

## ANALIZE VIDLJIVOSTI U PRAPOVIJESNOM KRAJOLIKU VELEBITA

U radu autorica razmatra značenje vidljivosti u prapovijesnom krajoliku na prostoru sjevernog i srednjeg Velebita. Posebna pozornost posvećena je lokalitetima koji se u literaturi navode kao središnja naselja zajednica (gradine Kuk u Senju, Gradina u Svetom Jurju i Drvišica u Karlobagu) i njihovim pozicijama u vizualnom krajoliku. Budući da je u dosadašnjoj literaturi istican strateški značaj ovih pozicija, autorica istražuje mogućnosti njihove vizualne kontrole krajolika i nadzora nad plovidbom, ekonomski iskoristivim površinama te nadzorom nad drugim lokalitetima.

KLJUČNE RIJEČI: *Velebit, gradine, GIS, viewshed analize*

### UVOD

Prostorne aspekte ekonomske, političke i društvene organizacije tijekom prapovijesnog razdoblja moguće je proučavati na različite načine. U posljednjih dvadesetak godina značajni alat koji se rabi za provjeravanje hipoteza vezanih uz ljudsko ponašanje u krajoliku i organizaciju prostora je geografski informacijski sustav (GIS). GIS je računalni sustav koji pohranjuje, manipulira, analizira i prezentira informacije o geografskom prostoru.<sup>1</sup> Ono što GIS izdvaja od ostalih programa je mogućnost stvaranja baza podataka i izvođenje prostornih analiza.

Prva upotreba GIS-a u hrvatskoj arheologiji provedena je na otoku Hvaru 1991. godine gdje su se Gaffney i Stančić koristili GIS-om za prostorne analize,<sup>2</sup> nakon čega je nastupilo veliko zatišje u primjeni računalnih analitičkih alata.

U sklopu prostornog istraživanja prapovijesnog i povijesnog krajolika sjevernog i srednjeg Velebita, GIS se koristi za kartiranje arheoloških struktura

## VIEWSHED ANALYSES IN THE PREHISTORIC VELEBIT LANDSCAPE

The paper analyses the significance of the viewshed in the prehistoric landscape of the northern and central Velebit regions. Particular attention is dedicated to sites mentioned in academic literature as the central settlements of communities (the hillforts of Kuk in Senj, Gradina in Sveti Juraj and Drvišica in Karlobag) and to their positions in the visual landscape. To date, the literature has pointed to the strategic significance of these locations. Based on this, the author explores the possibilities of their visual control over the landscape, sea traffic, economically usable areas and other sites.

KEY WORDS: *Velebit, hillforts, GIS, viewshed analyses*

### INTRODUCTION

The spatial aspects of economic, political and social organisation during the prehistoric period can be studied in various ways. In the past twenty or so years, a significant tool for examining hypotheses regarding human behaviour in landscape and spatial organisation has been the geographic information system (GIS). The GIS is a computer system which saves, manipulates, analyses and presents information about a geographical area.<sup>1</sup> What makes the GIS stand out from other programmes is the possibility of creating databases and deriving spatial analyses. The GIS was first applied in Croatian archaeology on the island of Hvar in 1991, when Gaffney and Stančić used it for spatial analyses,<sup>2</sup> after which there was a long standstill in the use of computer analysis tools.

As part of the spatial exploration of the prehistoric and historic landscapes of northern and central Velebit, the GIS has been used for mapping ar-

1 D. WHEATLEY, M. GILLINGS, 2002, 8.

2 V. GAFFNEY, Z. STANČIČ, 1991.

1 D. WHEATLEY, M. GILLINGS, 2002, 8.

2 V. GAFFNEY, Z. STANČIČ, 1991.

vidljivih na zračnim fotografijama,<sup>3</sup> za izrade baza podataka arheoloških lokaliteta te za prostorne analize koje uključuju analize kretanja, vidljivosti, rasporeda naselja, teritorijalnosti itd. U ovom su radu u središtu zanimanja samo analize vidljivosti i pogleda primijenjene da bi se ustanovilo jesu li pozicije središnjih naselja odabirane u odnosu na kvalitetu pogleda ili u odnosu na neku drugu karakteristiku krajolika te da bi se preispitala funkcija pojedinih lokaliteta.

## KRAJOLIK VELEBITA I LOKALITETI

Velebit, površinom najveća planina u Hrvatskoj, proteže se u dužini od 145 km od prijevoja Vratnik kod Senja na sjeverozapadu do rijeke Zrmanje na jugoistoku. Budući da je slabo raščlanjen, posjeduje vrlo malo planinskih prijevoja.<sup>4</sup> Područje istraživanja u ovom radu ograničeno je prijevojima Vratnik (694 m n.v.) i Baške Oštarije (927 m n.v.). Riječ je o sjevernom i srednjem Velebitu, gdje su prirodni prijelazi još i Oltari (940 m n.v.) i Alan (1406 m n.v.).

Velebit je dinarska planina sastavljena pretežno od naslaga vapnenca. Karakteriziraju je izrazita sušnost i nedostatak vode koji su posljedica krškog reljefa, karbonatne osnove i klimatskih prilika.<sup>5</sup> Glavna karakteristika primorske padine su škrape koje stvaraju jedinstvenu prepoznatljivu sliku Velebita i mogu dosegnuti visinu do 15 m. Vegetacijski pokrov čini uglavnom sitno raslinje i makija koje danas znatno otežavaju vizualni i terenski pregled nalazišta. Iz toga su razloga jedine arheološke strukture koje je moguće definirati na terenu uzdignuti elementi sačuvani u obliku suhozida i osipina. Iako arheološki nalazi dokazuju da je čovjek tu boravio još od mezolitika,<sup>6</sup> u ovom ćemo se radu usredotočiti na željezno doba. Iz toga razdoblja na Velebitu danas prepoznajemo razne tvorevine koje su nekoć bile dio istoga sustava. To su gradine, ograde, putovi, izvori, lokve itd. Pogledi su jedan od bitnih čimbenika za funkcioniranje takvoga sustava što najbolje dokazuje i činjenica da su mnoge od ovih tvorevina očigledno namjerno povezane vizualno.

archaeological features visible from aerial photos,<sup>3</sup> for creating databases of archaeological sites, and for spatial analyses, including analyses of movements, viewsheds, the distribution of settlements, territoriality, etc. However, the focus of this paper is limited to analyses of viewsheds and views which were used to find out whether the locations of central settlements were selected based on the quality of the view or other landscape characteristics, and in order to examine the functions of individual sites.

## VELEBIT'S LANDSCAPE AND SITES

Velebit, Croatia's widest mountain range expands over 145 kilometres in length from the Vratnik Pass near Senj in the north-west to the River Zrmanja in the south-east. Since it is poorly dissected, it has very few passes.<sup>4</sup> The area of investigation in this paper stretches between the passes of Vratnik (694 m above sea level) and Baške Oštarije (927 m above sea level). This area includes northern and central Velebit, where the natural passes of Oltari (940 m above sea level) and Alan (1,406 m above sea level) are also located.

Velebit is a Dinaric range, constituted mostly of limestone sediments. It is characterised by a marked aridity and lack of water as a consequence of its karst relief, carbonate bedrock and climatic circumstances.<sup>5</sup> The main characteristics of the coastal slope are grikes, which create the unique recognisable image of Velebit and reach a height of up to 15 m. The vegetation cover is mostly composed of low plants and dense evergreen underbrush, which at present makes visual and field surveys extremely difficult. For this reason, the only archaeological structures that can be defined in the field are elevated elements preserved in the form of dry stone walls and tumbles. Although archaeological finds have confirmed man's presence ever since the Mesolithic,<sup>6</sup> in this paper we shall focus on the Iron Age period. Various structures from this period, which were once part of the same system, have been recognised on Velebit. These include hillforts, enclosures, pathways, springs, pounds, etc. Views represent one of the important factors in the

3 V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013, 23-27. Zračna snimanja Velebita provedena su 2012. godine. U ožujku 2012. snimanje je provedeno u suradnji s Rog Palmerom (Cambridge), a u studenom u sklopu projekta prof. dr. sc. Borisa Olujića "Povijesne ceste Kapele i Velebita" (Ministarstvo kulture).

4 A. BOGNAR, 1994, 2.

5 A. BOGNAR, 1994, 5.

6 S. FORENBAHER, P. VRANJICAN, 1985, 1-21.

3 V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013, 23-27. Aerial photos of Velebit were taken in 2012. In March 2012, photographing was carried out in co-operation with Rog Palmer (Cambridge), and in November as part of Professor Boris Olujić's project "The Historical Roads of Kapela and Velebit" (Ministry of Culture).

4 A. BOGNAR, 1994, 2.

5 A. BOGNAR, 1994, 5.

6 S. FORENBAHER, P. VRANJICAN, 1985, 1-21.

Velebit je na ovom području oduvijek imao značajnu prostornu ulogu jer su tijekom povijesti glavne veze između mora i unutrašnjosti bili planinski prijevoji. Stoga ne začuđuje činjenica da je velik broj lokaliteta grupiran upravo podno njih.<sup>7</sup> U ovom razdoblju najzastupljeniji tipovi lokaliteta na podvelebitskoj primorskoj padini su gradine i prapovijesne ograde. Za gradine se načelno smatra da su služile za život, privremeni ili stalni. Međutim, na većini lokaliteta toga tipa na Velebitu nema dokaza habitacije. Smještene su na vrhu brda ili na padini, što im je omogućavalo obrambenu poziciju i vizualnu kontrolu prostora. Strma litica ili suhozidni bedem, danas sačuvan u obliku urušenog zida, omogućavale su defenzivni položaj lokacije. Ograde (eng. *enclosure*) su građene na vrhu brda, na njegovoj padini ili na ravnom terenu, a u njihovoj neposrednoj blizini uvijek se nalazi neko gradinsko naselje što ih onda dovodi u vezu. Teren, iskrčen i/ili očišćen od kamenja okružen je suhozidom, koji je danas sačuvan u istom urušenom obliku kao i bedem gradina. No, površinski, ograde su manje od gradina, a zid je znatno tanji. Za razliku od gradina na podvelebitskom području, prapovijesne ograde se mogu pronaći i na ravnom terenu, a njihovu dataciju omogućuju ulomci keramike koje je moguće pronaći na suhozidu i na površini ograđenoga prostora. Pretpostavlja se da su ih gradili stanovnici najbliže im gradine koristeći ih kao torove za stoku, skloništa, motrišta ili kao markere teritorijalnosti.<sup>8</sup>

Budući da se zbog nedostatka arheoloških iskopavanja o ovom razdoblju Velebita može govoriti gotovo jedino na temelju površinskih nalaza i razmjestaja gradina i ograda, njihovo stavljanje u računalne simulacije i proračune može dovesti do nekih novih spoznaja o prostornom rasporedu i ulozi pojedinih lokaliteta u krajoliku.

functioning of such a system, which is best demonstrated by the fact that many of the structures were intentionally connected visually.

In this area, Velebit has always played a significant spatial role, as throughout history the main links between the sea and the hinterland were mountain passes. Therefore, it is no wonder that a large number of sites are grouped beneath them.<sup>7</sup> In this period, the most frequently encountered types of site on the sub-Velebit coastal slope are hillforts and prehistoric enclosures. Hillforts are generally believed to have served for living purposes, either temporarily or permanently. However, at most Velebit sites of this type there is no evidence of habitation. They are situated on hilltops or on slopes, providing a defensive position and visual control of the area. A steep cliff or a dry-stone rampart, preserved in the form of a tumbled wall, provided the site with a defensive position. Enclosures were built on hilltops, on slopes or flat terrain, and in their immediate vicinity there was always a hillfort settlement linking them with each other. The area, cleared from brush and/or stones, is surrounded by dry stone walls preserved in the same ruined form as the hillfort rampart. However, in terms of area, enclosures are smaller than hillforts, and their walls are significantly thinner. Unlike hillforts in the sub-Velebit mountain area, prehistoric enclosures are also found on flat land, and can be dated based on pottery shards found in the dry stone structures or the enclosed areas. Presumably, they were built by the inhabitants of the hillforts closest to them and used as livestock folds, shelters, standpoints or territorial markings.<sup>8</sup>

Since, due to the lack of archaeological excavations, this period of Velebit's history can almost only be discussed based on surface finds and the distribution of hillforts and enclosures, using them in com-

7 Posljednje četiri godine provodi se intenzivno terensko i zračno rekognosciranje ovoga prostora. Iako je do sada bio poznat velik broj lokaliteta, nisu bili poznati prostorni podatci o njima te je revizija svih podataka bila potrebna da bi se svako nalazište precizno ucrtalo u kartu. Osim toga, provedeno je vrlo malo iskopavanja gradinskih lokaliteta na ovom prostoru. Međutim, nikada nisu izrađeni njihovi nacrti niti studija. Jedino istraživanje gradine provedeno je potkraj 19. stoljeća na lokalitetu Klačnica u Jablancu (J. BRUNŠMID, 1901, 53-62), a 2013. godine započelo je istraživanje lokaliteta Drvišica u Karlobagu pod stručnim vodstvom prof. dr. sc. Miroslava Glavičića i autorice ovoga članka. O svim ostalim nalazištima možemo raspravljati jedino na temelju površinskih nalaza, prostornih odnosa i analiza koje provodimo.

8 Primjer jednoga lokaliteta toga tipa su Kovači u Prizni. Lokalitet se nalazi 300 m sjevernije od gradine u Prizni, a čini ga ograda promjera 35 m, kružnog oblika, sačuvana u obliku osipine debljine oko 5 m. Ulaz se nalazio na jugoistočnoj strani.

