

Vojno-geografska analiza područja odgovornosti Operativne grupe Sjever Zbornoga područja Split u operaciji „Oluja”

MARIN SABOLOVIĆ
Bjelovar, Republika Hrvatska

KREŠIMIR SAMODOL
Šibenik, Republika Hrvatska

Nakon što je međunarodnim priznanjem Republike Hrvatske završila prva etapa Domovinskoga rata, u kojoj je prvenstveni cilj bila obrana i međunarodno priznanje, početkom 1992. počela je druga etapa, proces vraćanja okupiranih prostora Republike Hrvatske unutar njezina teritorijalnoga ustroja, koja je kulminirala operativnim aktivnostima 1995. godine. Operativne aktivnosti provedene su na ranije definiranim bojišnicama, a jedna od najznačajnijih uključivala je šire područje glavnoga grada Republike Srpske Krajine. Bojišnica, odnosno operativni prostor uključuje područje odgovornosti dodijeljeno postrojbi, okolno zemljište koje može utjecati na operacije i zračni prostor izravno iznad njega. Bojišnica širega područja Knina uključuje planinski masiv Dinaru s obilježjima krša i izrazite vertikalne raščlanjenosti. Specifična konfiguracija kninske kotline omogućuje provedbe digitalnih vojno-geografskih analiza koje uključuju analizu nagiba, odnosno mogućnosti kretanja operativne tehnike i ljudstva, analizu ekspozicije, odnosno potencijal zaštite i prikrivnosti reljefa, te specifične sekundarne analize poput analize tenkoprohodnosti. Objekt rada je digitalni model operativnoga područja, a cilj je rada na temelju digitalnoga modela reljefa prikazati vojno-geografske značajke Knina i njegove okolice.

ključne riječi: vojno-geografska analiza; digitalni model; operacija „Oluja”; Knin; operativno područje

1. Uvod

Neovisno o tehnološkim dostignućima u načinu ratovanja, prostor je i dalje jedan od osnovnih čimbenika i u planiranju i u provedbi operativnih aktivnosti. Raspolaganje potpunim, vjerodostojnim i pravovremenim informacijama jednostavnim za korištenje uvjet je za izvršavanje vojnih zadataka, a posjedovanje preciznih i pravovremenih geografskih informacija te njihova primjena na bojištu ključno je “oružje” suvremenoga ratovanja. Operativna priprema bojno-

ga polja jedna je od najznačajnijih sastavnica suvremenoga načina ratovanja, a ona se temelji na nizu parametara koji omogućuju precizne obavještajne informacije o geografskim obilježjima bojišta, mogućnostima i ograničenjima koje operativno područje pruža.¹ Cilj je ovoga rada prikazati obilježja operativnoga područja šire okolice Knina u vojno-redarstvenoj operaciji "Oluja" temeljeno na suvremenim vojno-geografskim analizama, koristeći alate bez kojih je suvremen način ratovanja nezamisliv. U skladu s odabirom osnovnih parametara, prostora i događaja, odabrane su i referentne točke potrebne za prostorne analize, tako da se podudaraju s referentnim točkama operacije "Oluja". S obzirom na prethodna saznanja i uvide o vrsti reljefa, odabrane su različite prostorne analize u okviru standardizirane vojne procedure: promatranje polja djelovanja, horizontalna vidljivost za izravnu vatru, analiza i ocjena tla i reljefa, potencijal zaštite reljefa, prikrivnost od horizontalnih motrenja, ekspozicija, prohodnost – analiza kretanja i "ključ reljefa", nagib padina i analiza pristupa, ključnih sastavnica i obilježja operativnoga područja šire okolice Knina u operaciji "Oluja".

2. Metodologija

Digitalni model reljefa (DMR), postavljen kao osnovica vojno-geografskih analiza, temelj je metodologije istraživanja ovoga rada. Digitalni model za prikaz reljefa koristi rastersku matricu specifične rezolucije, a izrađen je obradom prikupljenih podataka i naknadno odabranom i znanstveno utemeljenom metodom interpolacije². Za potrebe ovoga rada, s obzirom na veliku površinu vojno-redarstvene akcije "Oluja", izrađen je digitalni model reljefa vektorizacijom službene topografske karte Republike Hrvatske mjerila 1 : 25 000, osnovne karte Hrvatske u mjerilu 1 : 5000 i digitalnoga ortofotoa. Metode i tehnike izrade digitalnoga modela ujedno su i osnova metodologije istraživanja: metode prikupljanja visinskih podataka, metode interpolacije i odabira prostorne rezolucije. Nakon izrade digitalnoga modela odabranog područja uslijedile su osnovne geomorfometrijske i specijalizirane analize, prilikom čega se koristio računalni program *ArcMap* 10.1 (ESRI) s ekstenzijama *Military Analyst*, *3D Analyst* i *Spatial Analyst*.

3. Teorijska osnova

Zborno područje (ZP) Split jedno je od pet³ zbornih područja uključenih u "Oluju". Težišni pravci i osnovni cilj ovoga ZP-a temeljili su se na oslobađanju

¹ Ljubomir Gigović, "Digitalni modeli visina i njihova primena u vojnoj analizi terena", *Vojnotehnički glasnik* 58 (2010), br. 2: 165-178; Levent Ucuzal, Atilla Kopar, "GIS (Geographic information system) in CGIS (Command and Control Systems)", *ISPRS Congress*, Istanbul, 2010.; Péter Nagy, "GIS in the army of the 21th century", *AARMS* 3 (2004), br. 4: 587-600.

² Ante Šiljeg, "Digitalni model reljefa u analizi geomorfometrijskih parametara – primjer PP Vransko jezero" (doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 2013).

³ Ostala zborna područja koja su sudjelovala u „Oluji“ bila su: Bjelovar, Gospić, Karlovac i Zagreb.

Knina, glavnoga grada i vojnoga središta Republike Srpske Krajine (RSK). Za oslobađanje izrazito kompleksnog područja iznimno su značajne operacije na Dinari koje su prethodile stvaranju uvjeta za oslobađanje Knina. Za provedbu takvih operacija bila je izrazito potrebna temeljita operativna priprema bojišta. Posjedovanje preciznih i pravovremenih informacija te njihova primjena na bojnopolju ključno je "oružje" suvremenoga ratovanja, a izradom i primjenom kartografskih prikaza omogućena je operativna priprema, planiranje i osposobljavanje vlastitih snaga za što preciznija vojna djelovanja.⁴ Tijekom priprema oslobodilačkih vojno-redarstvenih operacija u Domovinskom ratu u značajnoj su se mjeri koristile kartografske metode u okviru operativne pripreme bojišta. Analize bojišta temeljile su se na vojnim, topografskim i okvirnim kartama te na digitalnim kartografskim prikazima, odnosno zračnim snimkama nastalim sofisticiranim metodama prikupljanja podataka korištenjem bespilotnih letjelica. Iako u vrijeme operativnih aktivnosti 1994. i 1995. nisu bile dostupne suvremene metode vojno-geografskih analiza temeljenih na Geografskom informativnom sistemu (*Geographical Information System, GIS*), metode prikupljanja podataka za takve analize upravo su zračne snimke, odnosno digitalna ortofoto karta i okvirna karta Hrvatske u mjerilu 1 : 5000.

