

**Univerzita Palackého v Olomouci**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra geografie**

**Alžběta SKÁLOVÁ**

**VYBRANÉ TVARY RELIÉFU OSTROVA  
DUGI OTOK V CHORVATSKU**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce: doc. RNDr. Irena Smolová, Ph.D.**

**Olomouc 2016**

## **Bibliografický záznam**

**Autor (osobní číslo):** Alžběta Skálová (R11119)

**Studijní obor:** Regionální geografie

**Název práce:** Vybrané tvary reliéfu ostrova Dugi otok v Chorvatsku

**Title of thesis:** Selected landforms of Dugi otok island in Croatia

**Vedoucí práce:** doc. RNDr. Irena Smolová, Ph.D.

**Rozsah práce:** 66 stran

**Abstrakt:** Bakalářská práce je zaměřena na vybrané tvary reliéfu chorvatského ostrova Dugi otok a jeho celkovou geomorfologickou charakteristiku. Text obsahuje rešerši literatury, informace o geologickém vývoji oblasti a geologické stavbě ostrova, základní fyzickogeografickou charakteristiku, výčet vybraných tvarů reliéfu a stručný popis jejich geneze. Konkrétní příklady tvarů byly zaneseny do mapy. Byla také provedena základní morfometrická charakteristika georeliéfu včetně prezentace příslušných map.

**Klíčová slova:** Geomorfologie ostrovů, Dugi otok, Dalmácie, kras, tvary reliéfu

**Abstract:** The thesis is focus on selected landforms of Dugi otok Island in Croatia and its geomorphological characteristics in general. It provides overview of cited literature, information on geologic development of the region and lithological setting of the island, basic physical geographical characteristics, and brief description of landforms' genesis processes. A map of selected landform examples has been created. The thesis contains morphometric characteristics of the relief including corresponding maps.

**Keywords:** Geomorphology of islands, Dugi otok, Dalmatia, karst, landforms

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a veškerou použitou literaturu i jiné zdroje jsem řádně uvedla v seznamu literatury.

V Olomouci 3. května 2016

\_\_\_\_\_podpis\_\_\_\_\_

Děkuji doc. RNDr. Ireně Smolové, Ph.D. za její trpělivou pomoc a cenné rady při psaní této bakalářské práce. Poděkování také patří prof. dr. sc. Draženu Pericovi za motivaci k práci a poskytnutí studijních materiálů a doc. dr. sc. Ante Šiljegovi za poskytnutí digitálních výškopisných dat.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
Přírodovědecká fakulta  
Akademický rok: 2014/2015

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Alžběta SKÁLOVÁ**  
Osobní číslo: **R11119**  
Studijní program: **B1301 Geografie**  
Studijní obor: **Regionální geografie**  
Název tématu: **Vybrané tvary reliéfu ostrova Dugi otok v Chorvatsku**  
Zadávající katedra: **Katedra geografie**

**Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :**

Cílem bakalářské práce je charakterizovat geomorfologické poměry a vybrané tvary reliéfu ostrova Dugi otok v Chorvatsku. Autorka se zaměří na typologii reliéfu, charakteristiku marinních, krasových a antropogenních tvarů reliéfu a zhodnotí antropogenní ovlivnění reliéfu ostrova. Práce bude vycházet z rešerše odborné literatury a vlastní inventarizace realizované v rámci studijního pobytu Erasmus. Dílčím cílem práce bude provedení základní fyzickogeografické charakteristiky ostrova a začlenění ostrova v rámci širšího regionu Dalmatského souostroví.

1. Úvod
  2. Cíle práce
  3. Metodika práce
  4. Rešerše literatury
  5. Vymezení zájmového území
  6. Základní fyzickogeografická charakteristika ostrova Dugi otok
  7. Geologický vývoj a geologická stavba
  8. Základní morfometrické charakteristiky ostrova
  9. Charakteristiky vybraných tvarů reliéfu
  10. Závěr
- Summary (anglicky, maximálně 750 slov)  
Celkový rozsah práce: 5000-8000 slov základního textu

Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**  
Rozsah pracovní zprávy: **5 000 - 8 000 slov**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Irena Smolová, Ph.D.**  
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **14. června 2015**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2016**

prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.  
děkan

L.S.

doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Olomouci dne 14. června 2015

## Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- BOGNÁR, A. (2001.): Geomorfologická regionalizace Hrvatske, *Acta Geographica Croatica*, 34, 1999., Zagreb, 7-29.
- BOGNÁR, A. (2008): Basic geomorphological characteristics of the Dinarides Mountain System, *Acta GGM Debrecina, Geology, Geomorphology, Physical Geography Series*, Debrecen, Vol. 3, s. 121-125.
- DŽAJA, K. (2003.): Geomorfologické značajke Dugog otoka, *Geoadria*, 8/2, Zadar, 5-44.
- KUK, V., PRELOGOVIĆ, E., DRAGIČEVIĆ, I. (2000): Seismotectonically active zones in Dinarides, *Geologia Croatica*, 53/2, Zagreb, 295-303.
- LEDER, T. D., UJEVIĆ, T., ČALA, M. (2004): Coastline lengths and areas of Islands in the Croatian part of the Adriatic Sea determined from the topographic maps at the scale of 1: 25 000. *Geoadria*, Vol. 9, Nr. 1, p. 5-32.
- MAGAŠ, D. (1998): Nature Park "TELAŠĆICA" on Dugi Otok (Croatia) some aspects of environmental planning. *Geoadria*, Vol. 3, p. 81 - 92.
- PERICA, D., MARJANAC, T., MRAK, I. (2001.): Vrste grizina i njihov nastanak na području Velebita, *Acta Geographica Croatica*, 34, 1999., Zagreb, 31-58.
- PERICA, D., MARJANAC, T., ANIČIĆ, B., MRAK, I., JURAČIĆ, M. (2004.): Small karst features (karren) of Dugi Otok Island and Kornati Archipelago coastal karst (Croatia), *Acta Carsologica*, 33/1, Ljubljana, 117-130.
- PIKELJ, K., JURAČIĆ, M. (2013): Eastern Adriatic coast (EAC): Geomorphology and coastal vulnerability of a karstic coast. *Journal of Coastal Research*, 29(4), Coconut Creek (Florida), s. 944-957.
- RUBÍN, J., BALATKA, B. a kol.: Atlas skalních, zemních a půdních tvarů. Academia, Praha, 1986, 385 s.
- SMOLOVÁ, I., VÍTEK, J. (2007): Základy geomorfologie. Vybrané tvary reliéfu. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 189 s.

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>1 CÍLE PRÁCE.....</b>	<b>10</b>
<b>2 METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>11</b>
<b>3 REŠERŠE LITERATURY .....</b>	<b>12</b>
<b>4 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ .....</b>	<b>15</b>
<b>5 GEOLOGICKÝ VÝVOJ A STAVBA OSTROVA DUGI OTOK.....</b>	<b>18</b>
<b>6 ZÁKLADNÍ FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ.....</b>	<b>23</b>
6.1 Klimatické poměry .....	23
6.2 Hydrologické poměry.....	27
6.3 Půdy a rostlinstvo .....	28
6.4 Ochrana životního prostředí .....	28
<b>7 ZÁKLADNÍ MORFOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY OSTROVA .....</b>	<b>30</b>
7.1 Absolutní výšková členitost .....	30
7.2 Relativní výšková členitost .....	32
7.3 Sklonitost svahů .....	33
<b>8 CHARAKTERISTIKY VYBRANÝCH TVARŮ RELIÉFU .....</b>	<b>36</b>
8.1 Strukturní geomorfologické znaky.....	36
8.2 Charakter pobřeží a marinní reliéf .....	37
8.3 Krasové procesy a útvary .....	44
8.3.1 Exokras .....	44
8.3.2 Endokras .....	50
8.4 Antropogenní ovlivnění a útvary .....	51
<b>9 ZÁVĚR .....</b>	<b>58</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>60</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>62</b>



## ÚVOD

Ostrov Dugi otok je součástí oblasti severní Dalmácie. Tento region je zajímavým z mnoha úhlů pohledu. Zdejší ostrovy jsou pozoruhodné především díky svým geologickým, geomorfologickým i jiným přírodních zvláštnostem. K zachování jejich přírodního dědictví uspěla v minulosti mimo jiné i izolovanost od hlavních sídelních oblastí nacházejících se na pevnině. Přesto se ale jedná o dlouhodobě osídlenou oblast, její první obyvatelé se zde objevili již v neolitických dobách. Teplé středomořské klima dělá oblast příhodným místem k životu, dnes se také jedná o velice oblíbenou turistickou destinaci, která nabízí bohatou historii a mnohé přírodní zajímavosti. Dugi otok se ze severodalmatských ostrovů, co se týče přírodní rozmanitosti, obzvláště vyjímá. Jeho část pokrývá chráněné krajinné území Telašćica bezprostředně sousedící s Národním parkem Kornati.