7 In the past 4 years, intensive field and aerial prospecting of the area has taken place. Although a large number of sites had been identified, their respective areal data were unknown, and therefore all the data needed to be reviewed in order to precisely map each site. Very few excavations of hillfort sites in the region have been conducted and no plans or studies have been made. The only hillfort excavations were conducted near the end of the 19<sup>th</sup> century at the Klačnica site in Jablanac (J. BRUNŠMID, 1901, 53-62). In 2013, the excavation of the Drvišica site in Karlobag started, and was led by Professor Miroslav Glavičić and the author of this paper. All other sites can be discussed only on the basis of surface finds, spatial relations and analyses which we have carried out.

8 An example of a site of this type is Kovači in Prizna. The site is situated 300 metres north of the Prizna hillfort, and includes an enclosure with a diameter of 35 m, round in shape, and preserved as an approximately 5-metre-thick tumble layer. The entrance was on the south-eastern side.

Analize vidljivosti i pogleda u ovom istraživanju obuhvaćaju 34 željeznodobna lokaliteta na primorskim obroncima planine.<sup>9</sup> S obzirom na to da se većina nalazi na izrazito krškom terenu koji oskudijeva plodnom zemljom i vodom, ta brojnost je izraz sustavne ekonomske eksploatacije krajolika. Upravljanje zemljom u svrhu stočarstva te kontrola trgovine preko Velebita morale su biti osnovna gospodarska grana, a upravo su gradine imale značajnu ulogu u nadziranju krajolika u kojima su se te ekonomije mogle odvijati. Ne ulazeći u ovom trenutku u raspravu o stvarnoj funkciji gradina, činjenica jest da su sve one već svojim položajem imale mogućnost nadgledanja krajolika jer su nadmorska visina i površina vidljivog područja pozitivno korelirani.

## ZNAČENJE VIDLJIVOSTI

Proučavanje nekoga lokaliteta ili širega prostora uvijek nameće pitanje vizualne povezanosti s nekim drugim specifičnim nalazištem ili sa širim područjem. Wheatley i Gillings tvrde da se vizualna organizacija nekoga prostora mogla događati s obzirom na druge istodobne ili postojeće lokalitete i spomenike, prirodne odrednice okoliša, pozicije nebeskih tijela i astronomskih fenomena ili s obzirom na sve navedeno.<sup>10</sup> Istraživanja koja su u tijeku pokazuju da su najjači atraktori za izgradnju utvrđenog naselja na Velebitu blizina planinskog prijevoja, površine sedimenta (vrtače, dolci) i prisutnost izvora vode.

U arheološkoj literaturi se za gotovo sve istraživane lokalitete, redovito navodi da "imaju izvrstan pogled", što u najvećem broju slučajeva predstavlja subjektivni doživljaj promatrača te subjektivni osjećaj prema istraživanom lokalitetu. Ovakvi zaključci najčešće nastaju dojmom istraživača dobivenim pogledom s gradine, promatranjem topografske karte ili Google Eartha. Uz to, redovito se pretpostavlja vizualna kontrola određenih trgovačkih putova, luka, plovidbe i sl. Međutim, navedeni načini istraživanja nisu studija vidljivosti kojom se egzaktno i transpa-

puter simulations and calculations can bring to light certain new facts regarding their spatial arrangement and the roles of individual sites in the landscape.

The viewshed and view analyses which are part of this study comprised 34 Iron Age sites situated on the coastal slopes of the mountain.<sup>9</sup> As most of them are situated in an area with markedly karst features characterised by a shortage of fertile land and water, the large number is a result of the systematic economic exploitation of the landscape. Land management for the purpose of raising livestock and control over trading across Velebit must have been the main activities, and hillforts in particular played an important role in controlling the landscapes in which these activities could take place. For the time being, we shall leave aside the discussion of the actual function of hillforts, simply pointing to the fact that they all provided the opportunity to monitor their surroundings on the basis of their location, as there was a positive correlation between their height above sea level and the visible area.

## THE SIGNIFICANCE OF THE VISIBILITY

The study of a site or broader area always involves the question of its visual correlation with another specific site or wider area. Wheatley and Gillings claim that the visual organisation of an area might occur in relation to other contemporary or existing sites and monuments, the natural setting of the surroundings, the position of celestial objects and astronomical phenomena, or a combination of all the above features.<sup>10</sup> However, ongoing campaigns demonstrate that the strongest attractors for constructing a fortified settlement on Velebit were the vicinity of a mountain pass, the sediment surface (sinkholes, dolines), and the occurrence of water springs.

In scientific archaeological literature, it is stated of almost all studied sites that they offered "an excellent view", which in most cases represents a subjective experience of the viewer and a subjective feeling towards the excavated site. Such conclusions are mostly a result of the scholar's impression gained on the ba-

9 U analizu su uvršteni lokaliteti prethodno poznati iz radova M. GLAVIČIĆ, 1995/1996. i M. GLAVIČIĆ, 2001. Na primorskoj padini Velebita u istraživanje su uključeni i lokaliteti otkriveni terenskim rekognosciranjem i zračnim snimanjem provedenim u ožujku 2012. godine (V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013, 19-25), te zračnim snimanjem provedenim u studenom 2012. godine u suradnji s prof. dr. sc. Borisom Olujićem.

10 D. WHEATLEY, M. GILLINGS, 2000, 2.

9 The analysis included sites previously known from M. Glavičić's papers: M. GLAVIČIĆ, 1995/1996. and M. GLAVIČIĆ, 2001. Research on Velebit's coastal slope also included sites uncovered in the course of field prospecting and aerial photographing conducted in March 2012 (V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013, 19-25), as well as aerial photographing conducted in November 2012 in co-operation with Professor Boris Olujić.

10 D. WHEATLEY, M. GILLINGS, 2000, 2.

rentno dokazuje vizualna komunikacija lokaliteta na određenom prostoru.

Kao i mnogi termini u arheologiji, i vidljivost ima više značenja.<sup>11</sup> Primjerice, moguće je reći da je vidljivost s gradine, odnosno pogled, odličan za kontrolu plovidbenih putova i kopnenih komunikacija. Isto tako kažemo i da je neki lokalitet dobro vidljiv – u smislu da se dobro vidi na tlu i da nije obrastao vegetacijom. Značenje vidljivosti uistinu jest višestruko. S pomoću osjetila vida moguće je stjecanje informacija o strukturi prostora, o obliku, boji, veličini i udaljenosti.<sup>12</sup> Za razliku od nekih drugih komponenti krajolika kao što su na primjer mirisi i zvukovi, vizualni obrasci uglavnom ostaju nepromijenjeni.<sup>13</sup>

Važno je naglasiti da je analizom vidljivosti potrebno obuhvatiti kognitivno perceptivne aspekte pogleda. Naime, pogledi s arheoloških tvorevina imaju specifičan sadržaj koji se sastoji od različitih informacija o svijetu kojim su lokaliteti okruženi. Informacije dobivene iz specifičnih obrazaca strukturiranja krajolika omogućavale su organiziranje svakodnevnih aktivnosti nekadašnjih stanovnika Velebita i funkcioniranje zajednice. Stoga su u ovom radu primjenom statističkih metoda analizirani obrasci vidljivosti da bi se utvrdilo kako lokaliteti funkcioniraju u strukturiranom sustavu vidljivosti.

Iz suvremene perspektive vrlo je teško proučavati prošle krajolike jer nam nedostaju neki ključni podatci o okolišu koji su tada mogli utjecati na vidljivost. Ne postoje studije o rasporedu šuma na Velebitu u prapovijesnom razdoblju. Ono što možemo proučavati jest odnos lokaliteta prema osnovnim oblicima reljefa, što Tilley naziva “kostima zemlje” i što je u osnovi ostalo nepromijenjeno: brda, stijene, doline, vrtače, kose i sl.<sup>14</sup> U ovom istraživanju su stoga svi lokaliteti uzeti u obzir jer su tijekom željeznog doba fizički postojali u krajoliku i, iako možda nisu funkcionirali istodobno, činili su njegov integralni dio.

sis of the view from a hillfort, or of studying a topographic map or *Google Earth*. In addition, as a rule, the visual control of certain trade routes, harbours, sea traffic and the like is assumed. However, the mentioned methods of study do not represent a viewshed study which accurately and transparently confirms the visual communication of sites in a certain area.

Like many terms in archaeology, visibility and view have several meanings.<sup>11</sup> For example, it is possible to say that the viewshed from a hillfort is excellent for the control of maritime and mainland communication routes. At the same time, a site is said to have good visibility in the sense that it is clearly visible on the ground and not covered with vegetation. Visibility indeed has multiple meanings. Vision enables the gaining of information about the structure of an area, about form, colour, size and distance.<sup>12</sup> Unlike certain other components of landscape, such as smell and sound, visual patterns mostly remain unchanged.<sup>13</sup>

It is important to point out that a viewshed analysis needs to encompass the cognitive-perceptive aspects of a view. Namely, views from archaeological structures have a specific content consisting of different information about the world surrounding the sites. Information gained from specific patterns of landscape structuring enabled the everyday activities of Velebit's past inhabitants to be organised and for the community to function. Therefore, in this paper statistical methods were applied to analyse viewshed patterns in order to determine the way the sites operate in a structured viewshed system.

From a modern perspective, it is very hard to study past landscapes because we lack certain key information about the environment which in the past may have influenced the viewshed. There are no studies of forest distribution on Velebit in the prehistoric period. However, what can be studied is the relationship of sites towards the main forms of relief, which Tilley calls the “bones of the land”, and which have basically remained unchanged: hills, rocks, valleys, sinkholes, spurs, etc.<sup>14</sup> Therefore, in this research all sites were considered, as during the Iron Age they physically existed in the landscape, and although they might not have had a contemporaneous function, they constituted an integral part of it.

11 Više: D. WHEATLEY, M. GILLINGS, 2000, 2.

12 Više: D. D. HOFFMAN, 1998.

13 M. LLOBERA, 2007, 52-53.

14 C. TILLEY, 1994, 73.

11 For more, see: D. WHEATLEY, M. GILLINGS, 2000, 2.

12 For more, see: D. D. HOFFMAN, 1998.

13 M. LLOBERA, 2007, 52-53.

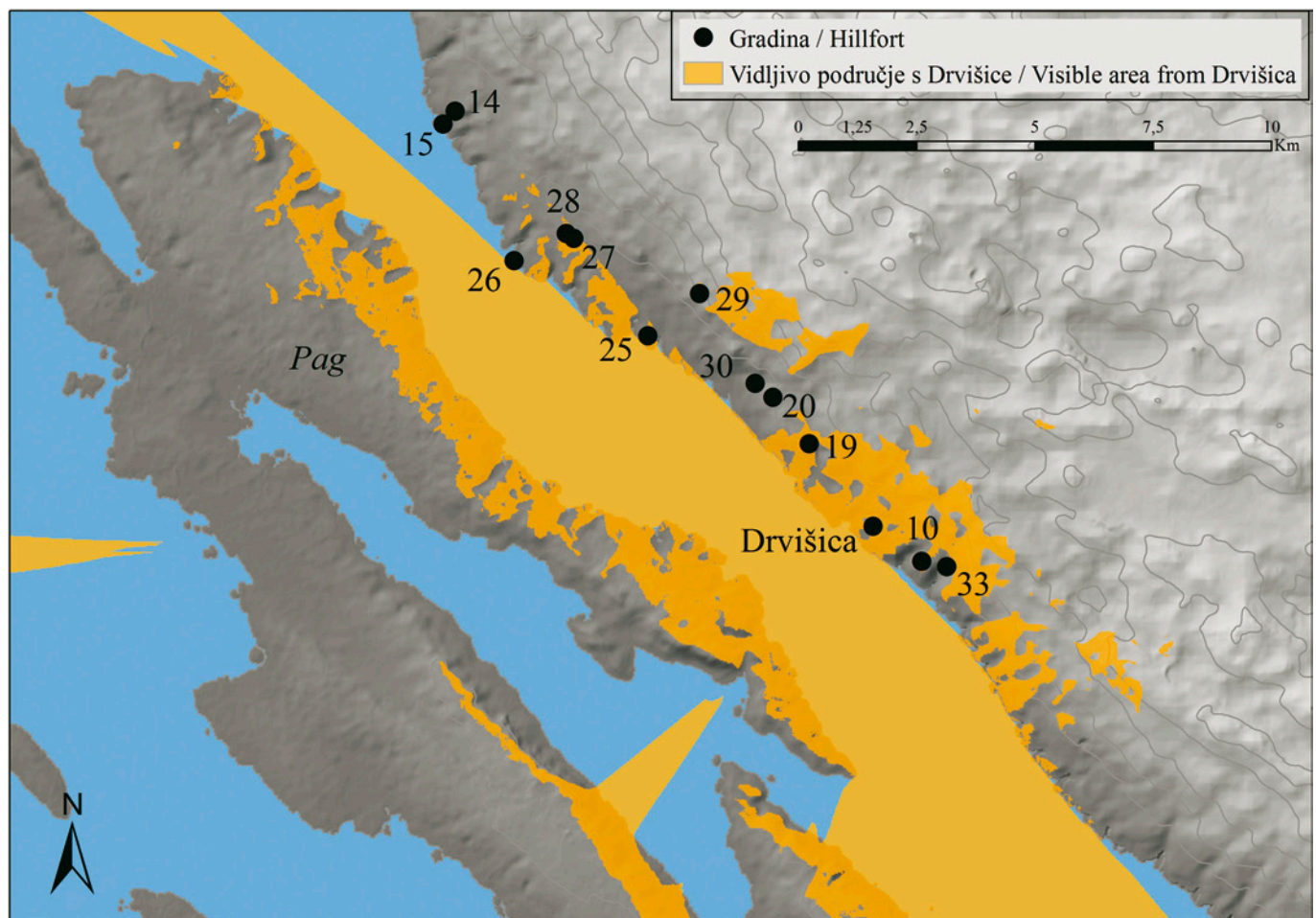
14 C. TILLEY, 1994, 73.