3.1. Zbornopodručje Split u operaciji "Oluja"

Nakon uspješna povratka okupiranih područja zapadne Slavonije vojno-redarstvenom operacijom "Bljesak", i poučeni srebreničkom tragedijom koja je prijetila Bihaću, započele su završne pripreme za vojno-redarstvenu operaciju "Oluja". S obzirom na to da bi osvajanje širega područja Bihaća dovelo Hrvatsku u nepovoljan geostrateški i obrambeni položaj, "Oluji" su od studenoga 1994. prethodile združene operacije Oružanih snaga Republike Hrvatske, Hrvatskoga vijeća obrane (HVO) i Armije Bosne i Hercegovine (BiH) na širem području Dinare, Livanjskoga polja, odnosno Livna, Staretine, Šatora, Bosanskoga Grahova, Glamoča i Kupresa, kojima su stvoreni uvjeti za napadnu operaciju sa smjerovima napada i iz Hrvatske i iz BiH.⁵ Operacija "Oluja" provodila se na bojišnici dugoj 923 kilometra.⁶ Najznačajniji fokus djelovanja svakako je bio na širem području Knina, vojnoga i političkoga središta RSK-a. Taj su dio Krajine branile snage Sjevernodalmatinskoga korpusa Srpske vojske Krajine (7. krajiški korpus) sa dvije motorizirane, dvije lake i dvije

⁴ David Swann, "Military applications of GIS", u: *Geographical Information System: Principles, Techniques, Management and Applications*, 2nd Edition, Abridged, vol. 2, ur. David J. Maguire et al. (New York; Chichester; Weinheim; Brisbane; Singapore; Toronto: John Wiley & Sons, 2005), 889-899.

⁵ Ante Gotovina, *Napadajni bojevi i operacije HV i HVO* (Knin: Zapovjedništvo Zbornog područja Split, 1996), 28-60.

⁶ Davor Marijan, *Oluja* (Zagreb: Hrvatski memorijalno-dokumentacijski centar Domovinskog rata, 2009), 34.

pješачke brigade, mješoviti artiljerijski, mješoviti protuoklopni artiljerijski i laki artiljerijski puk te pozadinska baza.⁷

Osnovni cilj ZP Split bio je oslobađanje širega područja glavnoga grada RSK-a – Knina. Napadna operacija u području odgovornosti ZP Split uključivala je djelovanje na sljedećim pravcima: Bosansko Grahovo – Knin s ciljem presijecanja komunikacije Knin – Otrčić; Jasenice – Muškovci s ciljem presijecanja komunikacije Obrovac – Gračac; Uniški Doci – Uništa – Kijevo s ovladavanjem širim područjem Vrlike.⁸ Na tim su pravcima angažirane četiri operativne grupe (OG),⁹ čija su djelovanja predodređena zonama odgovornosti, odnosno djelovanja. Operativnu grupu Sjever činile su snage 4. i 7. gardijske brigade (gbr), 81. gardijske bojne, dijelovi 1. hrvatskoga gardijskog zdruga i dijelovi 2. i 3. gbr HVO-a. Na lijevom boku djelovala je OG Sinj, na pravcu Dinara – Kijevo i Svilaja – Kozjak, a na desnom boku OG Šibenik, sa zadacima na području šibenskoga zaleđa, i OG Zadar, sa zadacima na širem području Novigrada i Benkovca. U zonu djelovanja ZP Split uključene su i jedinice Specijalne policije Ministarstva unutarnjih poslova.¹⁰

Operacija je počela 4. kolovoza 1995. u ranim jutarnjim satima, a snage 4. i 7. gbr djelovale su na pravcu Risovac – Golubičko Suvo Polje – Kovačić 4. kolovoza, odnosno na pravcu Golubić – Vrpolje – Kninsko polje 5. kolovoza uvođenjem 4. gbr u napad nakon uspješnoga djelovanja 7. gbr na prvospomenutom pravcu.¹¹ Knin je oslobođen 5. kolovoza u dopodnevним satima.

U području odgovornosti ZP Split oslobođeno je 4000 četvornih kilometara, a u “Oluji” je ukupno oslobođeno 10 400 četvornih kilometara, odnosno 18,4% ukupne površine Republike Hrvatske.¹²

3.2. Značajke digitalnoga modela reljefa u vojno-geografskim analizama

U današnje vrijeme dinamičnih globalizacijskih tokova te naglih promjena koje oni mogu donijeti, pokazatelj snage neke države, osim gospodarske razvijenosti, jest i vojna snaga koju ta država posjeduje¹³. Vojnu je snagu moguće promatrati s više stajališta, poput broja vojnoga osoblja, oružanih sustava, veličine mornarice itd.¹⁴ Bez obzira na to koji aspekt vojne djelatnosti promatrali, učinkovito upravljanje djelatnostima i resursima zahtijeva postojanje

⁷ Isto, 69-70.

⁸ Gotovina, *Napadajni bojevi i operacije*, 70.

⁹ Operativne grupe Sinj, Sjever, Šibenik i Zadar.

¹⁰ Marijan, *Oluja*, 67-69.

¹¹ Isto, 70-72.

¹² Gotovina, *Napadajni bojevi i operacije*, 77.

¹³ Marin Sabolović, “Značajke digitalnih modela reljefa u vojno-geografskim analizama – primjer vojno-redarstvena operacija Maslenica” (diplomski rad, Sveučilište u Zadru, 2014).

¹⁴ Aditya Kurniawan et al., “E-resources geographic information system, system for military operation”, *Journal of Computer Science* 9 (2013), br. 9: 1164-1173.

kvalitetnoga informacijskog sustava. Nadogradnjom prostornoga elementa¹⁵ na informacijski sustav omogućeno je precizno upravljanje vojnim resursima. GIS uz spomenuto sadrži i mogućnost prikaza i analiza svih podataka s prostornim podacima na kartama visoke prostorne rezolucije. Iako su karte samo jedna vrsta izlaznoga rezultata GIS-a, pri primjeni u vojne svrhe treba imati na umu da imaju važnu ulogu prilikom planiranja vojnih operacija. Važno je naglasiti da upotreba GIS-a mijenja koncept vojne karte, koja više nije samo topografska karta na koju se ucrtavaju potrebne prostorne informacije (zadržavaju se neke manje potrebne informacije). Moderno poimanje vojne karte, ali i karte općenito, podrazumijeva preklapanje potrebnih slojeva informacija na odabranu podlogu (DMR, ortofoto snimka). Na taj način s karte bivaju izostavljene sve nepotrebne informacije, a one važne postaju uočljive i pravovremeno upotrebljive¹⁶. Osim pridruživanja postojećih informacija, GIS nudi mogućnost izrade novih podataka analizirajući prostorne odnose postojećih podataka i DMR-a. Na taj je način, korištenjem DMR-a kao osnovnoga elementa analize, kao izlazni rezultat moguće dobiti analizu horizontalne vidljivosti, ocjene tla i reljefa, potencijala zaštite reljefa, prikrivnosti od horizontalnih motrenja, ekspozicije, prohodnosti (analiza kretanja i ključ reljefa) i nagib padina, ali i brojne druge analize. Usporedbom topografskih karata i na njima ucrtanih elemenata s DMR-om kojemu su pridruženi bitni podaci i rezultati analiza, jasno je koliku prednost u smislu učinkovitosti i preciznosti djelovanja imaju DMR-i.

4. Vojno-geografske analize istraživanoga područja

Saznanja o vojno-geografskim aspektima operativnoga područja spadaju u obavještajne informacije o bojnomoj polju. Vojno-geografske analize pružaju uvid u operativno područje dajući pravodobne informacije o položaju neprijatelja, njihovu broju te operativnoj tehnici kojom raspolažuju. Međutim, što je i značajnije, analize omogućuju precizna saznanja o kompleksnosti reljefa, prohodnosti, odnosno analizu svih prepreka koje mogu ograničiti ili otežati djelovanje, mogućnosti prikrivanja vlastitih snaga i potencijalno prikrivanje snaga neprijatelja i sl. Također, pravodobne analize vidljivosti s određenih točaka, pozicioniranje ključnih elemenata te opće poimanje područja istraživanja ključni su za uspješnu provedbu operativnih aktivnosti. S obzirom na to da su vojno-geografske analize izrazito kompleksne i mnogobrojne, standardizacija terenskih istraživanja omogućila je korištenje isključivo onih parametara koji su ključni za provedbu analiza važnih za operativnu pripremu bojnomoj polja. Dio analiza obuhvaćenih standardizacijom terenskih istraživanja proveden je i u okviru ovoga rada.

¹⁵ Geografska širina i dužina, nadmorska visina, dubina.

¹⁶ Nagy, "GIS in the army".