Bakalářská práce se zabývá převážně geomorfologií ostrova Dugi otok. Terén ostrova je analyzován z hlediska jeho morfometrie, dále poukazuje na procesy utvářející zdejší reliéf a vzniklé tvary - ať už s přirozenou genezí, mezi kterými vynikají procesy a tvary krasové, či těmi ovlivněnými člověkem. Dotýká se ale i s geomorfologií úzce souvisejících tematik geologie a fyzickogeografické charakteristiky.

## **1 CÍLE PRÁCE**

Cílem bakalářské práce je charakterizovat geomorfologické poměry a vybrané tvary reliéfu ostrova Dugi otok v Chorvatsku. Bude provedena základní morfometrická charakteristika území na základě map vlastního zpracování, charakteristika marinních, krasových a antropogenních tvarů reliéfu a zhodnocení antropogenního ovlivnění reliéfu ostrova. Práce vychází z rešerše odborné literatury a terénního šetření realizovaného autorkou v rámci studijního pobytu v regionu. Dílčím cílem práce je provedení základní fyzickogeografické charakteristiky území a začlenění ostrova v rámci širšího regionu Dalmatského souostroví.

## 2 METODIKA PRÁCE

Bakalářská práce byla vypracována především na základě studia tematické literatury. Dohledané informace byly posléze doplněny fotografiemi a poznatky z terénních šetření v zájmovém území. Další metodou bylo studium mapových podkladů a tvorba tematických map.

Studium literárních pramenů bylo pro vytvoření práce stěžejní a proběhlo převážně během letního semestru akademického roku 2013/2014. Většina zdrojů jsou články publikované v odborných časopisech. Z literárních pramenů (popřípadě internetových zdrojů) byly vedle informací převzaty i některé fotografie či jiné grafické prvky. Primárními jazyky textů jsou angličtina a chorvatština a vedle odborné regionální literatury autorka tedy využila i jazykové slovníky a odborné glosáře, aby nedošlo k chybné interpretaci kvůli jazykovým nejasnostem či nesrovnalostem.

Vlastní několikadenní terénní průzkum proběhl dvakrát v průběhu dubna 2014. Cílem šetření bylo především bližší osobní seznámení se s hlavními rysy georeliéfu, což autorce dopomohlo ke komplexnějšímu porozumění problematice a celkově lepší orientaci na ostrově. Během průzkumu proběhla fotodokumentace některých tvarů a pořízené fotografie byly následně použity jako doplněk k jejich charakteristikám. Autorka navštívila stěžejní lokality Veli Rat a přírodní park Telaščica.

Mapy, které práce obsahuje, slouží k lepší prostorové orientaci čtenáře v území či jako základ morfometrické analýzy ostrova. Byly vytvořeny v prostředí aplikací ArcMap 10 a ArcScene 10 softwaru ArcGIS s použitím podkladové geologické mapy, topografické mapy a digitalizovaných výškopisných dat.

### 3 REŠERŠE LITERATURY

Jako většina zdrojové literatury k tématu posloužily původní vědecké články geografických či geografii blízkých periodik, a to především časopis *Geoadria* katedry geografie zadarské univerzity, časopis *Acta Geografica Croatica* vydávaný geografickou sekcí Univerzity v Záhřebu, odborný časopis Chorvatského geografického družstva („Hrvatsko geografsko društvo“) *Hrvatski geografski glasnik*, či například karsologický časopis *Acta Carsologica* publikovaný Slovinskou akademií věd a umění. Tyto zdroje poskytly znalosti a data ze širšího záběru témat geomorfologie, geologie a fyzické geografie.

Geomorfologickou regionalizaci chorvatského území zpracoval A. Bogonar v práci *Geomorfološka regionalizacija Hrvatske* v periodiku *Acta Geographica Croatica* (Bognar, 2001). Pobřeží regionu východního Jadranu je popsáno v práci *Eastern Adriatic coast (EAC): Geomorphology and coastal vulnerability of a karstic coast* (Pikelj, Juračić, 2013). Autoři zde podávají komplexní přehled o charakteru geomorfologických rysů pořeží jako výchozí materiál pro další výzkumy a management udržitelného rozvoje místních pobřežních zón. Délku pobřeží a plochou ostrovů uvádí *Coastline lengths and areas of islands in the croatian part of the Adriatic sea determined from the topographic maps at the scale of 1:25 000* (Duplančić Leder et al., 2004).