## VIEWSHED ANALIZA

Za analizu vidljivosti (*viewshed analysis*) potrebno je imati digitalni model visina (DMV) dobiven interpolacijom visinskih mjera skupa točaka na terenu, zatim točku ili više točaka koje će predstavljati stajalište koje predstavlja mjesto promatranja iz kojeg se računa *viewshed*. Ta točka se pohranjuje u GIS-u u obliku vektorskog podatka ili rasterskoga grida. Izlazni rezultat GIS-ova izračuna čini raster karta koja prikazuje vidljivost s određene lokacije. Karta je sačinjena na način da je svaka ćelija između promatrača i svake sljedeće ćelije u rasteru interpolirana pozitivnim ili negativnim podatkom (Karta 1). Dakle, iz toga proizlazi rezultat u obliku binarne slikovne karte gdje vidljive ćelije koje se vide sa stajališta imaju vrijednost 1, a one koje se ne vide s točke gledišta, 0. Procedura koju GIS koristi za dobivanje

## VIEWSHED ANALYSIS

A viewshed analysis uses a Digital Elevation Model (DEM) obtained by interpolating elevation values based on a group of points in the field, and a point or a multitude of points determined as a viewpoint cell, representing the point of observation from which the viewshed is calculated. The GIS stores this point in the form of vector data or a raster grid. The output result of the GIS calculation is a raster map showing the viewshed from a certain location. The map is created by interpolating each cell between the viewer and every following cell in a raster based on a positive or negative data (Map 1). From this, the result is derived in the form of a binary map, where cells visible from the viewpoint have a value of 1, and those not visible from the viewpoint have a value of 0. To obtain this result, the GIS applies the



KARTA 1. / MAP 1.

Vidljivo područje s gradine Drvišica.

*Viewshed area from the Drvišica hillfort.*

ovoga rezultat jest *Line-Of-Sight* (LOS),<sup>15</sup> gdje je iscrtana linija između promatrača i svih ćelija DMV-a. Ako neka prepreka onemogućuje pogled, pojedina ćelija se nalazi izvan vidokruga (*out-of-sight*), a u suprotnom je vidljiva (*in-sight*). Izlazni rezultat čini raster karta sačinjena na način da je svaka ćelija između točke promatranja i svake sljedeće ćelije u rasteru interpolirana pozitivnim ili negativnim podatkom (1 ili 0).

Osim prethodno opisane procedure kojom se omogućuje proučavanje vidljivosti s pojedinog lokaliteta (*viewshed analysis*), analiza kumulativne vidljivosti (*cumulative viewshed*) može poslužiti za donošenje zaključaka o odnosima između mjesta povezanih mrežom vidljivosti unutar krajolika i o pokrivenosti pogledom čitavog područja istraživanja. Da bi se dobio odgovor na pitanje koliko je, npr. određena zajednica vizualno kontrolirala svoj teritorij, potrebno je izračunati vidljivost sa svakoga pojedinog lokaliteta. Konačnim zbrojem svih rezultata dobiva se karta kumulativne vidljivosti. Na ovaj način može se uvidjeti i postojanje nekih mjesta koja nisu bila u vizualnoj komunikaciji niti s jednim od lokaliteta, što dakako ne znači da nisu potpadala pod kontrolu nekih od njih.

No za izradu studije vidljivosti nije dovoljno samo izračunati vidljivost kako je prethodno opisano i prihvatiti je kao takvu. Naime, treba vidjeti je li lokacija nekoga naselja ili neke druge prostorne značajke uvjetovana dobrom vidljivošću ili se to dogodilo sasvim slučajno te kakav je sadržaj pojedinog pogleda.

## RAČUNALNI IZRAČUN I STVARNOST

Prethodno opisanom procedurom dobije se raster karta koja prikazuje sva područja na digitalnom modelu reljefa koja su vidljiva s određene lokacije. To je uistinu korisno za izrade modela vizualne komunikacije. Isto tako može navesti i na pogrešne zaključke. Ako nema prepreke na digitalnom modelu reljefa između promatrača i neke lokacije udaljene npr. 300 km, GIS će i tu lokaciju prikazati vidljivom, iako je u stvarnosti to nemoguće vidjeti okom.

Različiti čimbenici utječu na pogled koji promatrač ima s određene lokacije. Ti čimbenici se kreću u rasponu od različitih atmosferskih uvjeta ili uvjeta osvjetljenja, oštine vida promatrača te kognitivnog stanja promatrača, no općenito se razvrstavaju u tri kategorije:

line of sight (LOS)<sup>15</sup> procedure, i.e. drawing a line between the viewer and all DEM cells. If an obstacle blocks the view, individual cells are out of sight, and if there are no obstacles blocking the view, they are in sight. The output result is a raster map created by interpolating each cell between the viewpoint and every following cell in a raster based on a positive or negative datum (1 or 0).

Apart from the previously described procedure enabling viewshed analyses from individual sites, cumulative viewshed analyses can be used to reach conclusions about the correlations between positions linked by a viewshed grid within a landscape and the viewshed coverage of the entire studied area. To obtain an answer concerning the extent to which, for example, a certain community visually controlled its territory, it is necessary to calculate the viewshed from each individual site. From the eventual sum of all the results, a cumulative viewshed map is derived. In this way, it is possible to point to certain spots which were not in visual communication with any of the sites, which, of course, does not necessarily imply that they were not controlled by any of them.

However, to obtain a viewshed study it is not enough to solely calculate the viewshed as previously described and to accept it as such. It is also necessary to see whether the location of a settlement or other environmental element is the result of a favourable viewshed or whether it was selected merely by chance, and what the content of an individual view is.

## CALCULATED VALUES AND REALITY

In the previously described procedure, a raster map is obtained showing all the areas visible from a certain site in a digital relief model. This is certainly useful for creating visual communication models. However, it can at the same time also lead to false conclusions. If in the digital relief model there are no obstacles between the viewer and a site which is, for example, 300 km away, the GIS will show the site as visible, although in reality it is impossible to see it with the naked eye.

The viewshed from a vantage point is influenced by various factors. These factors range from various atmospheric or lighting conditions, the clarity of the viewer's vision, and the viewer's cognitive state, but generally they are divided into three categories:

15 L. DE FLORIANI, P. MARZANO, E. PUPPO, 1994, 329-342.

15 L. DE FLORIANI, P. MARZANO, E. PUPPO, 1994, 329-342.



1. psihofizičke granice ljudskog vida,
2. ograničenja okoliša,
3. svojstva objekta promatranja i njegovog okruženja.<sup>16</sup>

Psihofizičke granice ljudskog vida te oštrina vida pojedinca jedan su od najrelevantnijih čimbenika za identificiranje udaljenog objekta u krajoliku.<sup>17</sup> Na temelju empirijskih zaključaka i eksperimenta s više različitih promatrača na terenu, spoznali smo da se objekt može vrlo dobro razaznati na udaljenosti do 1 km. Nakon toga vidljivost opada. Primjerice, brod na moru je vidljiv i do 5 km, iako se ne može raspoznati vrsta broda. Gradina je dobro vidljiva na udaljenosti do 5 km, ali se ne razaznaju ljudi koji se na njoj nalaze. S druge strane dim može biti vidljiv i na udaljenosti većoj od 15 km.

Osim psihofizičkih ograničenja ljudskog oka, brojni su čimbenici okoliša koji utječu na vidljivost, a mogu biti inducirani djelovanjem čovjeka i/ili prirode. Na prvom mjestu treba istaknuti svjetlosne uvjete i refleksiju svjetla od objekta i okoline te atmosfersko odumiranje odnosno, degradaciju vidljivosti u odnosu na udaljenost, uzrokovanu rasipanjem svjetlosti.<sup>18</sup> U ovu kategoriju spadaju također i dim i prašina koji mogu biti posljedica ljudskog djelovanja ili prirodnog fenomena, zatim magla, kiša, pijesak (pješčana oluja), rojevi kukaca i sl. Svi ovi čimbenici negativno utječu na vidljivost.<sup>19</sup>

Treći čimbenik koji utječe na vidljivost su svojstva objekta i njegove okolice. Najznačajniji čimbenik je veličina promatranog objekta. Manji objekt bit će slabije vidljiv na većoj udaljenosti od onoga velikog. Osim veličine, kontrast boja također utječe na vidljivost. Crveni objekti vidljiviji su na većim udaljenostima kao posljedica Rayleighova raspršenja. Iako su današnji lokaliteti na Velebitu u prošlosti vjerojatno imali malo kontrasta bojom od okoline (jer su bili izgrađeni od materijala pronađenih u okolici), pojedine strukture koje su ih činile (terase, bedemi i sl.) mogle su olakšavati njihovo razaznavanje u krajoliku.<sup>20</sup>

1. the psychophysical limitations of human vision;
2. the restrictions of the surroundings;
3. the characteristics of the viewed structure and its surroundings.<sup>16</sup>

The psychophysical limitations of human vision and the individual's clarity of vision are among the most relevant factors in identifying a distant structure in the landscape.<sup>17</sup> Based on empirical conclusions and experiments with several viewers in the field, we realised that a structure can be very well recognised at a distance of up to 1 km. After that, visibility decreases. For example, a ship at sea is visible up to 5 km away, although the ship type cannot be identified. A hillfort is clearly visible at a distance of up to 5 km, but the people in it cannot be recognised. On the other hand, smoke can be visible at a distance of more than 15 km.

Apart from the psychophysical restrictions of the human eye, numerous environmental factors influence the viewshed, and can be induced by man's and/or nature's activity. Light conditions and the reflection of light from a structure or the environment, as well as atmospheric extinction, i.e. the degradation of visibility in relation to distance, caused by light scattering should be highlighted in this respect.<sup>18</sup> Smoke and dust, which can be a consequence of human activity or a natural phenomenon, as well as fog, rain, sand (sandstorms), swarms of insects, etc. also fall into this category. All these factors have a negative influence upon the viewshed.<sup>19</sup>

The third factor influencing the viewshed is the characteristics of a structure and its surroundings. The most significant factor is the size of the observed structure. A smaller structure will be less visible from a larger distance than a large one. Apart from the size, the contrast of colours also influences the viewshed. Red structures are visible at greater distances as a consequence of Rayleigh scattering. Although the colours of today's sites on Velebit in the past probably only slightly contrasted with the colours of the environment (because they were constructed of materials found in their surroundings), the individual structures constituting them (terraces, ramparts, etc.) might have made their identification in the landscape easier.<sup>20</sup>

16 D. E. OGBURN, 2006, 406-407; T. BEAULIEU, 2007, 1.

17 Više: T. BEAULIEU, 2007, 406.

18 D. E. OGBURN, 2006, 406-407.

19 T. BEAULIEU, 2007, 13.

20 D. E. OGBURN, 2006, 407.

16 D. E. OGBURN, 2006, 406-407; T. BEAULIEU, 2007, 1.

17 For more, see: T. BEAULIEU, 2007, 406.

18 D. E. OGBURN, 2006, 406-407.

19 T. BEAULIEU, 2007, 13.

20 D. E. OGBURN, 2006, 407.



## METODOLOGIJA

Analize vidljivosti i pogleda u ovom istraživanju napravljene su koristeći algoritme *ESRI ArcGIS 10.1* programa, a testirana su ukupno 34 željeznodobna lokaliteta. U svrhu analiza korišteni su digitalni model visina (DMV) s rezolucijom ćelije od 21 m,<sup>21</sup> te prostorni podaci lokaliteta koji predstavljaju mjesto iz kojeg se računaju pogledi. Budući da najviša točka lokaliteta nije uvijek i mjesto motrenja, na svakom lokalitetu je postavljeno nekoliko točaka na različitim pozicijama.<sup>22</sup> Visina promatranja (OFFSETA) određena je na 10 m u odnosu na površinu digitalnog modela visina i današnju razinu tla računajući u tu sumu visinu promatrača, vjerojatno postojanje neke arhitekture s koje se promatralo te potencijalnu pogrešku digitalnog modela nadmorskih visina. Budući da je u ovom istraživanju postavljeno više točaka promatranja na svakom pojedinom lokalitetu, ovaj proces je pojedinačno napravljen za svaku točku, nakon čega su svi rezultati zbrojeni. Na taj način je dobivena kumulativna vidljivost svakog nalazišta u obliku raster mreže gdje je u svakoj ćeliji pohranjen rezultat sa svih stajališta jednog lokaliteta. Za potrebe vizualizacije, *viewshed* dobiven na takav način je reklasificiran na vrijednosti 0 i 1 (Karta 1).

Nakon izračunate vidljivosti sa svakoga pojedinog lokaliteta, izrađen je i kumulativni *viewshed* čitavog područja istraživanja (Karte 2 i 3). U obzir za razmatranje uzete su različite varijable za koje pretpostavljamo da su bile od životnog značenja za čovjeka koji je živio na prostoru Velebita u prapovijesnom i povijesnom razdoblju. To su: površina vidljivog mora, broj ostalih vidljivih gradina i ograda, vidljive potencijalno ekonomski iskoristive površine, komunikacije i prijevoji.