4.1. Promatranje polja djelovanja

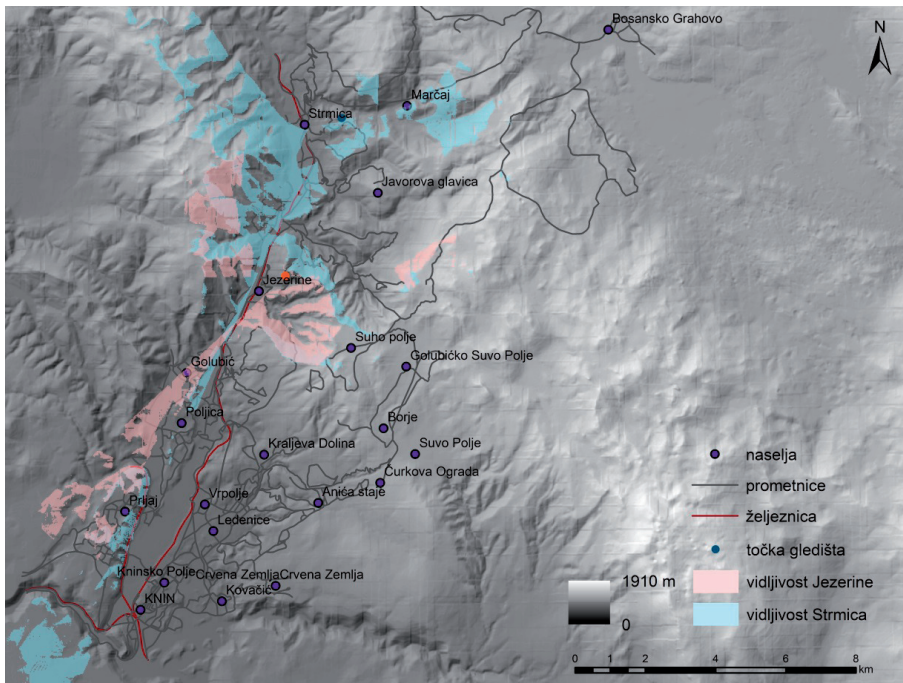
Standardizacija terenskih istraživanja, vojna procedura poznatija pod akronimom O.C.O.K.A.¹⁷ (*Observation and Fields of Fire; Cover and Concealment; Obstacles; Key Terrain; Avenues of Approach*), temelji se na specijaliziranim analizama temeljenim na korelaciji standardnih morfometrijskih, ali vojno primjenjivih analiza koje značajno utječu na operativnu pripremu bojnoga polja. Prva je sastavnica standardizacije “promatranje polja vatre” (*Observation and Fields of Fire*), odnosno promatranje polja djelovanja čiji je primarni cilj analiza djelovanja neprijateljske vatre, mogućnost vlastitoga djelovanja, analiza motrenja, radarskoga dometa i prepreka itd. U okviru ovoga rada provedena je analiza horizontalne vidljivosti za izravnu vatru, s time i mogućnost izravnoga motrenja i pregleda kretanja neprijatelja.

4.1.1. Horizontalna vidljivost za izravnu vatru

Posebna značajka operacije “Oluja” bio je nepredvidivi napad prema neprijateljskim snagama na izrazito kompleksnoj bojišnici iz pravca Bosanskoga Grahova preko Dinare prema Kninu. Zbog izrazito raščlanjena reljefa na tom pravcu napada, praktičnije je bilo napasti sa sjeverozapada ili jugoistoka, pa je ovaj pravac napada 4. i 7. gbr bio iznenađenje. No napad s bosanske strane Dinare prema Kninu, odnosno napad sa sjeveroistoka i istoka, omogućio je izrazitu optičku vidljivost i za izravno djelovanje i za praćenje pokreta neprijateljskih snaga.

Analiza horizontalne vidljivosti na izravnu vatru jedan je od ključnih elemenata promatranja polja djelovanja, a temelji se na analizi vidljivosti sa zadanih točaka. Analiza se provodi pomoću ekstenzije *Military Analyst*, korištenjem alata *Radial line of sight*, pomoću parametara dobivenih na temelju DMR-a istraživanoga područja. Tijekom analize moguće je zadati i parametre odstupanja promatranoga područja, ali i točke gledišta, da bi se dobila što preciznija područja izravne vidljivosti. Za potrebe ovoga rada, odnosno za analizu vidljivosti, uzete su četiri točke, dvije za prvu fazu, od hrvatsko-bosanske državne granice do naselja Golubić, i dvije za drugu fazu, od Golubića do Vrpolja.

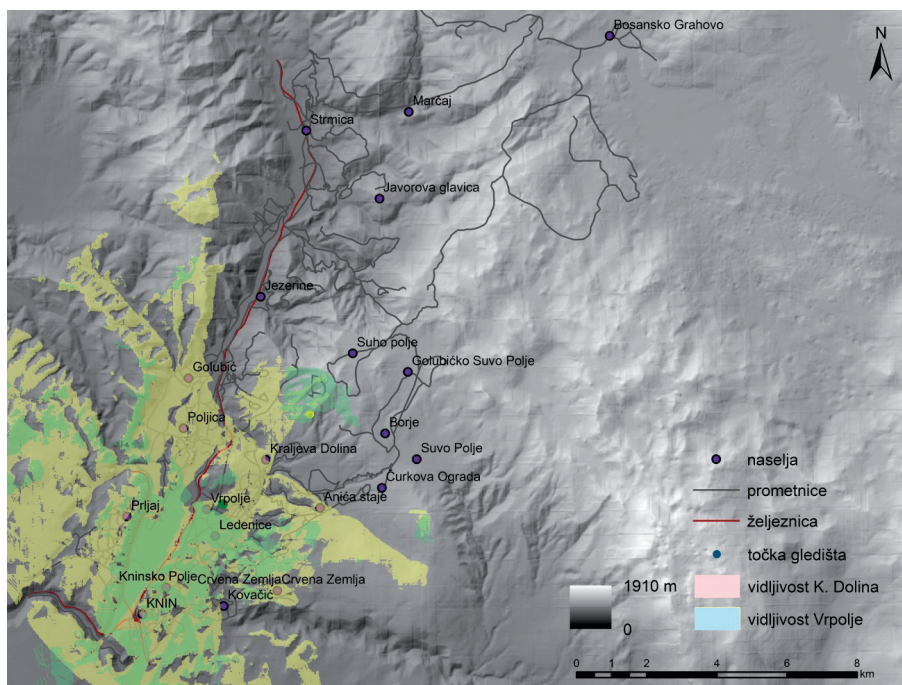
¹⁷ Ucužal, Kopar, “GIS”.



Slika 1. Horizontalna vidljivost sa dvije točke na pravcu napada Strmica – Golubić – Knin

Na pravcu djelovanja 4. gbr analizirane su točke na uzvisini sjeveroistočno-istočno od Strmice i sjeveroistočno od Jezerina. Odstupanje promatranoga područja je 0 m, što daje precizniji podatak o vidljivosti, a odstupanje točke gledišta 1,80 m, odnosno visina čovjeka. Radijus promatranoga polja iznosi 360°, a promjer promatranoga polja je 15 kilometara. Analiza vidljivosti točke Strmica upućuje na izrazito povoljnu vidljivost upravo na komunikaciji Strmica – Jezerine – Golubić – Prljaj, odnosno na desnu stranu kanjona rijeke Butišnice, a točka Jezerine onemogućuje pregled južno od Poljica, odnosno vidljivost je moguća isključivo sjeverozapadno od Poljica i Prljaja.

Druga faza, s točkama na pravcu Suho polje – Kraljeva dolina i točkom u naselju Vrpolje, provedena je s istim odstupanjem, radijusom, ali s nešto kraćim promjerom od 12 kilometara. Analiza vidljivosti upućuje na povoljniju vidljivost s izrazito povoljnim poligonom izravne vidljivosti s točke Suho polje – Kraljeva dolina, odakle se potpuno nadzire cijelo područje od Golubića na sjeverozapadu, na platou sjeverozapadno od Poljica i Prljaja, jugozapadno do jugozapadnoga i južnoga ruba Knina te na jugu i jugoistoku do Crvene zemlje. Točka nadziranja u Vrpolju također upućuje na izrazitu optičku vidljivost od Prljaja na zapadu, južnoga ruba Knina do prometnica koje povezuju Anića staje s Crvenom zemljom i dio samoga poligona Crvena zemlja. Analizom tih točaka evidentno je da je na pravcima napada bila povoljna izravna vidljivost, posebno nakon prodiranja do crte Golubić – Anića staje.



