (Budkovič 1994, 70, 77). Kovine se lahko iz prsti izločijo s spiranjem, erozijo, odpihovanjem ali pa s prehodom v rastline. To lahko traja več tisoč let, zato je onesnaženje prsti s kovinami trajno in zato toliko bolj pomembno (Pirc in Budkovič 1996, 411).

Na območju nekdanje soške fronte vsebnosti posameznih težkih kovin v prsti z izjemo bakra in niklja v povprečju ne presegajo mejnih vrednosti za Slovenijo. Na nekaterih ožjih območjih pa je vsebnost posameznih snovi tudi do desetkrat višja, vsebnosti bakra, živega srebra in svinca v Podmelcu pa celo presegajo kritične vrednosti (Souvent 1998, 7–8), saj je tam 17. 8. 1917 eksplodiralo skladišče z več kot 1000 tonami razstreliva (Pirc in Budkovič 1996, 389).

Na območju soške fronte so bile najvišje dovoljene koncentracije svinca presežene v 25 % vzorcev prsti, bakra v 5 % ter živega srebra, antimona in cinka v 1,5 % vzorcih prsti (Pirc in Budkovič 1996, 415).

V bitkah med 1. svetovno vojno so v Zgornjem Posočju uporabili izjemno veliko streliva. V 3. in 4. soški bitki so avstro-ogrski vojaki porabili 706.000 topovskih granat, 16.000 minometnih min, 76.000 ročnih bomb in 37.090.000 nabojev (Souvent 1998, 6–7). Le z naboji je v teh petdesetih dneh v pokrajino prišlo približno 550 t svinca (Pirc in Budkovič 1996), kar je dvakrat več svinca, kot ga je v petdesetih dneh spustila v ozračje topilnica Mežica pred izgradnjo čistilne naprave (Souvent 1998, 6–7). Italijanskih vojakov je bilo veliko več in so porabili tudi več streliva. Italijanska vojna industrija je do leta 1917 proizvedla 2,4 milijona kosov streliva. Polovica ga je bila porabljena v zahodni Sloveniji, kar pomeni približno 12.000 t svinca (Pirc in Budkovič 1996, 385).

Ker so vžigalne naprave v granatah vsebovale približno 2 g živosrebrovega fulminata ($\text{Hg}(\text{ONC})_2$) s približno 70 % živega srebra, je samo v mesecu dni med 10. soško bitko, ko je avstro-ogrsko vojska izstrelila 1.902.000 granat, prišlo v okolje približno 2,6 t živega srebra. Italijanska vojska je takrat izstrelila približno dvakrat več granat, s čimer je prišlo v okolje približno 5,6 t živega srebra (Pirc in Budkovič 1996, 389).

V beneških predalpskih pokrajinah v Italiji so na območju fronte iz 1. svetovne vojne ugotovili povišane vrednosti cinka in bakra v gvanu netopirjev, vodi in glinah kraških jam, ki so jih uporabljali vojaki. Poglavitni vzrok za onesnaženje je verjetno prav velika količina ostankov orožja ter eksploziva (Celi 1991, 280; Pirc in Budkovič 1996, 375).

Tudi približno 625 km² veliko območje v okolici mesta Ypres v zahodni Flandriji (Belgija) so prizadeli boji med 1. svetovno vojno. Posledica je močno onesnaženje z bakrom, svincem in arsenom. Povprečna vsebnost bakra v preperini na bojišču je 18 mg/kg, v Belgiji pa 12 mg/kg. Ocenjujejo, da je bilo tam izstreljenih 1,45 milijarde granat, ki so tehtale povprečno 8 kg, od tega je bilo 0,75 kg bakra. Na območju je najmanj 2813 t bakra, kar bi ustrezalo približno 3,7 milijona izstrelkom. Vrednost naj bi bila daleč podcenjena. Onesnaženje je primerljivo z onesnaženjem, ki ga povzroči topilnica svinca v približno pol stoletja. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi v Verdunu v Franciji (Meirvenne in ostali 2008, 372).