## METHODOLOGY

The viewshed and view analyses in this study were based on *ESRI ArcGIS 10.1* programme algorithms. A total of 34 Iron Age sites were tested. For the purpose of the analyses, a Digital Elevation Model (DEM) with 21-m-cell resolution<sup>21</sup> was used together with the spatial data of sites representing points from which the viewsheds were calculated. Since the highest point of a site is not necessarily a vantage point, at each site several points were set in various positions.<sup>22</sup> The observation height (OFFSET) was determined at 10 metres in relation to the area of the digital elevation model and the present-day level of the land. The calculation included the height of the viewer, the probable existence of an architectural structure from which the viewing took place, and the potential error of the digital sea level height model. Since several viewpoints were set at each site as part of this study, the process was repeated for each individual point, after which all the results were calculated. In this way, the cumulative viewshed of each site was obtained in the form of a raster grid, whereby in each cell the results from all the viewpoints of a site were preserved. For the purpose of visualisation, the viewshed obtained in this way was reclassified to values 0 and 1 (Map 1).

After calculating the viewshed from every single site, a cumulative viewshed of the entire investigated area was generated (Maps 2 and 3). Various variables were considered that were presumably of crucial importance in the lives of the people in the Velebit region in the prehistoric and historic periods. These were: the area of visible sea; the number of other visible hillforts and enclosures; visible, potentially usable areas, communications and passes.

21 Digitalni model visina predstavlja matematički prikaz površine na osnovi velikog broja točaka s poznatim x, y i z koordinatama. Za potrebe ovoga istraživanja korišteni su podatci Državne geodetske uprave. Budući da su točke na pojedinim dijelovima bile dosta rijetko raspoređene, na mnogim područjima digitalizirane su izohipse s topografske karte TK 1:25000. Podatci dobiveni digitalizacijom topografskih podataka združeni su s podacima Državne geodetske uprave te je generiran digitalni model visina s rezolucijom ćelije od 21 m.

22 Broj točaka ovisio je o veličini lokaliteta. Što je lokalitet veći površinom, to je uzeto više točaka iz kojih se radila analiza vidljivosti. Najveći broj uzetih točaka jest osam.

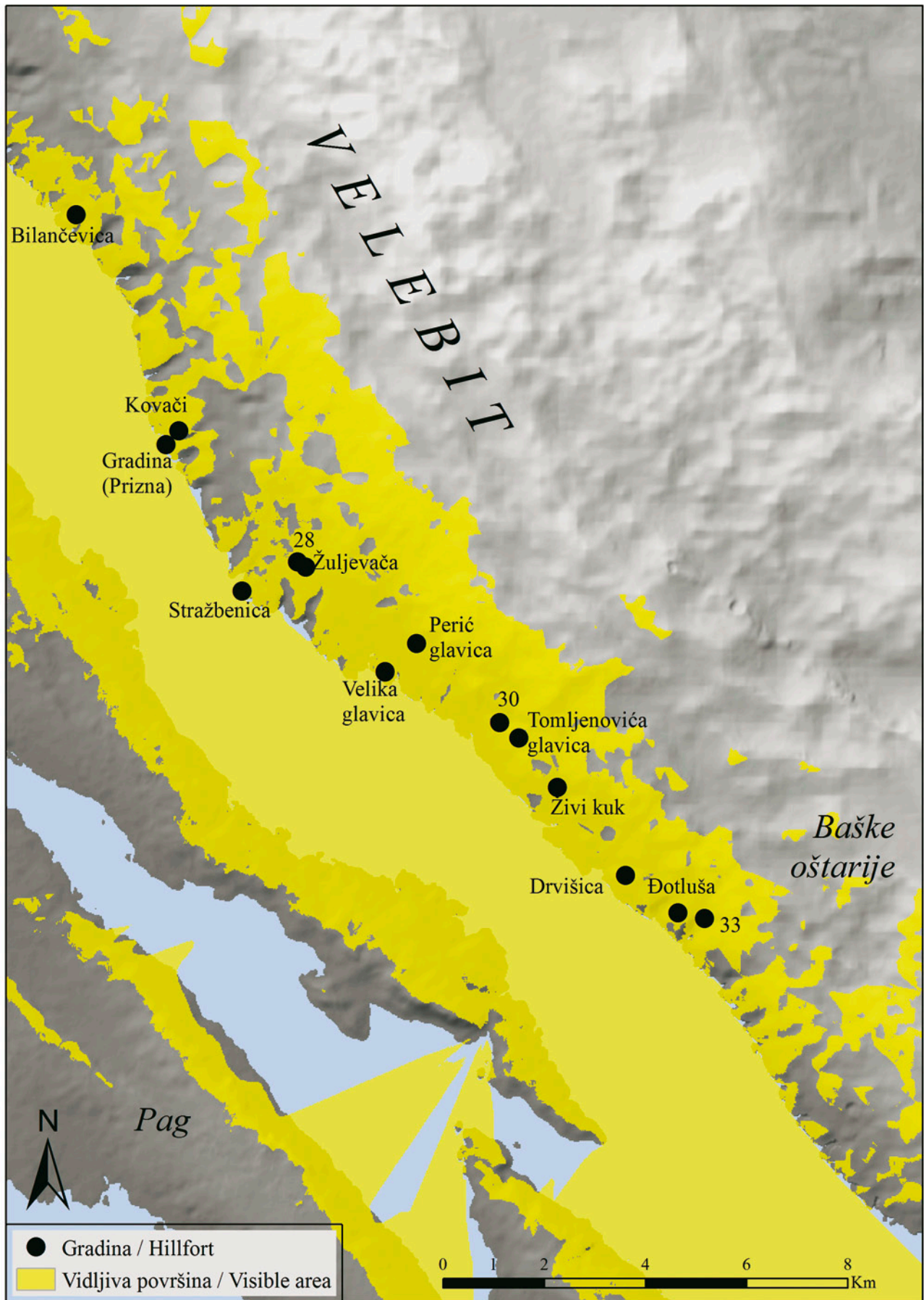
21 The Digital Elevation Model represents a mathematical presentation of the area based on a large number of points with known x, y and z co-ordinates. For the purpose of this study, State Geodetic Administration data were used. However, since in certain parts the points were rather sparsely distributed, in many areas isohypses from a TK 1:25,000 topographic map were digitalised. The data obtained through the digitalisation of the topographic data were merged with the State Geodetic Administration data, and a Digital Elevation Model with 21-m-resolution cells generated.

22 The number of points depended on the site size. The larger the site area, the more points were considered for the viewshed analysis. The largest number of points considered was 8.



KARTA 2. / MAP 2.

Kumulativna vidljivost (*cumulative viewshed*) s lokaliteta na prostoru Senja i Svetog Jurja.  
*Cumulative viewshed from sites in the Senj and Sveti Juraj area.*



KARTA 3. / MAP 3.

Kumulativna vidljivost (*cumulative viewshed*) s lokaliteta na prostoru Karlobaga.

*Cumulative viewshed from sites in the Karlobag area.*



## VARIJABLE I OBRASCI VIDLJIVOSTI

Umjesto da se fokusiramo samo na ono što se primarno vidi s određene lokacije, naglasak je stavljen na vidljivost pojedinih komponenti krajolika za koje pretpostavljamo da su bile značajne za odabir pojedine pozicije za naseljavanje te za izdizanje jedne od gradina u središnju. Stoga su analizirane vidljivosti mora, nadziranje ekonomskih površina, vidljivost komunikacija, lokvi i međusobna vidljivost gradina.

Iako je sasvim logično da svi lokaliteti smješteni na primorskom obronku Velebita imaju pogled na more, valja naglasiti da nemaju svi jednaku kvalitetu pogleda. U literaturi se tradicionalno kao prapovijesni centri na prostoru sjevernog i srednjeg Velebita navode gradine Kuk u Senju, Gradina u Svetom Jurju te Drvišica u Karlobagu.<sup>23</sup> Sve tri gradine se uistinu i nalaze na strateški značajnom položaju, podno planinskog prijevoja. S obzirom na to da su se u njihovoj neposrednoj blizini razvila i antička središta, vrlo je vjerojatno da su one bile i predrimski centri. No, jesu li ove pozicije ujedno imale i najbolju kontrolu plovidbe na širem okolnom, vjerojatno im pripadajućem teritoriju, kako se to obično i navodi za središnja naselja?

Nakon dobivenog pogleda sa svakoga lokaliteta, izračunata je površina mora unutar rezultiranog vidokruga. Dobiveni podaci podijeljeni su u tri kategorije prema algoritmima GIS-a i prikazani su na karti 4. U I. kategoriju spadaju gradine i ograde koje vide 190,1 km<sup>2</sup> površine, u II. lokaliteti koji imaju površinu vidljivosti od 190,1 do 386 km<sup>2</sup>, dok su u III. skupini oni od 386,000001 do 762,8 km<sup>2</sup> što je ujedno i najveća površina vidljivosti mora.

U skupinu s najboljom kontrolom mora spadaju četiri lokaliteta (Kat. br. 12, 7, 11, 22). Pritom najveću vidljivu površinu ima lokalitet Gradina iznad Smojverske drage (Kat. br. 12). Nasebinsku ulogu ovoga lokaliteta nije moguće čak ni pretpostaviti jer je lokalitet promjera samo 15 m i jedina arhitektonska struktura koju posjeduje je tanki ogradni zid debljine samo 1 m. Osnovna funkcija ovoga lokaliteta je vjerojatno jedino bilo motrenje krajolika.

Najveći broj lokaliteta – njih ukupno 23 ili 67,6% spadaju u II. skupinu. U ovu skupinu spadaju i pretpostavljeni prapovijesni centri Kuk (Kat. br. 17) i Gradina u Svetom Jurju (Kat. br. 24). Vrlo je zanimljiv podatak da Drvišica u Karlobagu (Kat. br. 9), zajedno s pet manjih lokaliteta na istom po-

## VISIBILITY VARIABLES AND PATTERNS

Instead of focusing only on what can primarily be seen from a certain site, the focus is on the viewshed of individual landscape components which we presume were significant in selecting a certain settlement position and for a hillfort settlement to turn into a central one. Therefore sea visibility, control of economic areas, communication visibility, pounds, and hillfort intervisibility were analysed.

Although it is entirely logical that all the sites located on Velebit's coastal slope have a viewshed of the sea, it should be pointed out that not all of them have the same viewshed quality. The literature traditionally mentions the following hillforts as prehistoric centres on the territory of northern and central Velebit: Kuk in Senj, Gradina in Sveti Juraj and Drvišica in Karlobag.<sup>23</sup> All three hillforts occupied strategically significant positions beneath mountain passes. Given that Classical Antiquity centres developed in their immediate vicinity, it is highly probable that they also represented pre-Roman centres. However, the question is whether these positions also possessed the best control of sea traffic in the wider surrounding area that might have belonged to them, as is usually the case with central settlements.

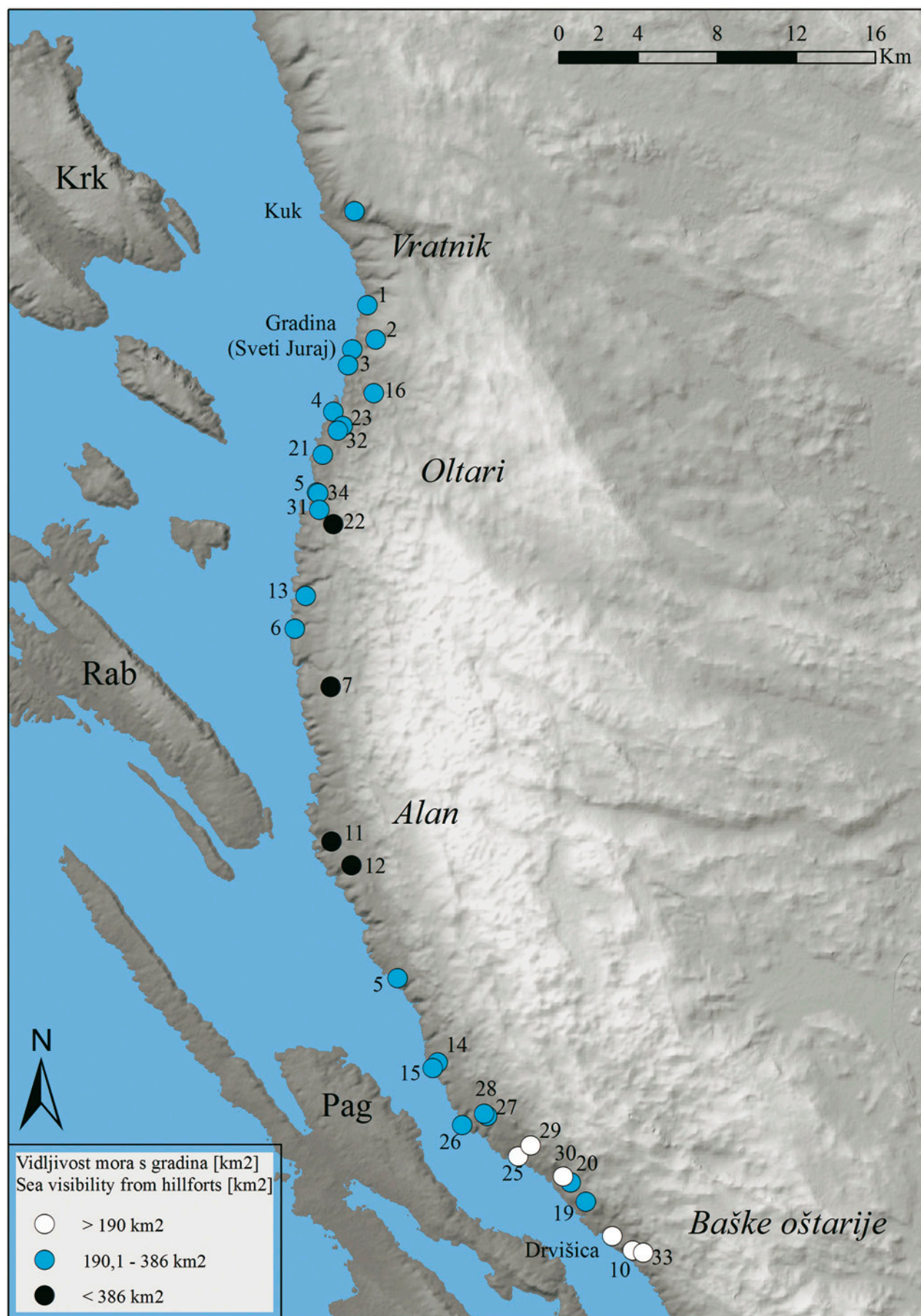
After having obtained the view from each site, the area of the sea within the resulting field of vision was calculated. The obtained data were divided into three categories based on GIS algorithms and are shown in Map 4. Hillforts and enclosures with a viewshed area of 190.1 km<sup>2</sup> were assigned to category I, sites with a viewshed area of 190.1 to 386 km<sup>2</sup> to category II, and those with a viewshed area from 386.000001 to 762.8 km<sup>2</sup> to category III, which is also the largest sea viewshed area.