Slika 2. Horizontalna vidljivost sa dvije točke na pravcu napada Suho polje – Anića staja – Crvena zemlja

4.1.2. Analiza i ocjena tla i reljefa

Operativno područje vojno-redarstvene akcije “Oluja” u najvećoj mjeri zauzima sjeverni dio Šibensko-kninske županije. Taj prostor obilježava složena strukturalna građa, a rezultat je brojnih poremećaja duž navlačnih ploha, regionalnih reversnih i drugih rasjeda. Takva strukturalna građa podrazumijeva različite smjerove pružanja uzvisina te različitu orijentaciju rasjeda¹⁸. Stratigrafski gledano, šire kninsko područje pripada cjelini visokoga krša Šibensko-kninske županije. Unutar te cjeline sadržane su naslage gotovo svih slojeva prisutnih u županiji, od najstarijih evaporita iz gornjega perma do najmlađih slojeva kvarterne starosti¹⁹. Spomenuta pripadnost cjelini visokoga krša otkriva i reljefne karakteristike, odnosno radi se o gorsko-planinskom prostoru (visine sežu i preko 1800 m) na kojem su zastupljeni egzokrški i endokrški reljefni oblici. Svojom se pojavom od okolnoga prostora bitno razlikuju Kosovo i Kninsko polje. Nadalje, proučavani prostor ističe se visokim vrijednostima vertikalne

¹⁸ Ivo Grimani et al., *Osnovna geološka karta 1 : 100 000 L 33-141 Knin* (Zagreb: Institut za geološka istraživanja, 1972).

¹⁹ Igor Vlahović et al., “The Karst Dinarides are Composed of Relics of a Single Mesozoic Platform: Facts and Consequences”, *Geologia Croatica* 55 (2002), br. 2: 171-183.

rašćlanjenosti reljefa kao i visokim vrijednostima nagiba padina²⁰. To upućuje na relativno otežanu prohodnost tim prostorom. Na ocjenu tla i reljefa utječe izrazito neprohodan reljef na kojem dominiraju krški reljefni oblici s tek ponešto flišnih zona na kojima je moguće ograničeno kretanje zbog niza izdanaka stijena vapnenca koji se pojavljuju u krškim poljima. Zbog izrazite vertikalne raščlanjenosti ograničeno je i kretanje pješačkih snaga, ali takav reljef značajno utječe na prikrivanje snaga, što je izrazito važan faktor u provedbi operativnih aktivnosti. Stoga je kretanje operativne tehnike uvelike ovisilo o cestovnim komunikacijama, i postojećima i onima koje je u operativnoj pripremi osigurala inženjerska potpora.

4.2. Potencijal zaštite reljefa

Operativne aktivnosti na bojišnici, napose na onoj s izrazitom vertikalnom raščlanjenošću, omogućuje i prikrivnost koju pružaju reljefni oblici. S obzirom na to da je "Oluja" provedena na izrazito raščlanjenom području, zemljište pruža mogućnost zaštite od protivničke paljbe, ali i od izravne vidljivosti.²¹ Zbog povoljna potencijala prikrivnosti reljefa koji može pružiti izrazitu taktičku prednost, analize prikrivnosti iznimno su važne za operativnu pripremu bojišta. Postoji više načina analiza prikrivnosti, od ponderiranja određenih područja do analiza vidljivosti s isključivanjem područja koja nisu vidljiva s određene točke, a provode se ovisno o potrebama, prostornom obuhvatu, uključenim snagama, pravcima djelovanja i sl. Potencijal prikrivnosti u "Oluji" bio je veoma važan, posebno u trenutku izrazitoga intenziteta kretanja iz smjera Bosanskoga Grahova prema Kninu.

4.2.1. Prikrivnost od horizontalnih motrenja

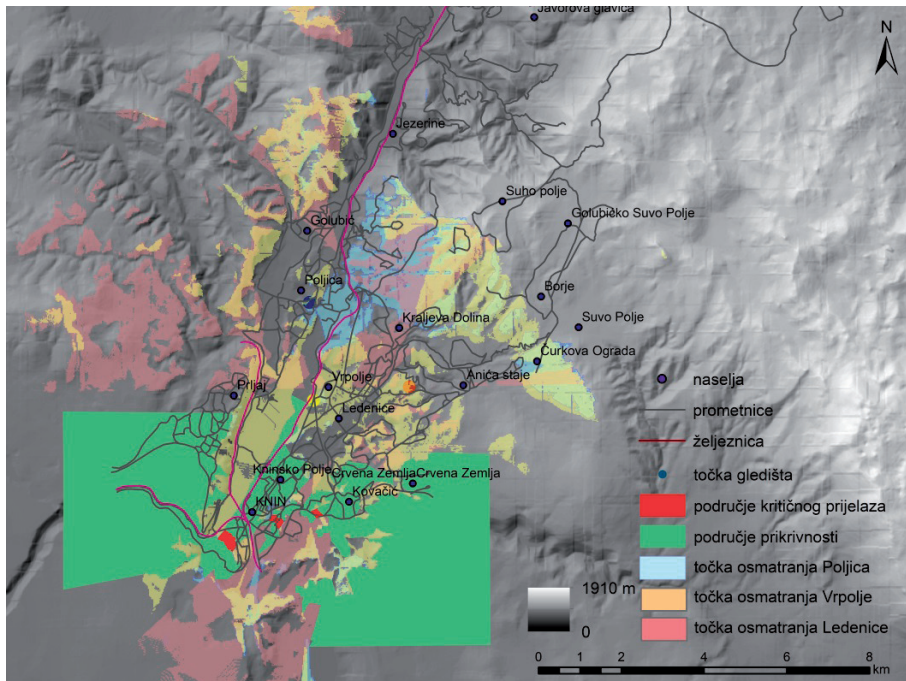
Analize prikrivnosti od horizontalnih motrenja može se usporediti s analizama izravnoga djelovanja, odnosno analizama vidljivosti s određenih točaka. U ovom se slučaju kao ključni parametar uzimaju područja koja pružaju prirodni zaklon, stoga analize točaka vidljivosti trebaju dodatnu analizu, odnosno izradu poligona prikrivnih područja koja pružaju prirodnu zaštitu od izravne vidljivosti. One su možda i važnije od analiza izravnoga djelovanja jer operativna priprema bojnoga polja omogućuje djelovanje bez optičke vidljivosti prije provedenim analizama. No u trenutku kretanja neprijatelja analiza prikrivnosti može imati ključnu ulogu predviđanjem kritičnih točaka gdje neprijatelj, ako može provesti slične analize, može doći u polje optičke vidljivosti i izravnoga djelovanja. S druge strane, analize mogu utjecati i na operativne informacije vlastitih snaga, područja gdje je njihovo kretanje zaštićeno

²⁰ Krešimir Samodol, "Prirodne i tehničko-tehnološke prijetnje na području Šibensko-kninske županije" (diplomski rad, Sveučilište u Zadru, 2014).

²¹ Mladen Pahernik, Darko Kereša, "Primjena geomorfoloških istraživanja u vojnoj analizi terena – indeks zaštitnog potencijala reljefa", *Hrvatski geografski glasnik* 69 (2007), br. 1: 39-53.