Veliko onesnaženje je povzročila ameriška vojska, ki si je med vojno v Vietnamu v šestdesetih letih 20. stoletja zelo prizadevala, da bi s kemičnimi sredstvi uničila gozdove oziroma njihovo listje (Flamm in Cravens 1971, 786; Pfeiffer 1971, 35–36). Odpadlo listje bi onemogočilo skrivanje njihovih nasprotnikov in olajšalo izdelavo letališč. Čeprav je bil namen razlizenja zgolj vojaški, so posegi povzročili velike stranske učinke na naravno pokrajino (Hupy in Schaetzl 2006, 289). Gozdove so uničevali tudi z eksplozijami in posebnimi buldožerji (Westing 1976). Uničevanje »džungle« so imeli celo za koristno, saj so na ta način lahko pridobili kmetijska zemljišča. Popolnoma so uničili približno 1,65 milijona ha oziroma 16 % vietnamskih gozdov (Flamm in Cravens 1971, 787–788). Nekatero gozdove so s herbicidi posipali tudi večkrat, saj se je rastje ponavadi obnovilo v 6 do 9 mesecih. Zaradi bombardiranja z bombniki B-52 so bile poškodovane prsti, uničenje varovalnega deževnega gozda pa je pospešila laterizacija (Pfeiffer 1969, 33; Hupy 2005). S herbicidi so uničevali še riževa polja, čeprav so vojaške oblasti to zaniemale (Orians in Pfeiffer 1970, 545).

V bombardiranju, ki je bilo eno od najbolj intenzivnih nasploh, je vsak dan sodelovalo prek 2000 letal, ki so izvedla več kot 40.000 vojnih operacij in odvrгла več kot 82.000 t bomb. Formacija treh B-52 je s 150 bombami uničila približno 180 ha zemljišč (Westing 2003, 526). Uporabljali so tudi zastraše-

valne bombe, ki niso naredile kraterjev, vendar je udarni val teh eksplozij (2000 kPa) uničil vse rastlinstvo in živalstvo na površini 1 ha. Veliko onesnaženje so povzročili posebni izstrelki, s katerimi je v okolje prišlo več kot 300 t osiromašenega urana. V 2 zalivski vojni leta 2003 pa je bila količina še bistveno višja: kar 800 t. V vojnah na Balkanu v devetdesetih letih 20. stoletja naj bi po ocenah odvrgli 14 t osiromašenega urana. V aridnem iraškem podnebnju so delci osiromašenega urana, predvsem zaradi vetra in prometa, nenehno prisotni v ozračju, v humidnejšem balkanskem podnebnju pa se uran spira predvsem v prst (Soban 2008).

V 1. zalivski vojni (1990–1991) so zavezniki v Kuvajtu in njegovi okolici zgradili številna oporišča, bombardirali Irak in Kuvajt, na naravo pa je vplival tudi vdor pehote, ki je trajal štiri dni. Dogajanja v zalivski vojni so povzročila največjo okoljsko nesrečo v 20. stoletju (Westing 1994). Iraška vojska je razstrelila 732 naftnih vrtin, 20 zbiralnikov za nafto in najmanj tri tankerje. Iz naftnih vrtin je do novembra 1991 izteklo več kot 60 milijonov sodčkov nafte, kar je približno 10 milijonov m³. Od tega je približno desetina odtekla v morje; onesnaženih je bilo 400 km obale Saudove Arabije. Izkopali so tudi jarke, kamor so namepravali speljati nafto in jo zažgati, da bi tako preprečili prehod sovražniku (El-Baz 1992; Westing 1994).