Four sites (Cat. Nos. 12, 7, 11, 22) belong to the group with the best control of the sea. The hillfort site above Smojverska Draga (Cat. No. 12) had the largest viewshed area. However, it is not possible to assume a settlement role for the site, as its diameter is only 15 m, and its single architectural structure is a thin, 1-metre-thick wall. The basic function of the site was probably only landscape monitoring.

The largest number of sites – 22 in total, which is 67.6 %, belong to group II. The assumed prehistoric centres of Kuk (Cat. No. 17) and Gradina in Sveti Juraj (Cat. No. 24) also belong to this group. However, the fact that Drvišica in Karlobag (Cat. No. 9),

23 M. ZANINOVIĆ, 1984, 29-40; M. GLAVIČIĆ, 1995/1996, 47-49; M. GLAVIČIĆ, 2001, 207-209.

23 M. ZANINOVIĆ, 1984, 29-40; M. GLAVIČIĆ, 1995/1996, 47-49; M. GLAVIČIĆ, 2001, 207-209.



KARTA 4. / MAP 4.

Lokaliteti s obzirom na površinu vidljivog mora.

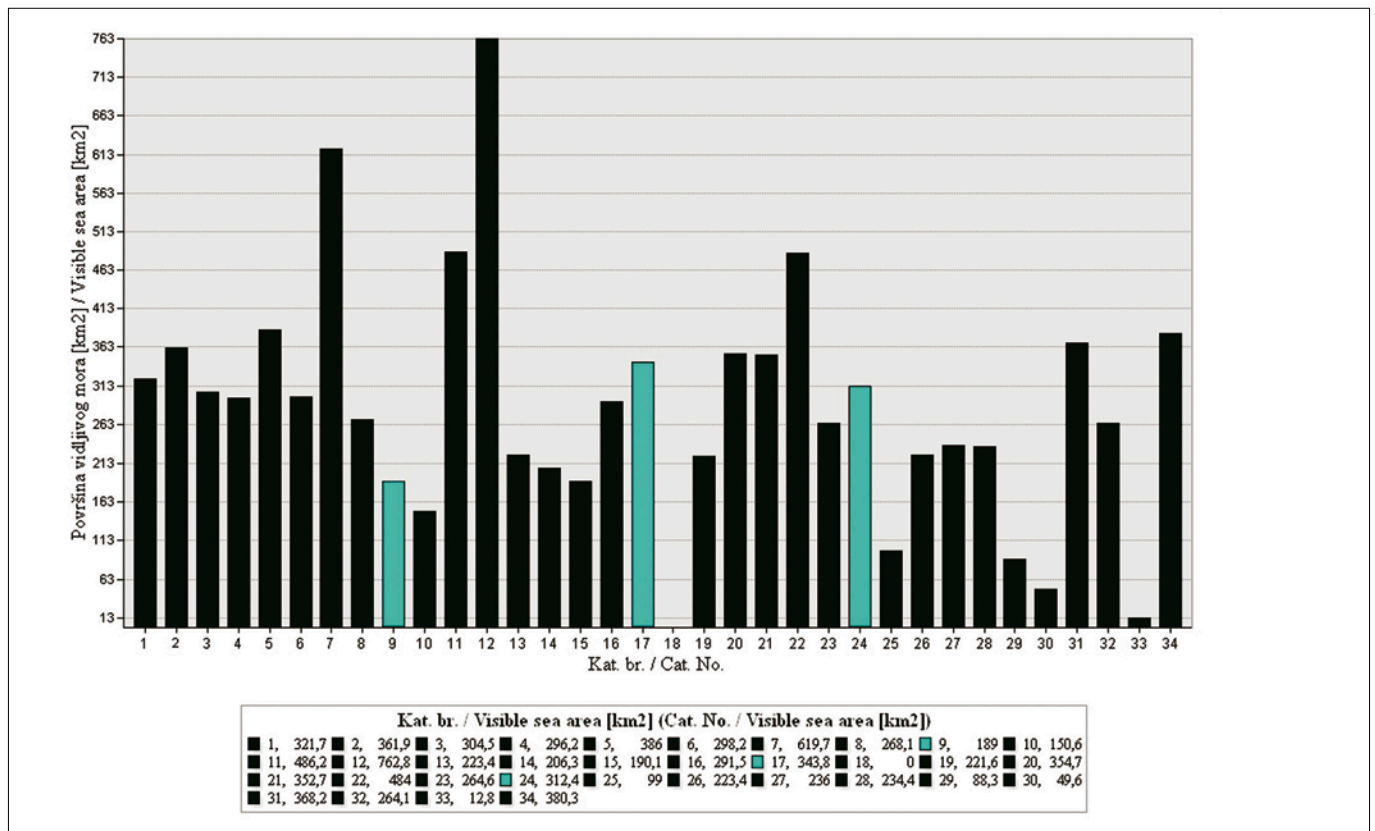
Sites according to visible sea area.

dručju spada u III. skupinu. Ovakav obrazac mogli bismo pripisati i rasporedu otoka. Naime, otok Pag je smješten znatno bliže kopnu, odnosno prostoru današnjega Karlobaga nego što su to otoci Rab i Krk na sjevernijem dijelu proučavanog teritorija. Ako promotrimo površinu vidljivosti mora ovih pretpostavljenih centara s obzirom na obližnje gradine, uviđamo da još uvijek postoje obližnje lokacije s kojih se vidi mnogo bolje negoli sa spomenutih hipotetskih centara. Dakle, iako hipotetska središnja naselja nadziru pripadajuće im luke, za središnje naselje neke zajednice na Velebitu nije najznačajnije da nadgleda more i plovidbu podvelebitskim kanalom (Grafikon 1). Za tu svrhu služe satelitske gradine i ograde.

U blizini Kuka (Kat. br. 17) za sada nisu pronađene lokacije s tragovima prapovijesne prisutnosti čovjeka. S 343,8 km<sup>2</sup> vidljive površine, Kuk se nalazi u drugoj skupini izračunatih pogleda. Kuk ima nešto manji pogled na more zbog svojega uvučenog položaja čemu je osnovni razlog, kako će se kasnije vidjeti, kontrola puta prema prijevoju Vratnik.

along with five minor sites in the same area, belong to group III is very interesting. Such a pattern may well be attributable to the arrangement of the islands. Namely, the island of Pag is situated much closer to the mainland and the area of present-day Karlobag than the islands of Rab and Krk are in the northern part of the studied territory. However, if we observe the sea viewshed area of the assumed centres in terms of the nearby hillforts, we realise that there are still nearby sites from which the viewshed is much better than from the mentioned hypothetical centres. Thus, although the hypothetical central settlements control their appertaining ports, for a central settlement of a Velebit community it was not the most important thing to control the sea and sea traffic in the sub-Velebit channel (Graph 1). Satellite hillforts and enclosures served this purpose.

In the vicinity of Kuk (Cat. No. 17), for the time being no sites with traces of prehistoric human presence have been found. With 343.8 km<sup>2</sup> of viewshed area, Kuk falls into the second group of calculated viewsheds. Kuk has a somewhat smaller viewshed of the sea due to its indented position, the main reason for this being, as will be seen later, the control of the passage towards the Vratnik Pass.



GRAFIKON I. / GRAPH I.

Odnos lokaliteta s obzirom na površinu vidljivog mora.

*Correlation of sites according to visible sea area.*

Gradina u Svetom Jurju (Kat. br. 24) u svojoj neposrednoj blizini također ima nekoliko lokacija s kojih je kontrola mora znatno bolja. To su Samograd (Kat. br. 2), Brinovača (Kat. br. 21) i Torina (Kat. br. 1). Isti obrazac pokazuje se i kod gradine Drvišica (Kat. br. 9). Znatno bolje lokacije za nadzor plovidbenih putova imaju Žuljevača (Kat. br. 27) i Živi kuk (Kat. br. 19).

Iako sva tri pretpostavljena lokaliteta nadziru pripadajuće im luke, potrebno je naglasiti da postoje druge lokacije s kojih je nadzor plovidbe bio znatno bolji. Dakako, to ne znači da se s ovih lokacija nije mogla nadzirati plovidba, već se rezultatom žele egzaktno pokazati mogućnosti nadzora svake od njih.

Unatoč bogatoj te divljoj flori i fauni s brojnim endemskim vrstama,<sup>24</sup> uzgoj poljoprivrednih kultura na prostoru Velebita bio je znatno otežan. Vinova loza i masline mogle su se uzgajati na nekim, od bure zaštićenijim mjestima. No, uzgoj ostalih kultura bio je znatno otežan i nije mogao biti dostatan za prehranu stanovništva. Zbog izrazito krškoga karaktera primorske padine te oštih zima i suhih ljeta koja oskudijevaju vodom, stanovništvo je bilo orijentirano na stočarstvo koje se odvijalo periodičkom selidbom po planini.<sup>25</sup> Transhumantno stočarstvo na Velebitu se održalo sve do sredine 20. stoljeća. Zime su stanovnici primorske padine Velebita provodili u priobalju, a ciklus kretanja prema kvalitetnijim pašnjacima na višoj nadmorskoj visini započinjao je u proljetnom periodu kada se trava na primorskoj padini počinje sušiti.<sup>26</sup> Zbog svojih geomorfoloških karakteristika primorska padina je znatno pogodnija za uzgoj stoke sitnog zuba (koze i ovce). Budući da taj tip stoke može pasti i na terenima koji ne obiluju pašnjacima, pretpostavljamo da je nadziranje takvih površina moralo biti značajno. Da bi se izračunala vidljivost potencijalnih ekonomski iskoristivih površina, bilo je potrebno na digitalnom modelu izdvojiti takve površine. Budući da ne posjedujemo pedološke karte istraživanog prostora, površinama koje su se mogle ekonomski iskorištavati pristupili smo hipotetski na osnovi geomorfoloških karakteristika terena. Ekonomski iskoristive površine mogle su biti na nagibu do 30° što je prirodna granica stijena ili sipara.<sup>27</sup> U tom smislu, pod ovim površinama podrazumijevamo predjele koji su se mogli koristiti za ispašu, za izgradnju terasa, iskorištavanje šuma i slično. Neposredno prije anali-

Gradina in Sveti Juraj (Cat. No. 24) also has several sites in its direct vicinity with significantly better control of the sea. These are Samograd (Cat. No. 2), Brinovača (Cat. No. 21) and Torina (Cat. No. 1). The same pattern is also visible at the Drvišica hillfort (Cat. No. 9). Žuljevača (Cat. No. 27) and Živi Kuk (Cat. No. 19) have much better positions for monitoring navigation routes.

Although all three assumed sites have control over their respective ports, it needs to be pointed out that there are other sites with much better control over sea traffic. Naturally, this does not necessarily imply that it was not possible to control sea traffic from these locations. The result aims rather to show the possibilities of control for each of them.