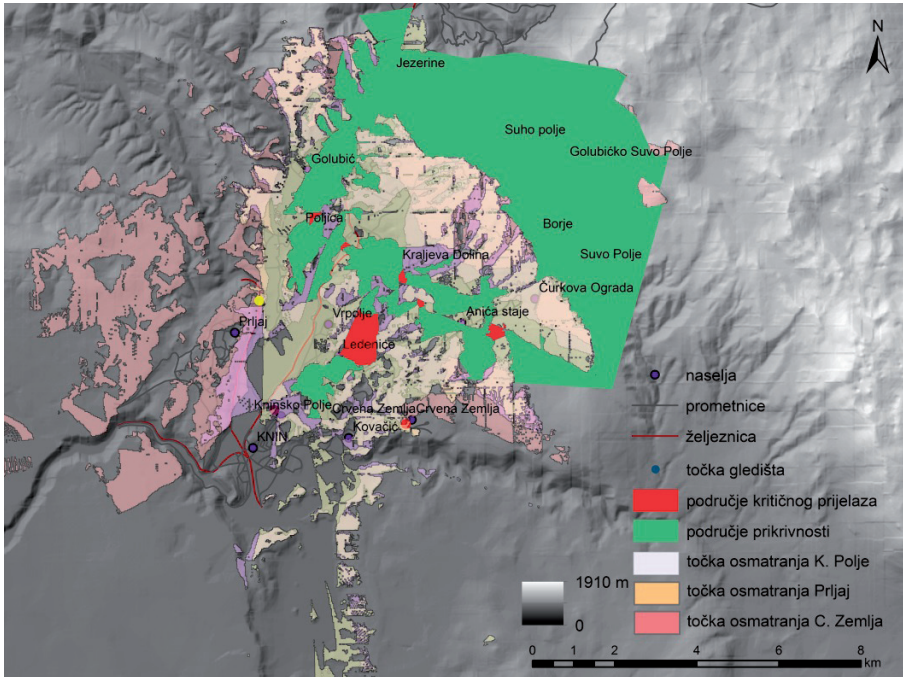
od izravnoga djelovanja, odnosno analiza kritičnih točaka na kojima se snage mogu otkriti, a time i potražiti alternativne pravce kretanja. Analize provedene u ovom radu uključuju područja potencijala zaštite reljefa s točaka gledišta sjeverno od Prljaja, točke u naselju Kninsko Polje i jugozapadno od poligona Crvena zemlja. Kao područja potencijala zaštite reljefa uzimaju se dijelovi koji ne ulaze u izravno djelovanje polja vatre postavljenih s odstupanjem od reljefa 0 m, odstupanjem točke gledišta od 1,80 m, s radijusom od 360° i polumjerom istraživanoga područja od 15 kilometara.

Rezultati analiza upućuju na izrazit potencijal zaštite na pravcu kretanja Jezerine – Golubić – Prljaj te na pravcu Suho polje – Suvo polje – Čurkova Ograda s polulukom ulijevo do Anića staje i dalje prema Kraljevoj dolini i Poljicama. Izrazita zaštita je sjeveroistočno od crte Golubić – Golubičko Suvo Polje, a izravna vidljivost jugozapadno od te crte do pravca Poljica – Anića staje. Kritične točke koje prekidaju poligon zaštite nalaze se u naselju Poljica, južno od Anića staje i na širem području južno od Vrpolja. S obzirom na odvojeno kretanje snaga 4. i 7. gbr sa smjerom napada Golubičko Suvo Polje – Anića staje i Golubić – Vrpolje, čime se zbog nedostatka komunikacijskih pravaca obilazilo šire područje sjeverno od Kraljeve doline, poligoni zaštite istraživanoga područja djelomično se podudaraju.



Slika 3. Karta prikrivnosti i područja kritičnoga prijelaza za snage neprijatelja

S druge strane, potencijal zaštite koju je reljef pružao neprijateljskim snagama bio je izrazito nepovoljniji. Točke promatranja s istim parametrima nalaze se južno od Poljica, jugozapadno od Vrpolja i sjeveroistočno od Ledenica. Zbog izrazite optičke vidljivosti poligoni zaštite uključuju područja jugoistočno od Crvene zemlje i naselja Kovačić, jugozapadni dio grada Knina i Kninsko Polje i plato zapadno od Knina. S obzirom na to da je kretanje snaga 4. i 7. gbr uključivalo i područja obuhvaćena zadanim točkama, optička vidljivost bila je izrazita, a mogućnost zaklona neprijatelja od optičke vidljivosti relativno mala.



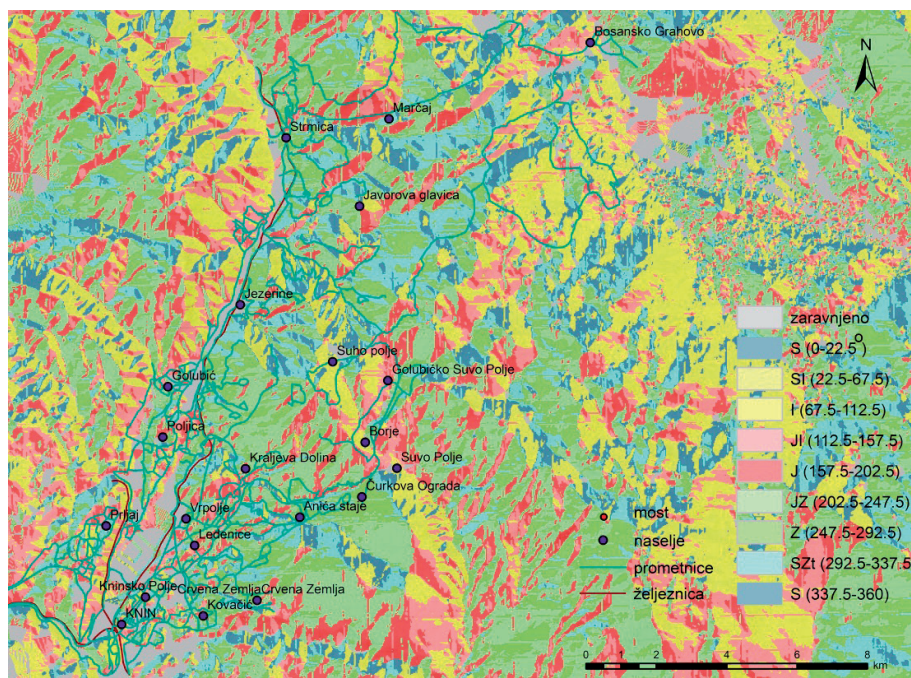
Slika 4. Karta prikrivnosti i područja kritičnoga prijelaza za hrvatske oružane formacije

4.2.2. Ekspozicija

Ekspozicija je, uz nagib padina, jedna od osnovnih morfometrijskih analiza. Analiza se provodi unutar samoga programa *ArcMap* neovisno o ekstenziji *Military Analyst*, uzimajući digitalni model kao osnovu za algoritme pomoću kojih se dobiva izlazni rezultat. Izračun ekspozicija dobiva se na temelju izrađenoga DMR-a prema rasponu azimuta glavnih i pomoćnih strana svijeta²² od smjera sjevera u smjeru kazaljke na satu. Metoda ekspozicije, odnosno orijentiranosti padina prema nekoj od strana svijeta, najznačajnija je u hidrologiji,

²² Isto, 41-56.

ekološkom inženjerstvu i agronomiji²³, no kao analiza primjenjiva u vojno-geografskom aspektu, koristi se za taktičku orijentaciju²⁴. Ekspozicijom se mogu utvrditi i potencijalna područja zaštite reljefa ako se ne provode analize zaštite analizom vidljivosti s određenih točaka. Analiza ekspozicije istraživanoga područja zbog same konfiguracije reljefa upućuje na relativno malo zaravnjenih područja, isključivo na području grada Knina i kanjonom Butišnice uz prugu Knin – Strmica.