Z nafto je onesnažena približno četrtina kuvajtske puščave. Na takih območjih se nafta strdi v skorjo, zaradi katere rastje postopoma odmira, območja pa prekrije pesek. Na površju so nastala naftna jezera, v katerih pogine veliko ptic, možno je tudi onesnaženje podzemne vode. Zaradi gorenja nafte in zemeljskega plina je bilo ozračje onesnaženo več mesecev, tako imenovani črni dež je uničeval že tako skromno rastje (Westing 2003, 527–529).

Na občutljivi ekosistem puščavskih prsti, ki se le počasi obnavljajo, so z uničevanjem rastja, stiskanjem, premikanjem in onesnaženjem vplivala težka vojaška vozila, kot so na primer tanki (več kot 1700) in tovornjaki. Zaradi tega naj bi se povečali obseg, intenzivnost in pogostnost peščenih viharjev (Hupy 2005). Po bojih pri El Alameinu v severni Afriki oktobra in novembra 1942 naj bi se v severnem Egiptu pogostnost in intenzivnost peščenih viharjev povečali kar za desetkrat. Pospešilo se je tudi napredovanje peščenih sipin (Westing 2003, 528–529).

Leta 1991 je pri Oštarijah na Hrvaškem jugoslovanska vojska razstrelila skladišče s 6000 t streliva. Onesnaženo je bilo 50 km² ozemlja. Ponekod vsebnost težkih kovin, zlasti svinca, kadmija in živega srebra, za desetkrat presega običajne vrednosti. Onesnaženi so tudi viri pitne vode (Miko in ostali 1996). Tudi pri nas prihaja do podobnih onesnaženj, čeprav so bila do sedaj veliko manjša. Po eksploziji skladišča razstreliva pri Črnem vrhu nad Idrijo med osamosvojitveno vojno leta 1991 so v prsti ugotovili povišane vrednosti živega srebra, kadmija, bakra in svinca (Pirc in Budkovič 1996, 375).

Poseben problem po končanih vojnah so neeksplozirana ubojna sredstva. Ušeničnik (2002, 140) piše, da prek 5 % eksplozivnih sredstev »zataji«, zato naj bi le na območju soške fronte ostalo najmanj milijon neeksploziranih bojnih sredstev. Z njihovim korodiranjem prehaja v prst mnogo nevarnih snovi. Z vidika onesnaženja so poseben problem plinske granate. Leta 1998 so na primer v reki Soči pri Avčah našli odlagališče plinskih granat iz 1. svetovne vojne (Ušeničnik 1999).

4 Sklep

Tematika, o kateri pišemo, spada v tako imenovano vojaško geografijo. Ta je pri nas do sedaj vplivu vojaškega delovanja na naravnogeografske prvine pokrajine posvečala razmeroma malo pozornosti. Pogosteje je bilo preučevanje vplivov naravnogeografskih prvlin na vojaško delovanje (Bratun 2000 in 2005; Prebilič 2002).

»Sreča« za naravno okolje soške fronte v Zgornjem Posočju je, da je fronta potekala v apnenčatem visokogorju, kjer je preperina plitva, rastje pa redko. Sledove eksplozij je v skalah težje prepoznati kot na primer bombne kraterje v debeli preperini na bojišču pri Verdunu. Ugotovimo lahko, da so posledice vojaškega delovanja na naravno okolje daljnosežne, pogosto tako rekoč stalne in zavzemajo velika območja.