Despite the rich and wild flora and fauna and numerous endemic species,<sup>24</sup> agricultural cultivation in the Velebit region was extraordinarily difficult. The cultivation of grapevines and olives was only possible in certain places which were better protected from the bora wind. The cultivation of other crops was extraordinarily hard and was not sufficient to support the local population. Due to the extraordinary karst character of the coastal slope, the harsh winters and dry summers, and the shortage of water, the population was oriented towards raising livestock, which involved periodic migrations over the mountains.<sup>25</sup> Transhumant livestock breeding continued to exist on Velebit up until the middle of the 20<sup>th</sup> century. The population of Velebit's coastal slope spent the winter on the coastal land, and the cycle of migrations towards pasture of a higher quality at a higher altitude began in the spring period, when the grass on the coastal slope started to dry.<sup>26</sup> Due to its geomorphological characteristics, the coastal slope is much more favourable for raising small livestock (goats and sheep). Since this sort of livestock can also graze in areas which do not have pasture in abundance, presumably it must have been important to monitor such areas. In order to calculate the viewshed of potential economically utilisable areas, it was necessary to arrange such areas in a digital model. Since we have no pedological maps of the studied area, we applied a hypothetical approach to areas that could have been economically used based on the geomorphological characteristics of the area. Economically usable areas could have had an inclination of up to 30°, which is the natural boundary of rocks or talus.<sup>27</sup> By such ar-

24 S. FORENBACHER, 1990.

25 S. FORENBAHER, 2011, 113-121.

26 S. FORENBAHER, 2011, 115.

27 R. DIKAU, S. RASEMANN, J. SCHMIDT, 2004, 520.

24 S. FORENBAHER, 1990.

25 S. FORENBAHER, 2011, 113-121.

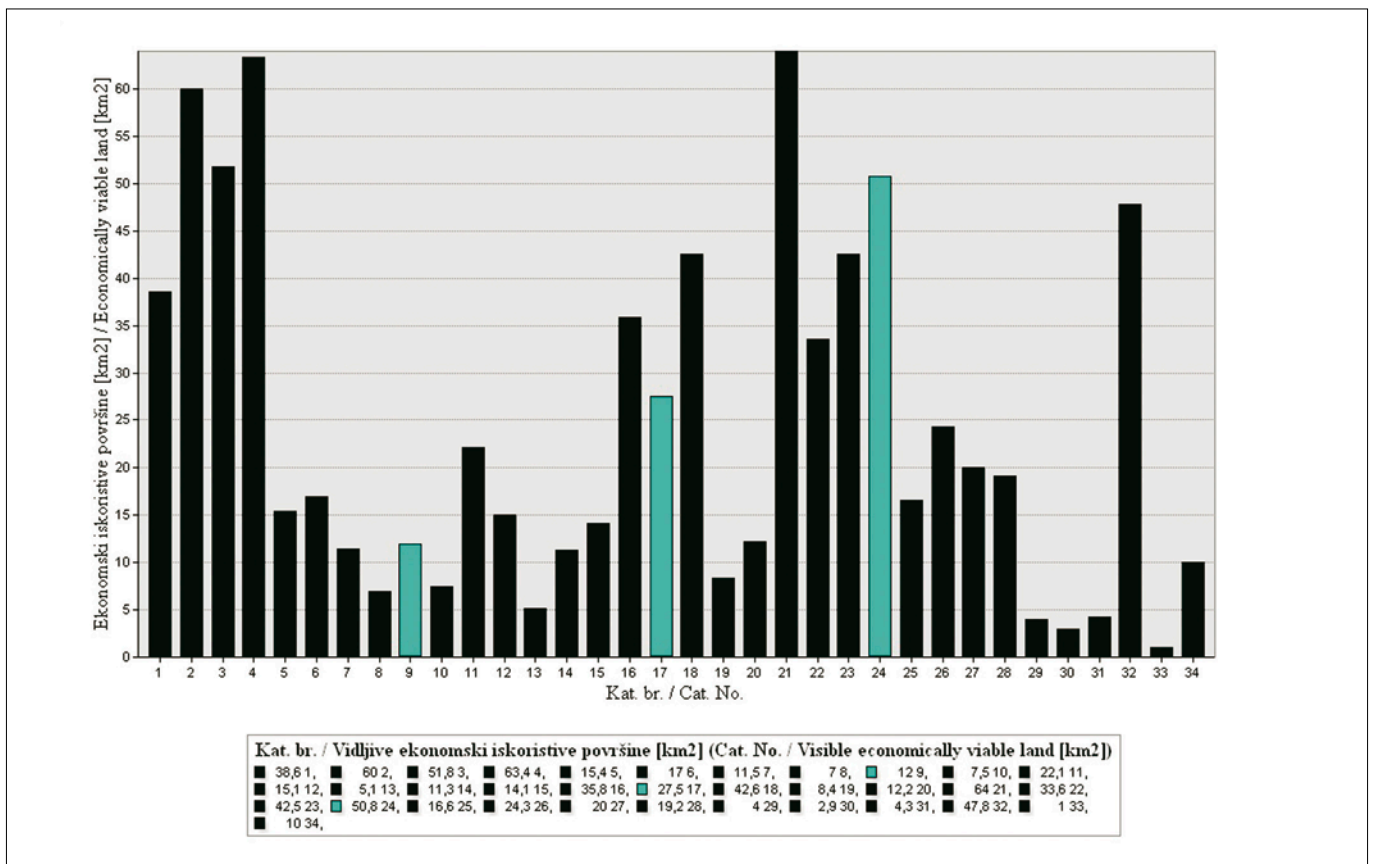
26 S. FORENBAHER, 2011, 115.

27 R. DIKAU, S. RASEMANN, J. SCHMIDT, 2004, 520.



ze reklasificiran je nagib digitalnog modela Velebita te su izdvojene površine do 30° nagiba (Karta 5), a potom je izračunata površina vidljivosti hipotetskih ekonomski iskoristivih površina. Vidljivost s razmatranih gradina i ograda ponovno je podijeljena u tri kategorije (Karta 5; Grafikon 2). U I. skupinu ulaze lokaliteti koje vide do 20 km<sup>2</sup> ekonomski iskoristive površine, u II. one koje vide od 20,01 do 42,5 km<sup>2</sup>, dok u III. kategoriju spadaju one koje vide od 42,501 do 64 km<sup>2</sup>. Rezultati analize pokazuju da ukupno dvadeset lokaliteta spada u I. skupinu vidljivosti s do 20 km<sup>2</sup> ekonomski iskoristive površine. U tu skupinu spada i lokalitet Drvišica (Kat. br. 9) s ukupno 12 km<sup>2</sup> ekonomski iskoristivih površina. Lokalitet Kuk (Kat. br. 17) zajedno s još šest drugih lokaliteta, spada u II. skupinu s vidljivim ekonomski iskoristivim površinama od 20,01 do 42,5 km<sup>2</sup>. U III. skupini nalazi se Gradina u Svetom Jurju zajedno s još šest drugih lokaliteta.

we understand those which could have been used for grazing, building terraces, forest exploitation, and the like. Immediately before the analysis, the inclination of the digital model of Velebit was reclassified, and surfaces with an inclination of up to 30° (Map 5) isolated. After this, the viewshed area of hypothetically economically usable areas was calculated. The viewshed from the studied hillforts and enclosures was again divided into three categories (Map 5; Graph 2). Sites with a viewshed of up to 20 km<sup>2</sup> of economically usable surface area were assigned to group I, those with a viewshed of between 20.01 and 42.5 km<sup>2</sup> to group II, while viewsheds from 42.501 to 64 km<sup>2</sup> belong to category III. The results of the analysis demonstrate that a total of 20 sites belong to visibility group I with an economically usable area of up to 20 km<sup>2</sup>. The Drvišica site (Cat. No. 9), with an economically usable area totalling 12 km<sup>2</sup>, is also part of this group. The Kuk site (Cat. No. 17) and 6 other sites belongs to group II with visible economically usable areas of 20.01 to 42.5 km<sup>2</sup>. Gradina in Sveti Juraj and 6 other sites belong to group III.



GRAFIKON 2. / GRAPH 2.

Odnos lokaliteta s obzirom na vidljive ekonomski iskoristive površine.

*Correlation of sites according to visible economically usable areas.*



KARTA 5. / MAP 5.

Lokaliteti s obzirom na vidljive ekonomski iskoristive površine.

Sites according to visible economically usable areas.

Sve gradine s prostora današnje Općine Karlobag, osim lokaliteta Stražbenica (Kat. br. 26), ulaze u I. skupinu vidljivosti ekonomski iskoristivih površina. Osnovni uzrok tome nisu lošije pozicije lokaliteta na području Karlobaga u odnosu na ostale podvelebitske lokalitete, već razlog leži u geomorfološkom izgledu planine čiji se kukovi na prostoru srednjeg Velebita znatno više približavaju obali nego što je to na sjevernijim predjelima. Zbog takvog izgleda Velebita na ovom dijelu ima manje ekonomski iskoristivih površina.

Promotrimo li vidljivost s drugih lokaliteta, ponovno se pojavljuje isti obrazac u kojem pretpostavljena središnja naselja nemaju najbolju vidljivost u svojoj skupini. Lokaliteti na području današnjega Svetog Jurja – Brinovača (Kat. br. 21), Čelinka (Kat. br. 4), Samograd (Kat. br. 2) i Jablanova (Kat. br. 3) prednjače veličinom pogleda nad susjednom im Gradinom (Kat. br. 24). Isti obrazac je i na prostoru Karlobaga. Žuljevača (Kat. br. 27, 28), Velika glavica (Kat. br. 25) i Tomljenovića glavica (Kat. br. 20) imaju znatno veći vidokrug i nadzor nad iskoristivim površinama nego pretpostavljeni centar Drvišica.

Obrazac razmještaja željeznodobnih lokaliteta podno Velebita pokazuje njihovu gušću koncentraciju podno prijevoja. Prijevoji su očigledno bili najjači atraktori za izgradnju naselja. Pitamo se koliko su gradine zapravo kontrolirale prijevoje. Da bismo dobili odgovor na ovo pitanje, provedena je analiza kumulativnih pogleda čitavog područja istraživanja. Na kartama 2 i 3 uočava se da je podvelebitski kanal iznimno dobro kontroliran. Dakle, prijevoju se s morske strane prilazilo iz luka i nitko nije mogao neopaženo proći tim putom. S druge strane, primjerice Senjska draga kojom je išla komunikacija preko Vratnika prema unutrašnjosti,<sup>28</sup> prema dosadašnjem obrascu vidljivosti nije u potpunosti pokrivena pogledom. Početak ove komunikacije nadgledan je s gradine Kuk u današnjem Senju, dok je izlazak na Vratnik nadzirala gradina Mali goljak (Karta 3). Iz toga proizlazi da nije bilo ni potrebno nadgledati prolaz kroz Senjsku dragu jer su nadzirani ključni dijelovi ove komunikacije preko kojih se moralo proći. Ista situacija je i s putom prema prijevojima Oltari i Alan. Budući da trenutačno ne raspoložemo s podacima o gradinskim lokalitetima na prostoru Baških Oštarija, za sada se čini da je vizualno pokriven samo prilaz

All hillforts in the area of what is today the municipality of Karlobag, except for the Stražbenica site (Cat. No. 26), were classified as belonging to viewshed group I in terms of economically usable areas. The main reason for this does not lie in the more unfavourable position of the Karlobag area compared to other sub-Velebit sites, but rather in the geomorphological appearance of the mountain, whose cones in the area of central Velebit are much closer to the coast than in Velebit's northern part. Because of Velebit's appearance in this part, there are fewer economically usable areas.

In addition, if we observe the viewshed from other sites, the same pattern appears, in which the assumed central settlements are not characterised by the best viewshed in their relevant groups. In terms of viewshed size, the sites in the area of present-day Sveti Juraj, i.e. Brinovača (Cat. No. 21), Čelinka (Cat. No. 4), Samograd, (Cat. No. 2), and Jablanova (Cat. No. 3) are ahead of neighbouring Gradina (Cat. No. 24). The same pattern is also present in the Karlobag area. Žuljevača (Cat. No. 27, 28), Velika Glavica (Cat. No. 25) and Tomljenovića Glavica (Cat. No. 20) have a significantly larger viewshed and control of usable areas than the supposed centre of Drvišica.

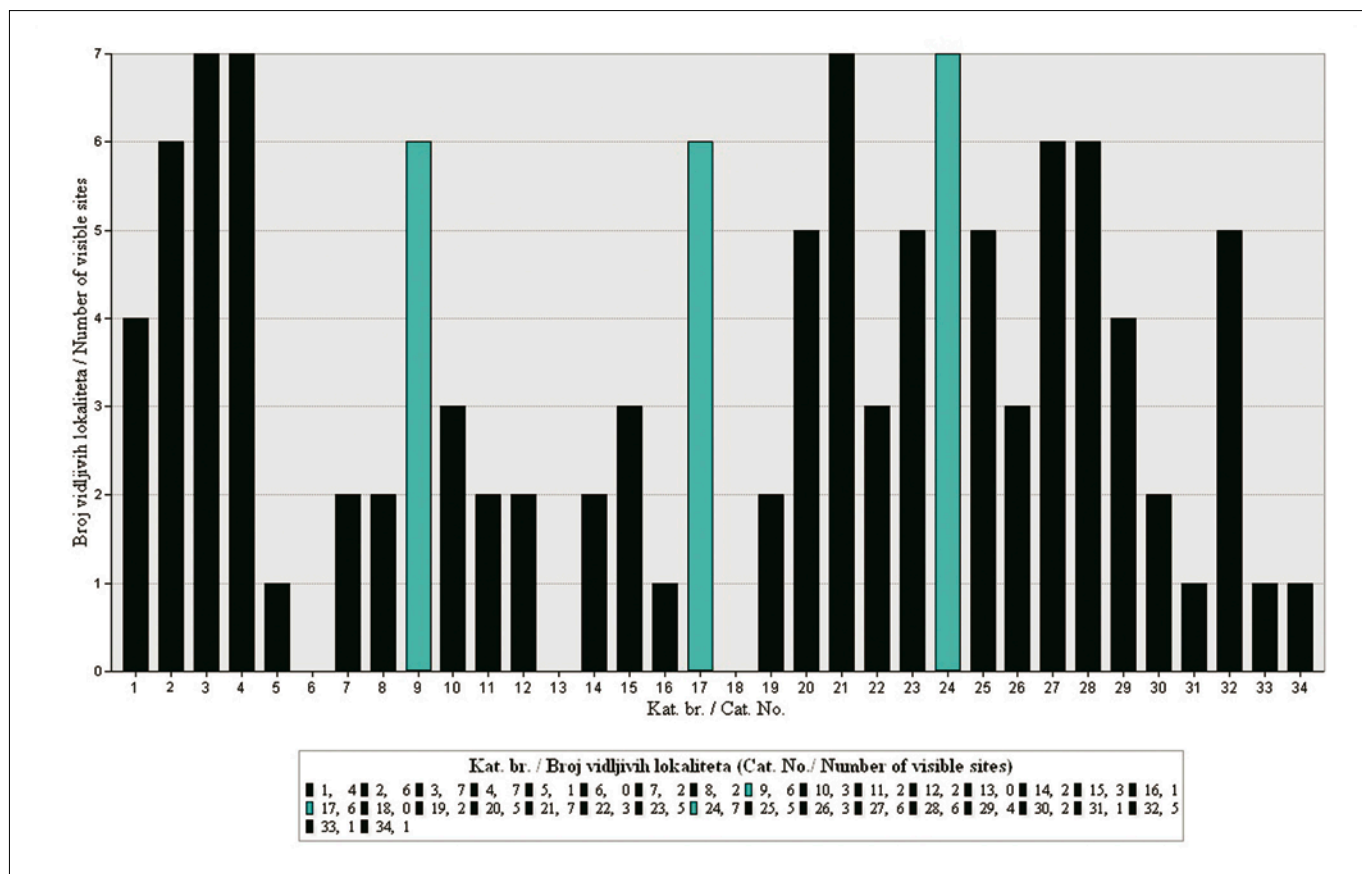
The distribution pattern of Iron Age sites beneath Velebit shows their denser concentration beneath the pass. Passes obviously represented the strongest attractors in settlement construction. However, the question is to what extent the hillforts actually had control over the passes. In order to obtain an answer to this question, an analysis of cumulative viewsheds was conducted for the entire studied area. In Maps 2 and 3, it can be observed that the sub-Velebit Channel is extraordinarily well controlled. Thus, access to a pass from the sea side was from a port and no one was able to pass that way unnoticed. On the other hand, for example, Senjska Draga, where communication across Vratnik towards the hinterland took place,<sup>28</sup> according to the present viewshed pattern was not fully covered by the view. However, the beginning of this communication was supervised from the Kuk hillfort in present-day Senj, while the exit to Vratnik was controlled by the Mali Goljak hillfort (Map 3). This leads us to the conclusion that it was not necessary to control the passage through Senjska Draga, because the key segments of the route which had to be passed were well-controlled. The same situation is also evident regarding the path towards the Oltari and Alan passes. Since at present

prijevoju, no ne i sam planinski prijelaz. Bitno je reći da je razlog tomu vjerojatno nedostatak podataka o lokalitetima na tom području (Karta 3).