Slika 5. Karta ekspozicije operativnoga područja

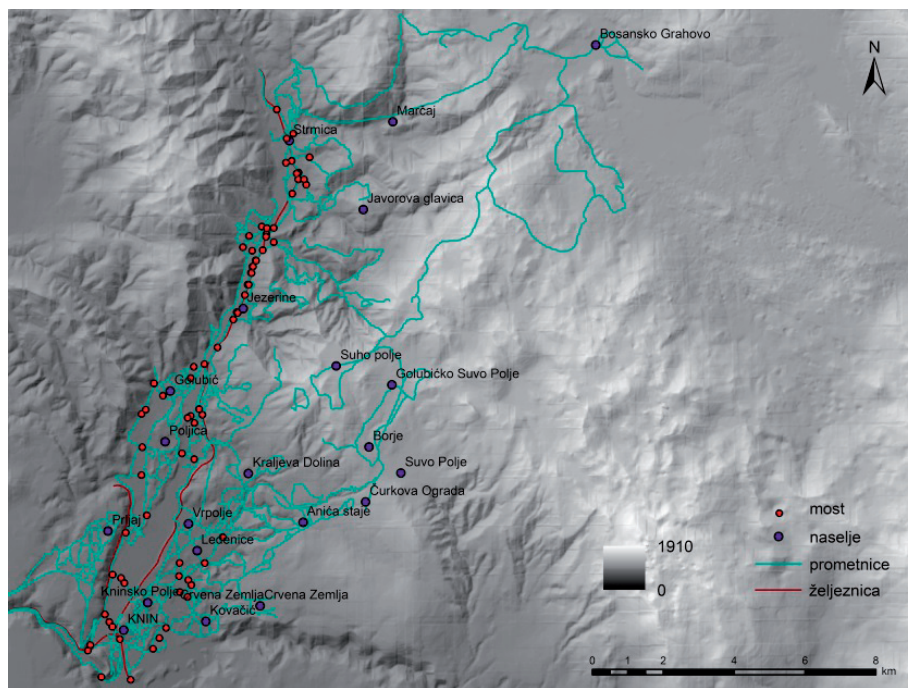
Na istraživanom području dominira južna, sjeveroistočna i istočna orijentiranost padina, što je nepovoljno za kretanje po pravcu sjeveroistok-ju-zapad, međutim ne u značajnoj mjeri, što upućuje na kompleksan sustav ekspozicija zbog izrazito vertikalno raščlanjenog reljefa s krškim nepravilnim formama. Stoga je ovakvoj analizi potrebna dodatna analiza izdvajanja područja čija je ekspozicija povoljna za zaštitu reljefa od izravnoga djelovanja ako analiza zaštite reljefa od izravne optičke vidljivosti nije dovoljna. U ovom je slučaju značajnija uloga ekspozicije za taktičku orijentaciju, u kojoj je ključno prepoznavanje položaja, u odnosu na specifičnu ekspoziciju te položaj protivnika na otvorenim, zaklonjenim ili bočno orijentiranim padinama.

²³ Mirko Borisov, Radoje Banković, Siniša Drobnjak, "Evaluacija morfometrijskih karakteristika zemljišta pri izradi karte tenkoprohodnosti", *Vojnotehnički glasnik* 59 (2011), br. 1: 62-68.

²⁴ Gigović, "Digitalni modeli visina".

4.3. Prohodnost – analiza kretanja i ključ reljefa

“Ključ reljefa” (*Key Terrain*) uključuje analize reljefa, odnosno vertikalnu raščlanjenost, nagibe padina, vizualizaciju reljefa, to jest sve spoznaje koje stavljaju u korelaciju utjecaj reljefa s pripremom, planiranjem i provedbom operacije. Stoga se nameće zaključak da je upravo analiza nagiba i prohodnosti prometnica i prostora izvan njih ključna za provedbu operativne pripreme. Prohodnost operativne tehnike, najznačajnijega čimbenika operativnih aktivnosti na kopnu, u prvom redu ovisi o gustoći prometnih pravaca – cesta i putova, a izrazita gustoća vektoriziranih prometnica na operativnom području od oko 341 kilometra povoljno utječe na kretanje vozila. S obzirom na to, naglasak se stavlja na analize prometnica, prije svega nagiba, ali i ostalih ključnih informacija poput širine prometnice, mjesta mosnoga prijelaza i sl. No kompleksna analiza prohodnosti odnosi se i na cjelokupno operativno područje, odnosno na kretanje izvan prometnica, pod pretpostavkom da će na određenom području biti onemogućeno kretanje komunikacijama ili će, poput pripreme za “Oluju”, operativna priprema uključiti i inženjerske zahvate.



Slika 6. Karta komunikacija s istaknutim mjestima mosnoga prijelaza

4.3.1. Nagib padina

Nagib se često smatra najvažnijim morfometrijskim parametrom, a koristi se za učinkovitije analiziranje i opisivanje reljefa²⁵. Analizom nagiba ostvaruju se ključni rezultati prilikom operativne pripreme za provedbu vojnih operacija jer je ona ključna za pokretljivost operativne tehnike i ljudstva. Analize nagiba u vojnim su analizama podijeljene na nagib na cjelokupnom području istraživanja značajnih za kretanje ljudi i vozila izvan prometnica i nagib specifičnih istraživanih elemenata poput prometnica, gdje se rezultati dobivaju u korelaciji pozicija i pravaca prometnica i modela reljefa. Prohodnost izvan prometnica kategorizirana je u sedam kategorija kretanja, od teških oruđa, terenskih vozila do specijalno obučenog ljudstva sa zadanim nagibima u stupnjevima i kategorijom prohodnosti od prohodnog do neprohodnog.

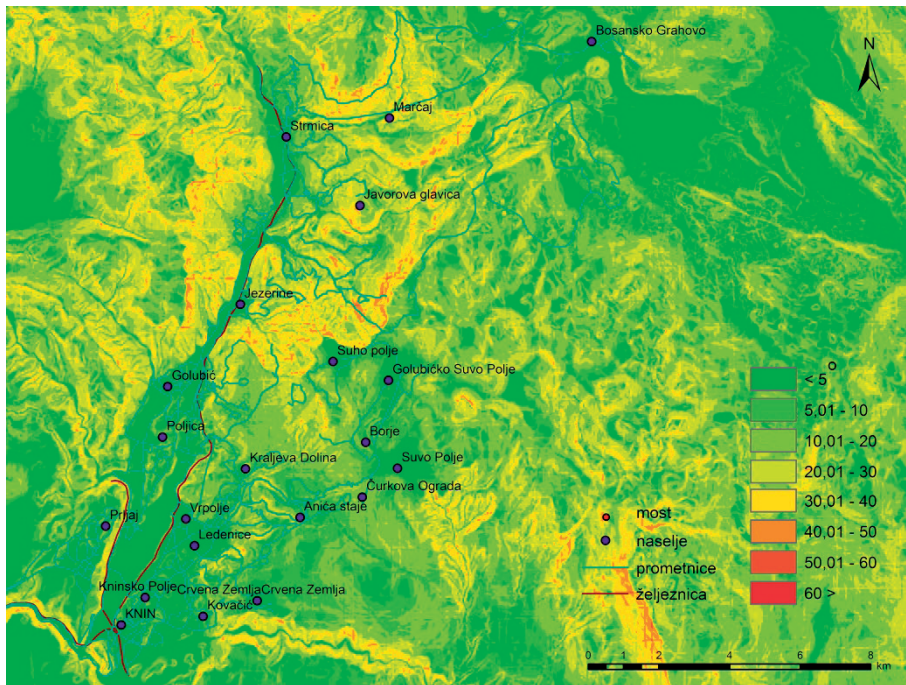
Tablica 1. Prohodnost izvan prometnica (preuzeto iz: Borisov, Banković, Drobnjak, "Evaluacija morfometrijskih karakteristika zemljišta")

Kategorije prohodnosti za ljudstvo, terenska i teretna vozila	Nagib	Kat. prohodnosti
Terenska i teretna vozila s kotačima (s prikolicom)	< 5°	prohodno
Terenska i teretna vozila s kotačima (s prikolicom)	5° – 10°	ograničeno prohodno
Tenkovi, teretna i terenska vozila (bez prikolice)	10° – 20°	jako ograničeno prohodno
Tenkovi, vozila s kotačima s dva pogonska mosta, gusjeničarni, životinje za prijevoz s lakim teretom	20° – 30°	
Samohodna oruđa (do 35°) i tenkovi (do 40°)	30° – 40°	neprohodno
Grupe vojnika (u nekim slučajevima moraju se pridržavati za raslinje)	40° – 60°	
Posebno obučeno ljudstvo s posebnom tehnikom	60° >	