5 Viri in literatura

- Albertson, P. E. 2001: Sustainability of military lands: historic erosion trends at Fort Leonard wood, Missouri. *The environmental legacy of military operations. Reviews in Engineering Geology* 14. Boulder.
- Bergström, M. 1990: The Release in war dangerous forces from hydrological facilities. *Environmental hazards of war. Releasing dangerous forces in an industrialized world.* New York.
- Böhm, A. 2003: Soil erosion and erosion protection measures on military lands – Case study at Combat maneuver training center Hohenfels, Germany. *Basler Beiträge zur Physiogeographie* 31. Basel.
- Bratož, R. 2007: *Rimska zgodovina 1.* Ljubljana.
- Bratun, Z. 2000 (ur.): *Vojaška geografija v Sloveniji. Dela 15.* Ljubljana.
- Bratun, Z. 2005: *Vojaška geografija.* Ljubljana.
- Brodnik, U., Trontelj, M. 2002: Problematika osrednjega vadišča Slovenske vojske Postojna. *Bilten Slovenske vojske* 4-2. Ljubljana.
- Budkovič, T. 1994: *Vojna in okolje: primer bovškega območja med prvo svetovno vojno. Soški protokol.* Celovec.
- Carre, M.-B. 2004: Le réseau hydrographique d'Aquilee: état de la question. *Aquileia dalle origini alla costituzione del ducato Longobardo: topografia, urbanistica, edilizia pubblica.* Trieste.
- Celi, M. 1991: The impact of bombs of world war I on limestone slopes of Monte Grappa. *Proceedings of the International conference on environmental changes in karst areas. Quaderni di dipartimento di geografia* 13. Padova.
- Closmann, C., Mauch, C. 2004: War and environment: contexts and consequences of military destruction in the modern age. *GHI bulletin* 35. Washington.
- Drainage diversion, 2008. *Medmrežje:* <http://www.uwgb.edu/dutchs/earthsc202notes/piracy.htm> (22. 4. 2008).
- El-Baz, F. 1992: *The war for oil: effects on land, air and sea.* *Geotimes* 37-5. Boston.
- Fister, P. 1975: *Arhitektura slovenskih protiturskih taborov.* Ljubljana.
- Flamm, B. R., Cravens, J. H. 1971: Effects of war damage on the forest resources of South Vietnam. *Journal of Forestry* 69-11. Washington.
- Gatto, L. W., Halvorson, J. J., McCool, D. K. 2001: Freeze-thaw-induced geomorphic and soil changes in vehicle ruts and natural rills. *The environmental legacy of military operations. Reviews in Engineering Geology* 14. Boulder.
- Grau, L. W., Jorgenson, W. A. 1997: Beaten by the bugs: the Soviet-Afghan war experience. *Military Review* 77-6. Fort Leavenworth.
- Graves, H. S. 1918: Effect of the war on forests of France. *American Forestry* 24-300.
- Hupy, J. P. 2005: *Examining the effects of warfare on the natural landscape. Military geography – from peace to war.* Boston.
- Hupy, J. P. 2006: The long-term effects of explosive munitions on the WWI battlefield surface of Verdun, France. *Scottish Geographical Journal* 122-3. Edinburgh.
- Hupy, J. P. 2008: The environmental footprint of war. *Journal of Environment and History* 14-3. Isle of Harris.
- Hupy, J. P., Schaetzl, R. J. 2006: Introducing 'bomburbation', a singular type of soil disturbance and mixing. *Soil Science* 171-11. Hagerstown.
- Hupy, J. P., Schaetzl, R. J. 2008: Soil development on the WWI battlefield of Verdun, France. *Geoderma* 145, 1-2. Amsterdam.
- King, W. C. Foreword. Ehlen, J., Harmon, R. S. 2001 (ur.): *The environmental legacy of military operations. Reviews in Engineering Geology* 14. Boulder.
- Komac, B., Natek, K., Zorn, M. 2008: *Geografski vidiki poplav v Sloveniji. Geografija Slovenije* 20. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007: *Pobočni procesi in človek. Geografija Slovenije* 15. Ljubljana.