Jedno od osnovnih pitanja od kojih i polazi svaka analiza vidljivosti jest kako se lokaliteti vide međusobno. Vidljivost je ponovno podijeljena u tri kategorije (I. vidljiva do dva susjedna lokaliteta; II. vidljivo tri do pet drugih lokaliteta i III. vidljivo šest do sedam lokaliteta). Gradine koje “vide” najveći broj drugih gradina i ograda nalaze se na prostoru današnjega Svetog Jurja. To su Jablanova (Kat. br. 3), Čelinka (Kat. br. 4), Brinovača (Kat. br. 21) i Gradina (Kat. br. 24). Svaki od ovih lokaliteta “vidi” ukupno sedam drugih lokaliteta ovoga tipa. U istu skupinu, sa šest vidljivih gradina i ograda, spada i Samograd (Kat. br. 2) u današnjem Svetom Jurju. Gradina Kuk (Kat. br. 17) i Drvišica (Kat. br. 9), s ukupno šest vidljivih lokaliteta, također spadaju u istu skupinu s najvećim brojem vidljivih gradina (Grafikon 3).

we have no data about hillfort sites on the territory of Baške Oštarije, it seems that only the access to the pass, but not necessarily the mountain pass itself, was visually covered. However, it is important to say that the reason for this conclusion is probably a lack of data on sites in this region (Map 3).

One of the basic questions which serves as a starting point for any viewshed analysis is how the sites see each other. The viewshed was again divided into three categories (viewshed I includes 2 neighbouring sites; viewshed II includes 3-5 other sites, and viewshed III includes 6-7 sites). The hillforts with a view over the largest number of other hillforts and enclosures are situated on the territory of present-day Sveti Juraj. These are Jablanova (Cat. No. 3), Čelinka (Cat. No. 4), Brinovača (Cat. No. 21) and Gradina (Cat. No. 24). Each of the sites has a view over a total of seven other sites of this type. Samograd (Cat. No. 2), in what is now Sveti Juraj, with six visible hillforts and enclosures, also belongs to the same group. The Kuk (Cat. No. 17) and Drvišica (Cat. No. 9) hillforts, with a total of six visible sites, also belong to the same group with the largest number of visible hillforts (Graph 3).



GRAFIKON 3. / GRAPH 3.

Odnos lokaliteta s obzirom na broj vidljivih drugih lokaliteta.

Correlation of sites according to the number of other visible sites.



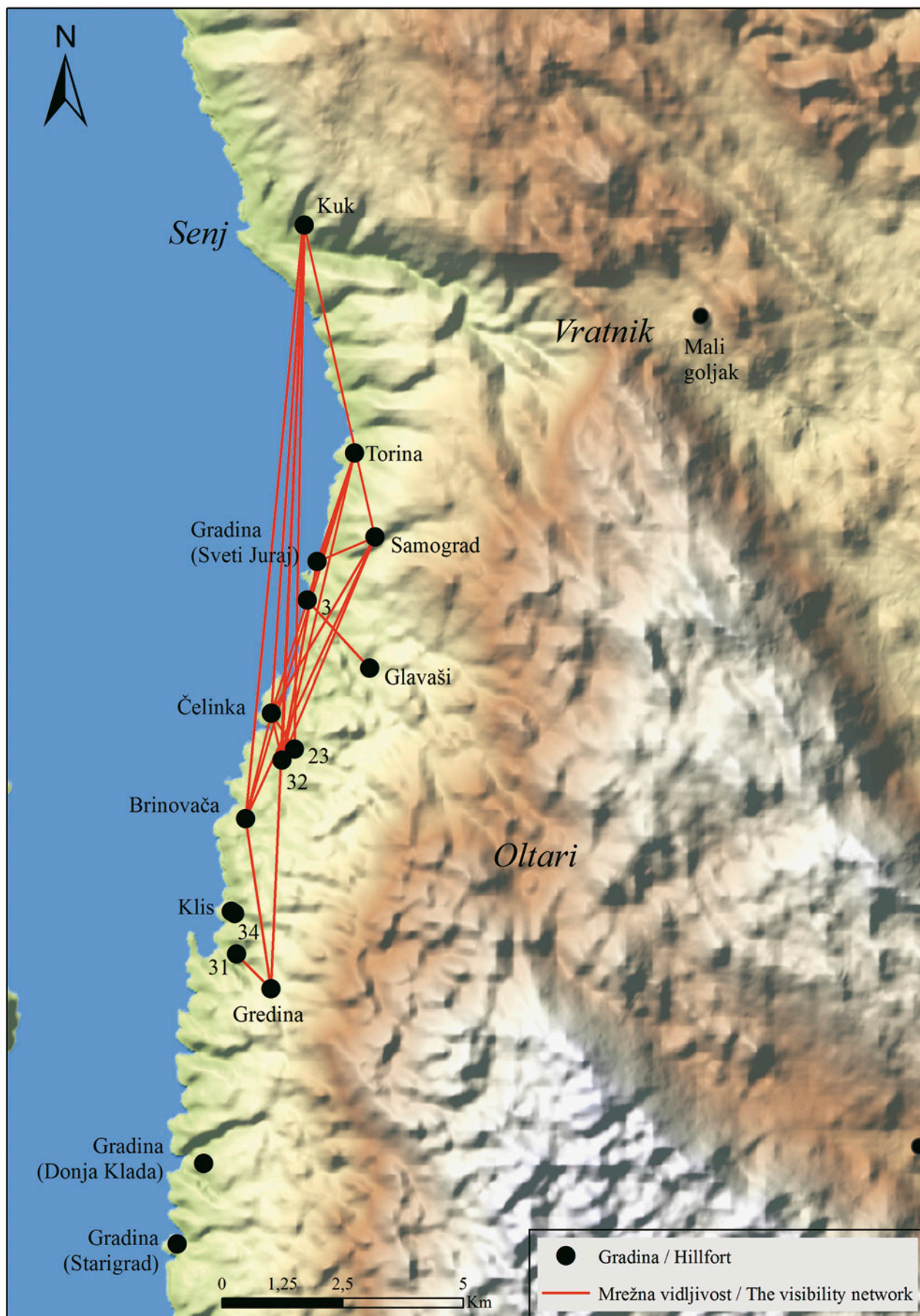
Najveći broj lokaliteta, njih ukupno 15, čini I. skupinu s do dva vidljiva lokaliteta. Ovakav obrazac mogao bi upućivati na činjenicu da je značenje ovih triju lokaliteta koji su navedeni kao hipotetski centri bilo u kontroli nad cjelokupnim sustavom. Mreža vizualne komunikacije pokazuje gustu povezanost na prostoru današnjega Svetog Jurja i Karlobaga gdje većina lokaliteta “vidi” više od pet drugih gradina i ograda (Karte 6 i 7). Nešto rjeđi obrazac vidljivosti je na prostoru Jablanca i Prizne. Takav rezultat moguć je i zbog nedostatka podataka o postojanju lokaliteta. Iako nije bilo značajno da se sve gradine međusobno “vide”, očigledno je bilo bitno da cjelokupan pogled pokriva čitavo područje zajednice i radi sustava prijenosa informacija. Na prostor današnjega Karlobaga, prema sadašnjem obrascu rasporeda lokaliteta (Karta 7), informacije koje su dolazile sa sjeverozapada mogle su se prenositi preko gradina Bilančevice (Kat. br. 8), na Priznu (Kat. br. 15), potom preko Stražbenice (Kat. br. 26) na Tomljenovića glavicu (Kat. br. 20), odakle je signal mogao ići na više lokacija prema Žuljevači (Kat. br. 27), Velikoj glavici (Kat. br. 25) i otuda prema Drvišici (Kat. br. 9). Neki lokaliteti su, prema dobivenim rezultatima, informaciju mogli primiti samo s jedne ili dvije gradine. Gradina Živi kuk (Kat. br. 19) je signal mogla primiti samo s Drvišice (Kat. br. 9) i Đotluše (Kat. br. 10), dok je s druge strane Velika glavica (Kat. br. 25) u današnjoj Cesarici, imala značajnu ulogu disperzije informacija zahvaljujući svojoj poziciji u prostoru. Ako je informacija dolazila s jugoistoka, prvi lokaliteti koji će ju primiti su Paripovica (Kat. br. 33) i Đotluša (Kat. br. 10), a potom Drvišica (Kat. br. 9). Mora se napomenuti da u analizu nisu uvršteni lokaliteti koji se nalaze na susjednim otocima jer su izvan studijskog područja istraživanja te se pretpostavlja da su bili u posjedu drugih zajednica. No, smatramo da su i oni imali značajnu ulogu u vizualnoj komunikaciji i njihovo dodavanje u analizu zasigurno bi utjecalo na prikazanu mrežu vidljivosti.

Rezultati GIS analiza prikazali su i vidljivost mnogih gradina koja seže čak i na prostor zapadne strane susjednih otoka. Treba naglasiti da je kvaliteta tih pogleda s velebitskih gradina vrlo slaba te je kontroliranje plovidbe tim predjelima nadzirano s gradina na otocima.

O tome kako je zaista funkcionirao sustav prijenosa informacija i koliko je on uistinu bio učinkovit za sada možemo samo hipotetski govoriti. Na ovom stupnju istraženosti ne možemo govoriti o signalnim vatrama, dimnim signalima i dojavama o do-

The largest number of sites, a total of 15, belongs to group I, with up to 2 visible sites. Such a pattern might suggest that the importance of the three sites mentioned as hypothetical centres was their control over the entire system. The visual communication network suggests a dense interconnection on the territory of present-day Sveti Juraj and Karlobag, where most sites can “see” more than 5 other hillforts and enclosures (Maps 6 and 7). A somewhat less dense viewshed pattern is evident in the area of Jablanac and Prizna. However, it is possible that such a result was obtained due to a lack of data on the existence of sites. Although intervisibility between all the hillforts was not necessary, it was obviously important for the entire viewshed to cover the entire area of the community. It was also important in terms of the system of transferring information. According to the site distribution pattern (Map 7) in the area of present-day Karlobag, information coming from the north-west could have been transferred via the Bilančevice hillforts (Cat. No. 8) to Prizna (Cat. No. 15), and after this via Stražbenica (Cat. No. 26) to Tomljenovića Glavica (Cat. No. 20), from where a signal could have been sent to several sites towards Žuljevača (Cat. No. 27), Velika Glavica (Cat. No. 25), and from there towards Drvišica (Cat. No. 9). According to the obtained results, some sites were able to receive information only from one or two hillforts. The Živi Kuk hillfort (Cat. No. 19) was able to receive a signal only from Drvišica (Cat. No. 9) and Đotluša (Cat. No. 10), while on the other side Velika Glavica (Cat. No. 25), in present-day Cesarica, played an important role in the transmission of information thanks to its position in the area. If the information came from the south-east, the first sites to receive it were Paripovica (Cat. No. 33) and Đotluša (Cat. No. 10) and then Drvišica (Cat. No. 9). However, it needs to be pointed out that the analysis did not include sites situated on the neighbouring islands, as they were outside the studied area, and we assume that they were controlled by other communities. Nevertheless, we believe that they also played an important role in visual communication, and including them in the analysis would certainly influence the represented viewshed network.

The results of the GIS analyses also demonstrated the viewshed of many hillforts that reached as far as the area of the western side of the neighbouring islands. However, it needs to be pointed out that the quality of the viewsheds from the Velebit hillforts is very poor, and that control over sea traffic in these areas took place from the island hillforts.



KARTA 6. / MAP 6.  
 Mrežna vidljivost lokaliteta na prostoru Senja i Svetog Jurja.  
 Network viewshed of sites in the Senj and Svetog Jurja area.





KARTA 7. / MAP 7.

Mrežna vidljivost lokaliteta na prostoru Karlobaga.