Klíčovým zdrojem této bakalářské práce byl odborný článek *Geomorfološke značajke Dugog otoka* (Džaja, 2003) publikovaný v periodiku *Geoadria*. Autorka se zde zaměřuje na hlavní geomorfologické znaky a popis některých tvarů a její poznatky byly využity v celé kapitole osm, ale i jiných. Prakticky celé zájmové území je na karbonátových horninách podléhajících krasovění. Existuje velmi mnoho publikací zabývajících se krasovými jevy, a to jak na obecné úrovni, tak v rámci krasových procesů probíhajících v dinárském regionu. Z obecných můžu být uvedena publikace *Karst hydrogeology and geomorphology* (Ford, Williams, 2007). Z výzkumů na lokální bázi pak byly jako zdroj informací použity odborné práce *Vrste grižina i njihov nastanak na području Velebita* (Perica et al., 2001) nebo přímo na Dugi otok a sousední ostrovy Kornati zaměřený článek o krasových útvarech malých měřítek *Small karst features (karren) of Dugi Otok Island and Kornati Archipelago coastal karst, Croatia* (Perica et al., 2004). Jako příklad jeskyně v rámci části podkapitoly Krasové procesy a útvary byla uvedena Y-jeskyně, o jejímž průzkumu informuje článek *Cessation of karstification due to the sea-level rise? Case study of the Y-cave, Dugi otok, Croatia, Evolution of Karst:*

*From Prekarst to Cessation* (Juračić et al., 2002). O antropogenních prvcích v krasové kulturní krajině, především pak o aspektech antropogenních tvarů budovaných pro zemědělské účely (suché zídky a jiné), pojednává článek časopisu *Acta Carsologica* s názvem *Structural features of cultural landscape in the karst area - landscape in transition* (Aničić, Perica, 2003), konkrétní představu o tomto fenoménu v zájmovém území bakalářské práce pak podává kapitola *Geomorfometrijske značajke šireg područja Velog Rata i njihov utjecaj na tradicionalni kulturni krajobraz suhozida* z publikace *Veli Rat* (Lozić et al., 2013). Informace o antických kamenolomech na ostrově, jakožto dalšího z prvků antropogenního ovlivnění georeliéfu, poskytl odborný článek *Nekoliko primjera lučkih instalacija antičkih kamenoloma na Dalmatinskim otocima* (Parica, 2012).

Více či méně byly z geomorfologického hlediska prozkoumány i přímo jednotlivé ostrovy či skupiny ostrovů. Tyto texty jsou často zaměřeny tematicky ne pouze na geomorfologii, ale zahrnují komplexnější charakteristiky z oblasti fyzické geografie a byly z nich tak čerpány i informace týkající se jiných témat než přímo geomorfologie. Z těch byly jako pramen použity práce *Geografske osnove razvitka otoka Ugljana* (Magaš, Faričić, 2000) a *Prirodno-geografska obilježja otoka Rave u Zadarskom arhipelagu* (Magaš, Faričić, 1999). Především druhá jmenovaná práce posloužila jako cenný zdroj informací ke kapitole Fyzickogeografická charakteristika, konkrétně klimatickým poměrům. Regionalizaci podnebí Chorvatska zpracovala A. Filipčić v článku *Klimatska regionalizacija Hrvatske po W. Köppenu za standardno razdoblje 1961-1990 u odnosu na razdoblje 1931-1960* (Filipčić, 1998), později stejná autorka nově definovala hranice hlavních klimatických oblastí v zemi s ohledem na rozsáhlost plochy pokryté karbonátovými horninami a jejím vlivem na propustnost aktivního povrchu jakožto faktor při tvorbě Köppenovy klasifikace v článku *Razgraničenje Köppenovih klimatskih tipova Cf i Cs u Hrvatskoj* (Filipčić, 2001). S tematikou Köppenovy klasifikace a problematikou výkladu terminologie s ní související pracují Šegota a Filipčić v práci *Köppanova podjela klima i hrvatsko nazivlje* (Šegota, Filipčić, 2003). Konkrétní meteorologická data regionu byla převzata z publikace *U okrilju sunca i mora: Klimatska monografija Zadra* (Kraljev, 1995). Pro objasnění hydrogeologických podmínek a tedy i vodohospodářské situace na ostrově posloužily práce prezentující výsledky hydrogeologických průzkumů *An assessment of hydrogeological parameters on the karstic island of Dugi otok* (Terzić et al., 2007) a *New source of water for settlements on Dugi otok island, Croatia* (Zelenika et al., 2001). Biogeografickou charakteristiku pak

obohatila práce *Biljnogeografski položaj i razčlenjenje našeg primorja u svjetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja* (Horvatić, 1963).