Na istraživanom području dominiraju nagibi do 30°, što operativno područje čini izrazito prohodnim sa značajnim udjelom nagiba do 10°. Usporedbom prohodnosti izvan prometnica i dobivenim rezultatima analize operativnoga područja može se utvrditi da nema značajnijih prirodnih prepreka ako se izuzme kompleksnost krša kao zasebne stavke. Ne treba zaboraviti da je za preciznu sliku prohodnosti potrebno uzeti u obzir sve parametre. Na platoima istočno i jugoistočno od Bosanskoga Grahova, na području kanjona Butišnice od Golubića do Knina i na krajnjem istoku istraživanoga područja omogućeno

²⁵ Šiljeg, "Digitalni model reljefa".

je nesmetano kretanje. Međutim na uzvisinama iznad kanjona do lijeve crte Bosansko Grahovo – Anića staje, odnosno desne strane kanjona gledano od pravca napada 4. gbr, nagibi su značajniji, od 20° do 60°, čime je jako ograničeno prohodno i neprohodno, odnosno moguće je kretanje isključivo po komunikacijama tenkovima, vozilima sa dva pogonska mosta i gusjeničarima, odnosno tenkovima do 40°, a na izraženijim nagibima omogućeno je kretanje isključivo pješaka. Isključivo neprohodno područje, gdje je moguće kretanje specijalno obučениh vojnika, s nagibima iznad 60° nalazi se na crti Javorova glavica – Suho polje, dijela kojim ne prolazi komunikacija osim zaobilaznoga dijela Jezerce – Suho polje – Bosansko Grahovo.



Slika 7. Karta prohodnosti (nagiba) izvan prometnica

4.3.2. Analiza pristupa – predviđanje brzine kretanja

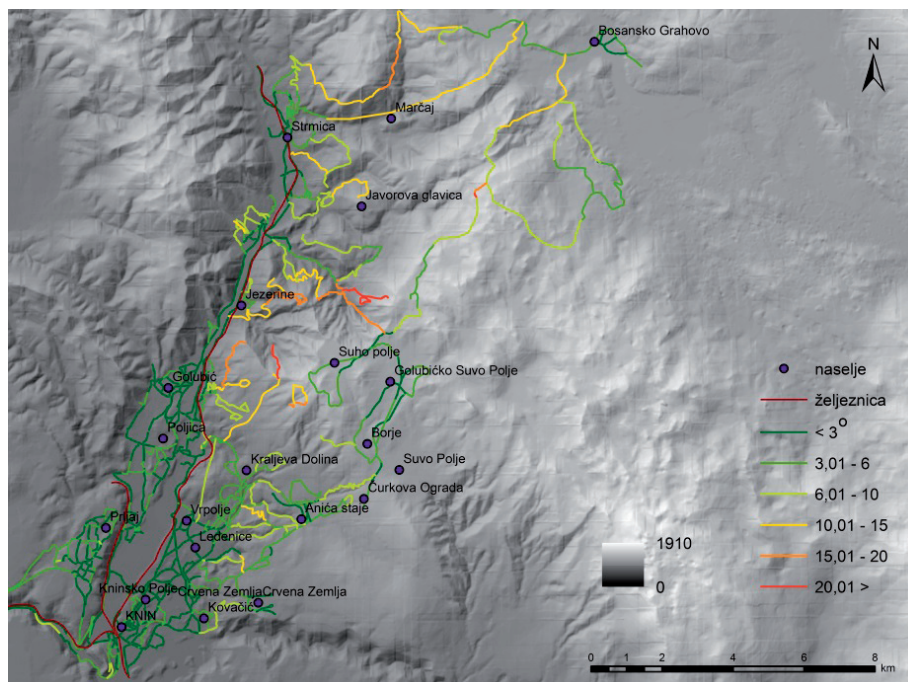
Za razliku od analiza nagiba na cjelokupnom području istraživanja, analiza nagiba prometnica odnosi se isključivo na vektorske podatke čiji nagib ovisi o nagibu reljefa na području kojim vektor prolazi, dobiven na temelju DMR-a. Nagib prometnica u ovom slučaju ne uzima u obzir prokopane dijelove reljefa s kojima su nagibi smanjeni, ali s obzirom na potencijalnu nedostupnost područja istraživanja uslijed vojnih operacija, takav način istraživanja itekako je značajan, a zbog više scenarija i više nego vjerodostojan. Naime, analiza

nagiba vektora uključuje minimalne, maksimalne i prosječne nagibe vektora. Prilikom vektorizacije istraživanoga područja operacije "Oluja", duljina jednog zasebnog vektora ne prelazi 2,5 kilometra, s čime se mogu dobiti precizniji podaci.

Prohodnost, odnosno brzina kretanja operativne tehnike i ljudstva svrstana je u četiri kategorije, a za svaku je kategoriju zadana i brzina kretanja. Prohodnost je u ovom slučaju moguća do 20°, kada je omogućeno (potpuno ili ograničeno) kretanje cjelokupne operativne tehnike i ljudstva.

Tablica 2. Brzina kretanja vozila u odnosu na nagib reljefa (preuzeto iz: Borisov, Banković, Drobnyak, "Evaluacija morfometrijskih karakteristika zemljišta")

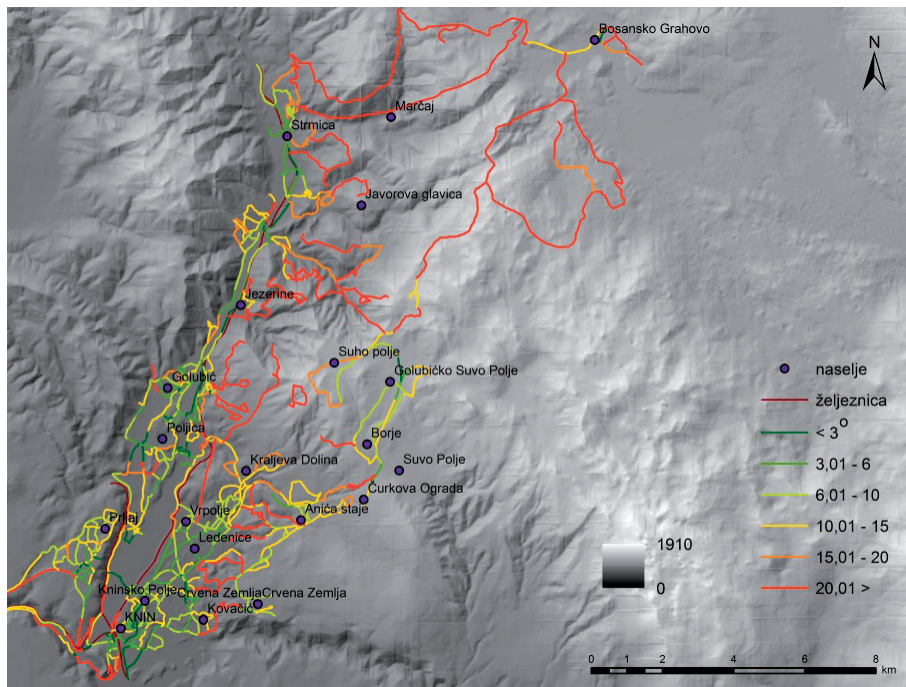
Vrsta vozila	Brzina kretanja (km/h) pri nagibu reljefa			
	3° - 6°	6° - 10°	10° - 15°	15° - 20°
Kamioni	20 - 15 km/h	15 - 12 km/h	12 - 8 km/h	8 - 5 km/h
Tenkovi	15 - 12 km/h	12 - 10 km/h	10 - 6 km/h	6 - 4 km/h
Oklopni transporteri, tegljači i gusjeničari	12 - 10 km/h	10 - 7 km/h	7 - 5 km/h	5 - 3 km/h
Ljudstvo	5 km/h	4 km/h	3,5 km/h	3 km/h



Slika 8. Karta prohodnosti komunikacija (prosječni nagib na trasi prometnice – oko 2 km)

Za analize su preuzeta dva scenarija, prosječni nagib i maksimalni nagib kao najnepovoljniji scenarij, ali zbog toga što su spomenute prometnice korištene svakodnevno, pretpostavka je da one nemaju značajne nagibe, odnosno srednja će vrijednost nagiba pružiti najprecizniju sliku. Analiza srednje vrijednosti nagiba pokazuje da najveći dio prometnica ulazi u prvu kategoriju, do 6° , gdje se tehnika kreće do 15 km/h za kamione, 12 km/h za tenkove, 10 km/h za oklopne transportere, tegljače i gusjeničare te 5 km/h za ljudstvo, što je generalizirano 50% prosječne brzine. Ograničeno, značajno sporije kretanje od 6° do 20° specifično je za vertikalno raščlanjenija područja Dinare, a započinju s Crvenom zemljom do Anića staje, odnosno od Kraljeve doline do Javorove glavice zaključno s pograničnim područjem.