- Krašovec, J. (ur.) 1996: Sveto pismo Stare in Nove zaveze, slovenski standardni prevod iz izvirnih jezikov. Svetopisemska družba Slovenije. Ljubljana.
- Kunaver, P. 1974: Brezna in vrhovi. Maribor.
- Lacoste, Y. 1973: An illustration of geographical warfare: bombing of the dikes on the Red river, North Vietnam. *Antipode* 6-3. Paris.
- Lovrenčak, F. 1994: Pedogeografija. Ljubljana.
- Marušič, J. 2006: Prva svetovna vojna v muzejih na Slovenskem: dediščina prve svetovne vojne. Magistrsko delo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Mattes, W. 2008: Naturschutz mit der Panzerkette – Militär und Natur sind kein Gegensatz! *Truppen-dienst* 302-2. Dunaj.
- Meirvenne, M. van, Meklit, T., Verstraete, S., de Boever, M., Tack, F. 2008: Could shelling in the first world war have increased copper concentrations in the soil around Ypres? *European Journal of Soil Science* 59. Oxford.
- Miko, S., Palinkaš, S., Biondić, B., Namjesnik, K., Stiglič, S. 1996: Groundwater pollution hazard by heavy metals following the explosion at an ammunition depot near Oštarije, Croatia. The effects of war on the environment: Croatia. London.
- Nichols, K. K., Bierman, P. R. 2001: Fifty-four years of ephemeral channel response to two years of intense World War II military activity, Camp Iron Mountain, Mojave Desert, California. The environmental legacy of military operations. *Reviews in Engineering Geology* 14. Boulder.
- Orians, G., H., Pfeiffer, E., W. 1970: Ecological effects of the war in Vietnam. *Science* 168. Cambridge.
- Patrick, D. M., Boyd, S. A. 2001: Wetlands and erosion studies and support of military training, Camp Shelby Training Site, Mississippi, USA. The environmental legacy of military operations. *Reviews in Engineering Geology* 14. Boulder.
- Pfeiffer, E. W. 1969: Ecological effects of the Vietnam war. *Science Journal* 5-2. London.
- Phillips, J. D. 1997: Humas as geological agents and the question of scale. *American Journal of Science* 297. New Haven.
- Pirc, S., Budkovič, T. 1995: Geokemični vplivi 1. svetovne vojne na krajino. *Geološki zbornik* 10. Ljubljana.
- Pirc, S., Budkovič, T. 1996: Remains of World War I Geochemical Pollution in the Landscape. *Environmental Xenobiotics*. London.
- Prebilič, V. 2002: Vojaška geografija v Sloveniji. *Geografski vestnik* 74-2. Ljubljana.
- Prebilič, V. 2004: Vojska kot dejavnik obremenjevanja okolja. Znanstveno delo podiplomskih študentov v Sloveniji – »publish or perish!«. Ljubljana.
- Prebilič, V., Ober, K. 2004: Obrambni sistem in ekologija – vloga severno atlantskega zavezništva. *Teorija in praksa* 41, 3–4. Ljubljana.
- Simić, M. 1998: Po sledih soške fronte. Ljubljana.
- Simoniti, V. 1994: Pustote v 14. in 15. stoletju. *Zgodovinski časopis* 48-2. Ljubljana.
- Sitar, S. 1989: Leonardovo goriško jezero. *Kronika* 37-3. Ljubljana.
- Sitar, S. 2000: Jubilejno srečanje z Leonardom. *Raziskovalec* 30, 1–2. Ljubljana.
- Soban, B. 2008: Keith Baverstock, britanski fizik: Politika zastruplja vodnjak, iz katerega bi morala piti demokracija. Delo, Sobotna priloga (14. junij 2008). Ljubljana.
- Souvent, P. 1998: Onesnaženost tal s kovinskimi delci kot posledica vojnih dejavnosti v Posočju. Magistrsko delo, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Stacey, D. 2009: Three Notes on Qumran. *Medmrežje*: <http://www.bibleinterp.com/articles/stacey.shtml> (25. 8. 2009).
- Strgar, T. 2004: Varstvo okolja in Slovenska vojska. *Vojaškošolski zbornik* 3. Ljubljana.
- Sulič, T. 1999: Geokemične, mineraloške in metalografske preiskave onesnaženja tal na območju soške fronte. Diplomsko delo, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Štih, P., Simoniti, V. 1996: Slovenska zgodovina do razsvetljenstva. Ljubljana, Celovec.