Network viewshed of sites in the Karlobag area.



lasku neprijatelja jer nema arheološke građe koja bi izravno svjedočila o karakteru takvih aktivnosti. Ovaj predloženi model pokazuje da je sustav signala, ako je bilo potrebe, mogao biti učinkovit, tim više što je najveća udaljenost između dvaju lokaliteta uz obalu 5 km te ih je većina dosta gusto raspoređena. U idealnim vremenskim uvjetima bez bure, uspostavljanje vizualne komunikacije je mogao biti relativno jednostavan zadatak.

## ZAKLJUČAK

Značenje vidljivosti u proučavanju krajolika je višestruko. Analize vidljivosti omogućuju bolje razumijevanje pozicije svakoga pojedinog lokaliteta i bolje razumijevanje prošlih krajolika u cjelini te u konačnici i proučavanje vizualne organizacije struktura krajolika. Osim toga, otvaraju se i brojna pitanja o značenju svakoga pojedinog lokaliteta, a odgovorima na ta pitanja dolazimo i do spoznaja zašto je pojedina pozicija odabrana za naseljavanje ili za neku drugu aktivnost. Nalazišta više nisu samo "lokaliteti s izvrsnom strateškom pozicijom" već lokaliteti koji se nalaze unutar jednog sustava koji funkcionira kao cjelina i kao takvima im je nužno pristupiti pri istraživanju.

Rezultati dobiveni analizama vidljivosti pokazuju da tijekom željeznodobnog razdoblja na prostoru Velebita središnje naselje nije uvijek i najprominentnija lokacija. Drugim riječima, ono što smo u istraživanju često definirali kao strateški dobar pogled za kontrolu teritorija, plovidbe i trgovine, ne znači da je i prapovijesni čovjek smatrao dobrim pogledom. Središnja naselja zajednica nisu uvijek ta koja imaju najbolju kontrolu nad plovidbom podvelebitskim kanalom, niti nužno nadziru ekonomski iskoristive površine. No, iako ona možda nemaju najbolje kvalitete pogleda, to ne umanjuje njihovo ukupno značenje nego samo dokazuje činjenicu da su za odabir pozicije za naseljavanje uz vidljivost, ulogu odigrale i neke druge kvalitete same pozicije. Valja naglasiti da se njihovo značenje povećava unutar mrežne vidljivosti. Dakle, bilo je značajno da središte "vidi" veći broj svojih satelita od kojih je svaki imao svoju svrhu u vizualnoj komunikaciji i promatranju.

Na kraju se postavlja pitanje je li vizualni fenomen bio važan prapovijesnim društvima. Očigledno je, ali ne uvijek u onoj mjeri u kojoj si mi to zamisljamo. Dokaz tome su lokaliteti manjeg značaja s izvrsnom vidljivošću te neke lokacije s izvrsnom

For the time being, only a hypothetical discussion is possible regarding the way in which the transfer of information system really operated and how efficient it was. Given the state of excavations, it is not possible to talk about signal fires, smoke signals and notice of the arrival of enemies, as there is no archaeological material which would provide direct testimony of the character of such activities. Nevertheless, the proposed model indicates that the system of signals, where necessary, could have been efficient, especially bearing in mind that the largest distance between two sites along the coast was 5 km, and most of them are rather densely distributed. In ideal meteorological conditions without the bora wind, the establishing of visual communication might have been a relatively simple task.

## CONCLUSION

The importance of viewsheds in the study of landscape is manifold. Viewshed analyses enable a better understanding of the position of each individual site and a better understanding of past landscapes as a whole, and also the study of the visual organisation of landscape structures. In addition, numerous questions are raised as to the significance of each individual site, and the answers to these questions help us understand why an individual position was selected for settlement or some other activity. The sites are no longer only "sites with an excellent strategic position" but also sites situated within a system functioning as a whole, and need to be approached as such in research activities.

The results obtained from viewshed analyses indicate that in the course of the Iron Age period on the territory of Velebit, the central settlement was not necessarily the most prominent location. In other words, what investigations have often defined as a strategically good view for the control of territory, navigation and trade activities, was not necessarily considered by prehistoric man as a good view. Central settlements of communities are not always those having the best control over the sea traffic in the sub-Velebit channel, and nor do they necessarily look over economically usable areas. Although they might not have the best viewshed quality, this does not reduce their overall significance. Instead, it confirms the fact that for the selection of a position for a settlement, apart from the viewshed, an important role was also played by certain other aspects of the position. Nevertheless, it should be pointed out that their significance increases within the network viewshed. Thus, it was

vidljivošću koje nikad nisu odabrane za život. Budući da su krajolici kompleksni, dijakronijski i višeslojni, ne smiju se reducirati u jedan jednostavni sloj te ih je potrebno promatrati i kroz neke druge kvalitete. Za karakteriziranje neke lokacije kao značajne potrebno je, osim vidljivosti, uzeti u obzir i ostale karakteristike u okolici lokaliteta: postojanje luke, izvora, pašnjaka, šuma i sl. Upravo zbog toga treba naglasiti da vidljivost nije jedina varijabla krajolika koja utječe na odabir pozicije za naseljavanje, što najbolje dokazuje činjenica da glavni centri često nemaju jako dobar pogled, no uključeni su u veći sustav koji zajedno pokriva čitavo područje. Međutim, iako nije najznačajnija komponenta, značajna je u disperziji središnjih naselja i funkcioniranju ostalih dijelova sustava.

important that the centre could “see” a large number of its satellites, each of which had its purpose in visual communication and monitoring.

Finally, the question is raised as to whether the visual phenomenon was important for prehistoric societies. Obviously it was, but not necessarily to the extent we may imagine. This is confirmed by less important sites with an excellent viewshed, as well as certain sites with an excellent viewshed that were never selected as places for living. However, since landscapes are complex, diachronous and multi-layered, they should not be reduced to a simple layer. They also need to be observed in terms of certain other qualities. In order to characterise a site as significant, it is necessary, apart from the viewshed, to also consider other elements of the site’s surroundings: the existence of ports, water springs, pasture, forests, etc. In particular, this is the reason why it needs to be pointed out that the viewshed is not the only variable of landscape influencing the selection of a settlement’s position, which is best confirmed by the fact that main centres often do not have a very good view, but are part of a larger system covering the entire area. However, although it is not the most significant component, the viewshed is significant in the dispersion of central settlements and the functioning of other parts of the system.

Translation: Nina Matetić Pelikan (Etnotrend d.o.o.)

Proof-reading: Stephen Hindlaugh

Katalog lokaliteta  
*Catalogue of Sites*

Kat. br.	Naziv lokaliteta	Mjesto	Vidljiva površina [km <sup>2</sup> ]	Vidljivo mora [km <sup>2</sup> ]	Vidljive potencijalno poljoprivredne površine [km <sup>2</sup> ]	Broj vidljivih lokaliteta
1	Torina	Kalić	396.4	321.7	38.6	4
2	Samograd	Sveti Juraj	468.9	361.9	60	6
3	Jablanova	Sveti Juraj	392.4	304.5	51.8	7
4	Čelinka	Žrnovnica	398.7	296.2	63.4	7
5	Klis	Lukovo	434.2	386	15.4	1
6	Gradina	Starigrad kod Senja	343.5	298.2	17	0
7	Bela kosa	Ivanča	695.8	619.7	11.5	2
8	Bilančevica	Bačvica	309.4	268.1	7	2
9	Drvišica	Karlobag	235.3	189	12	6
10	Đotluša	Karlobag	192.6	150.6	7.5	3
11	Klačnica	Jablanac	535	486.2	22.1	2
12	Gradina iznad Smojverske drage	Jablanac	827.5	762.8	15.1	2
13	Gradina	Donja Klada	266.7	223.4	5.1	0
14	Kovači	Prizna	250.2	206.3	11.3	2
15	Gradina	Prizna	234.1	190.1	14.1	3
16	Glavaši	Glavaši	370	291.5	35.8	1
17	Kuk	Senj	438.2	343.8	27,5	6
18	Mali goljak	Melnice	45.24	-	42.6	0
19	Živi kuk	Karlobag	263.5	221.6	8.4	2
20	Tomljenovića glavica	Staništa	582.8	354.7	12.2	5
21	Brinovača	Seline	458.4	352.7	64	7
22	Gredina	Ažić Lokva	557.3	484	33.6	3
23	Zagon	Žrnovnica	342.9	264.6	42.5	5
24	Gradina	Sveti Juraj	398	312.4	50.8	7
25	Velika glavica	Cesarica	137.8	99	16.6	5
26	Stražbenica	Trlokove	275.8	223.4	24.3	3
27	Žuljevača	Trolokve	289.2	236	20	6
28	Žuljevača	Trolokve	286.4	234.4	19.2	6
29	Perić glavica	Perić Lokva	121.3	88.3	4	4
30	Bojna draga	Ribarica	76.1	49.6	2.9	2
31	Glavčica	Lukovo	401.3	368.2	4.3	1
32	Šikinica	Žrnovnica	346.3	264.1	47.8	5
33	Paripovica	Karlobag	22.6	12.8	1	1
34	Pod Klisom	Lukovo	422.9	380.3	10	1

## LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- BEAULIEU, R., 2007. – Terry Beaulieu, Can you see that? Fuzzy viewsheds and realistic models of landscape visibility, *Geography* 647, Final project, Calgary.
- BOGNAR, A., 1994. – Andrija Bogнар, Temeljna slika geokoloških osobina Velebita, *Senjski zbornik*, 21, Senj, 1-8.
- BRUNŠMID, J., 1901. – Josip Brunšmid, Groblje bronsanoga doba na Klačenci kod Jablanca (kotar Senj). Povjest mjesta Jablanca, *Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu*, 5, Zagreb, 53-62.
- DE FLORIANI, L., MARZANO, P., PUPPO, E., 1994. – Leila De Floriani, Paola Marzano, Enrico Puppo, Line-of-sight Communication On Terrain Models, *International Journal of Geographical Information Systems*, 8, London, 329-342.
- DIKAU, R., RASEMANN, S., SCHMIDT, J., 2004 – Richard Dikau, Stefan Rasemann, Jochen Schmidt, Hillslope, form, u/in: *Encyclopedia of Geomorphology* (ur./ed.: A. S. Goudie), London–New York, 516-521.
- FORENBAHER, S., VRANJICAN, P., 1985. – Stašo Forenbaher, Pavle Vranjican, Vaganačka pećina, *Opuscula archaeologica*, 10, Zagreb, 1-21.
- FORENBAHER, S., 2011. – Stašo Forenbaher, Shepherds of a coastal range: the archaeological potential of the Velebit mountain range (eastern Adriatic), *Hidden Landscapes of Mediterranean Europe*, BAR International Series 2320, Oxford, 113-121.
- FORENBACHER, S., 1990. – Sergej Forenbacher, *Velebit i njegov biljni svijet*, Zagreb.
- GLAVAŠ, V., 2010. – Vedrana Glavaš, Prometno i strateško značenje prijevoja Vratnik u antici, *Senjski Zbornik*, 37, Senj, 5-18.
- GLAVAŠ, V., PALMER, R., 2013. – Vedrana Glavaš, Rog Palmer, Aerial and field reconnaissance of Velebit Mountain, *Aerial archaeology and remote sensing from the Baltic to the Adriatic, Selected Papers of the Annual Conference of the Aerial Archaeology Research Group, 13<sup>th</sup>-15<sup>th</sup> September 2012, Budapest, Hungary*, Budapest, 19-25.
- GLAVIČIĆ, M., 1995/1996. – Miroslav Glavičić, Civitas-municipium Lopsica, *Radovi Filozofskog Fakulteta u Zadru. Razdio povijesnih znanosti*, 35(22), Zadar, 45-70.
- GLAVIČIĆ, M., 2001. – Miroslav Glavičić, Fortifikacije na primorskom obronku Velebita između Senja i Karlobaga, *Histria Antiqua*, 7, Pula, 203-215.
- HOFFMAN, D. D., 1998. – Donald D. Hoffman, *Visual Intelligence: How We Create What We See*, New York.
- LLOBERA, M., 2007. – Marcos Llobera, Reconstructing Visual Landscapes, *World Archaeology*, 39(1), *Viewing Space*, 51-69.
- OGBURN, D., E., 2006. – Dennis E. Ogburn, Assessing the level of visibility of cultural objects in past landscapes, *Journal of Archaeological Science*, 33, Oxford, 405-413.
- OLUJIĆ, B., 2007. – Boris Olujić, *Povijest Japoda*, Zagreb.
- RENDIĆ-MIOČEVIĆ, D., 1969. – Duje Rendić-Miočević, Novi Dolabelin “terminacijski” natpis iz okolice Jablanca, *Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu*, 3. s., 3, Zagreb, 63-73.
- STANČIČ, Z., GAFFNEY, V., 1991. – Zoran Stančić, Vincent Gaffney, *Napovedovanje preteklosti – uporaba GIS v arheološki študiji otoka Hvara*, Ljubljana.
- TILLEY, C., 1994. – Christopher Tilley, *A phenomenology of landscape: places, paths and monuments*, Oxford.
- WHEATLEY, D., GILLINGS, M., 2000. – David Wheatley, Mark Gillings, Vision, Perception and GIS: some notes on the development of enriched approaches to the study of archaeological visibility, u/in: *Beyond the map, archaeology and spatial technologies* (ur./ed.: G. Lock), Amsterdam, 1-27.
- WHEATLEY, D., GILLINGS, M., 2002. – David Wheatley, Mark Gillings, *Spatial Technology and archaeology; The Archaeological Application of GIS*, London.
- ZANINOVIĆ, M., 1984. – Marin Zaninović, Stanovništvo velebitskog podgorja u antici, *Senjski zbornik*, 10-11, Senj, 29-40.