Maksimalni nagibi padina prometnica dobiveni na temelju korelacije nagiba padina dobivenog digitalnim modelom i vektora upućuju na maksimalne nagibe iznad 15° na svim prometnicama na Dinari, a povoljni se nagibi do 15° nalaze duž kanjona Butišnice od Javorove glavice do samoga Knina, uključujući širu kninsku okolicu od Crvene zemlje na istoku do Prljaja na sjeverozapadu. Iako je najnepovoljniji scenarij značajan ako se ne uzme u obzir da se tim prometnicama prometuje redovito – što je dokaz reduciranih nagiba, vjerojatno građevinskim zahvatima, ali i ograničenja 10 m DMR-a – on služi tek kao okvirni pokazatelj kompleksnosti reljefa kojim prometnice prolaze.



Slika 9. Karta prohodnosti komunikacija (maksimalni nagib na trasi prometnice – oko 2 km)

5. Zaključak

Promatranjem rezultata prostornih analiza s geografskoga stajališta nameće se nekoliko zaključaka vezanih uz ostvarivanje maksimalne učinkovitosti na bilo kojoj vrsti reljefa, uz uvjet da provedbi vojne akcije prethode prostorne analize na što kvalitetnijem DMR-u. Prije svega, analiza tla i reljefa upućuje na to da se radi o nepovoljnom prostoru što se tiče prohodnosti svih pokretnih elemenata vojne sile. Naime, kombinacija krškoga reljefa, visokih vrijednosti vertikalne raščlanjenosti i nagiba padina kao i izrazito složena strukturna građa negativno djeluju na brzinu prodora smjerovima koji nisu uređeni za bilo koju vrstu prometa, pa ni pješačkoga. Ako se visoke vrijednosti vertikalne raščlanjenosti promatraju samostalno, očita je mogućnost njezine iskoristivosti prilikom promatranja polja djelovanja (horizontalna vidljivost za izravnu vatra) i potencijala zaštite reljefa (prikrivnost od horizontalnih motrenja), što je i jedno od obilježja operativnoga područja šire okolice Knina s obzirom na orijentiranost Dinare i njezinih padina u odnosu na Knin. Kako je kretanje ljudstva i operativne tehnike ovisilo o komunikacijama, provedene su analize nagiba i kretanja na prometnicama, koje su upućivale na relativno povoljnu prohodnost. Kao temeljna vrijednost korištenja DMR-a i prostornih analiza u svrhu vojno-geografskih analiza i vojno-geografskoga shvaćanja nekog prostora ističe se mogućnost provedbe svih potrebnih analiza prije izvođenja vojne operacije. Važno je naglasiti da cilj nije tisak karte s podacima dobivenim iz svih analiza, nego digitalno korištenje važnog dijela podatka i preklapanje slojeva podataka da bi operativna priprema bojnoga polja u stvarnom vremenu bila pravovremena i svrsishodna.

Literatura

Borisov, Mirko; Banković, Radoje; Drobnjak, Siniša. "Evaluacija morfometrijskih karakteristika zemljišta pri izradi karte tenkoprohodnosti". *Vojnotehnički glasnik* 59 (2011), br. 1.

Gigović, Ljubomir. "Digitalni modeli visina i njihova primena u vojnoj analizi terena". *Vojnotehnički glasnik* 58 (2010), br. 2.

Gotovina, Ante. *Napadajni bojevi i operacije HV i HVO*. Knin: Zapovjedništvo Zbornog područja Split, 1996.

Grimani, Ivo; Šikić, Krešimir; Šimunić, Antun; Juriša, Mihovil. *Osnovna geološka karta 1 : 100 000 L 33-141 Knin*. Zagreb: Institut za geološka istraživanja, 1972.

Kurniawan, Aditya; Mulyono, Khaterini; Gerardo, Mellyna; Gerardo, Stevan. "E-resources geographic information system, system for military operation". *Journal of Computer Science* 9 (2013), br. 9.

Maguire, David J.; Longley, Paul A.; Goodchild, Michael F.; Rhind, David W., ur. *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*, 2nd Edition, Abridged. New York; Chichester; Weinheim; Brisbane; Singapore; Toronto: John Wiley & Sons, 2005.

Marijan, Davor. *Oluja*. Zagreb: Hrvatski memorijalno-dokumentacijski centar Domovinskog rata, 2009.

Nagy, Péter. "GIS in the army of the 21th century". *AARMS* 3 (2004), br. 4.

Pahernik, Mladen; Kereša, Darko. "Primjena geomorfoloških istraživanja u vojnoj analizi terena – indeks zaštitnog potencijala reljefa". *Hrvatski geografski glasnik* 69 (2007), br. 1.

Sabolović, Marin. "Značajke digitalnih modela reljefa u vojno-geografskim analizama – primjer vojno-redarstvena operacija Maslenica". Diplomski rad, Sveučilište u Zadru, 2014.

Samodol, Krešimir. "Prirodne i tehničko-tehnološke prijetnje na području Šibensko-kninske županije". Diplomski rad, Sveučilište u Zadru, 2014.

Swann, David. "Military applications of GIS". U: *Geographical Information System: Principles, Techniques, Management and Applications*, 2nd Edition, Abridged, vol. 2, uredili David J. Maguire, Paul A. Longley, Michael F. Goodchild i David W. Rhind, 889-899. New York; Chichester; Weinheim; Brisbane; Singapore; Toronto: John Wiley & Sons, 2005.

Šiljeg, Ante. "Digitalni model reljefa u analizi geomorfometrijskih parametara – primjer PP Vransko jezero". Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 2013.

Uczal, Levent; Kopar, Atilla. "GIS (Geographic information system) in CGIS (Command and Control Systems)". *ISPRS Congress*, Istanbul, 2010.

Vlahović, Igor; Tišljar, Josip; Velić, Ivo; Matičec, Dubravko. "The Karst Dinarides are Composed of Relics of a Single Mesozoic Platform: Facts and Consequences". *Geologia Croatica* 55 (2002), br. 2.

SUMMARY

MILITARY-GEOGRAPHIC ANALYSIS OF THE AREA OF RESPONSIBILITY OF THE TASK FORCE NORTH OF THE SPLIT MILITARY DISTRICT DURING THE OPERATION "STORM"

The first stage of the Croatian War of Independence ended with the international recognition of the Republic of Croatia. In the early 1992 the second stage of the war began. During the second stage, the Croatian Army began liberating the occupied territory and that culminated with the military operations in 1995. The military operations were carried out on previously determined battlefields, and among those the most important one was held in the area surrounding the capital of the Republic of Serbian Krajina (RSK). Battlefield or area of operations included an area of responsibilities assigned to a unit, the surrounding territory that can affect the military operations and the airspace directly above it. The surrounding area of the Knin battlefield included the mountain range Dinara with its karst features and distinctive vertical division. The specific configuration of the Knin valley enabled the implementation of the digital military and geographical analysis which included the analysis of inclination or the ability to move operation techniques and personnel, analysis of exposure or the potential of protection and clandestinity of the relief and other specific secondary analysis such as tank operational mobility. The object of this work is to create a digital model for the operational areas, and its aims are based on the DTM show of the military and geographical features of Knin and its surrounding areas.

Key words: military-geographical analysis; digital model; operation "Storm"; Knin; operational area