- The American Civil War Overview, 2008: The western theater: the Vicksburg campaign. Medmrežje: <http://www.civilwarhome.com/vicksburg.htm> (22. 4. 2008).
- The sacred valley, 2008. Medmrežje: <http://www.archaeology.org/online/features/peru/valley.html> (7. 5. 2008).
- Ušeničnik, B. 1999: Odstranjevanje plinskih granat iz reke Soče. Ujma 13. Ljubljana.
- Ušeničnik, B. 2002: Onesnaževanje in ogrožanje z neeksplozivnimi ubojnimi sredstvi. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Vidal J., Weinstein, H. 2001: RAF rainmakers 'caused 1952 flood'. The Guardian (30. avgust 2001). Medmrežje: <http://www.guardian.co.uk/uk/2001/aug/30/sillyseason.physicalsciences> (8. 5. 2008).
- Westing, A. H. 1976: Ecological consequences of the Second Indochina war. Stockholm.
- Westing, A. H. 1980: Warfare in a fragile world – military impact of the human environment. London.
- Westing, A. H. 1990: Environmental hazards of war. Releasing dangerous forces in an industrialized world. New York.
- Westing, A. H. 1994: Constraints on environmental disruption during the gulf war. War and its consequences. New York.
- Westing, A. H. 2003: Environmental dimension of the Gulf war of 1991. Security and environment in the Mediterranean. Conceptualising security and environmental conflicts. Hexagon series on human and environmental security and peace 1. Berlin.
- Westing, A. H., Pfeiffer, E. W. 1972: The cratering of Indochina. Scientific American 226-5. New York.
- Zorn, M. 2008: Erozijski procesi v slovenski Istri. Geografija Slovenije 18. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2002: Pobočni procesi in drobirski tok v Logu pod Mangartom. Geografski vestnik 74-1. Ljubljana.

6 Summary: Some effects of warfare on natural landscape

(translated by the authors)

Topic, on which the article is about, belongs to the so-called military geography. In Slovenia, little attention has been put to impacts of military operations on natural landscape till now. The studies of effects of natural (geographical) elements on the military operations have been more frequent.

The article focuses on the impact of military warfare on the natural environment in the case of the Soča Front (also known as the Isonzo Front), which was held in high limestone mountains in the Upper Soča Valley in western Slovenia during the World war I. Shallow regolith and sparse vegetation are characteristic for the predominantly karst area, so traces of explosions are less visible on limestone bedrock comparing to the bomb craters in the thick regolith of some other battlefields (e.g. the Verdun battlefield).

Throughout the Soča Front, the landscape has been changed in particular by removing vegetation by explosions and digging regolith (trenches) and soil on the slopes. Impact of vegetation removal was only transient, since it mostly recovered in the following decades. The time of natural restoration in the region of the Upper Soča Valley depends on the altitude and the amount of organic matter in the affected surface. Judging on the basis of certain natural hazards in the last decade in the region, natural restoration took approximately five years in low-lying areas rich in humus and more than ten years in low-lying areas with a lack of humus. In high karst mountains, long-term natural restoration can take hundreds of years, as it takes part in the absence of biotic factors.

In the article, we also offer a historic overview of direct consequences of fighting, influence of explosions on relief (with cases of Verdun and Vietnam described). On the Soča Front more than 1000 km² of agricultural land and forests were damaged or destroyed and also chemically contaminated. Large areas of meadows, beech forests and pastures were heavily damaged due to bombing and have not recovered till then; screes were formed in some places. A chapter is also contributed

to a description of indirect consequences of fighting, such as military bases, pollution, unexploded bombs and shells.

This review article brings together examples of some effects of warfare on the natural environment with focus on the Soča Front. Since karst characteristics make this area different from some other battle fields, a comparison with the cases of Verdun, Vietnam and some others are made.

The authors wish to thank Joseph P. Hupy and Arthur H. Westing for their kind contribution of photographic material and correspondence about the topic.