Pro kapitolu o geologickém vývoji a stavbě ostrova byla vedle některých již výše zmíněných prací (Bognar, 2001; Džaja, 2003; Pikelj, Juračić, 2013) využita také bakalářská práce *Půdy dinarské oblasti - management a ochrana* (Bešćák) a odborný článek *Terra rossa in the Mediterranean region: Parent materials, composition and origin* (Durn, 2003). Důležitým zdrojem byly také geologické mapy (Majcen et al., 1970; Mamužić, 1970; Mamužić, Nedela-Devide, 1968).

Z webových stránek byly čerpány informace jen v případě, že nebyl nalezen jiný adekvátní zdroj k tématu. To se konkrétně týká informací ohledně jeskyně Strašna peć. Aby během psaní bakalářské práce nedošlo k chybnému pojetí a interpretaci pojmů z důvodu čerpání z cizojazyčných zdrojů (angličtina a chorvatština) bylo často třeba nahlížet do slovníků a publikací vykládajících a překládajících terminologii (viz seznam literatury).

#### 4 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

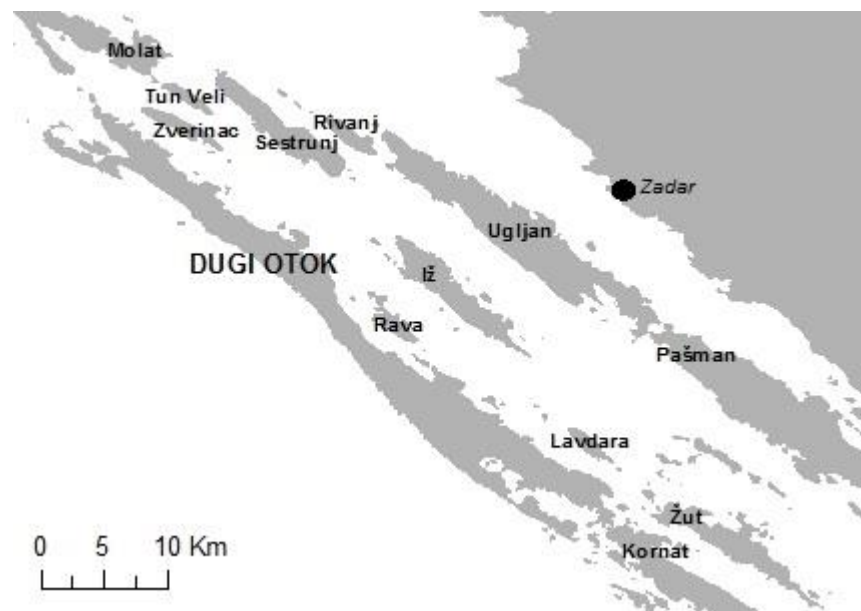
Ostrov Dugi otok se nachází v Jaderském moři v severní Dalmácii 16,5 km od pevninského regionálního centra Zadar. S plochou 113,3 km<sup>2</sup> (Duplančić Leder et al., 2004) se jedná o sedmý největší z chorvatských ostrovů a zároveň o druhý největší ostrov zadarského souostroví (po ostrově Pag). Je protáhlého půdorysu (odtud název Dugi otok, v překladu Dlouhý ostrov) a táhne se ve směru severozápad-jihovýchod souběžně s pobřežní linií pevniny. Jeho délka je asi 44 km, šířka se pohybuje od asi 1,2 do 4,8 km. Z východní strany je ostrov oddělen Ravským kanálem od ostrova Rava, na západě je vystaven otevřenému moři.

Chorvatské ostrovy se dělí na několik skupin (obr. 1): západo-istarské ostrovy, kvarnerské, severodalmatské, středodalmatské a jihodalmatské souostroví. Ostrov Dugi otok patří do vnější řady zadarské (severodalmatské) skupiny ostrovů (obr. 2), která se dále dělí na severně položenou skupinu (ostrovy Silba, Olib, Premuda, Ist, Škarda, Molat, Tun ad.), ugljansko-pašmanskou skupinu (Ugljan, Pašman, Sestrunj, Rivanj, Vrgada ad.) a dugootčko-kornatskou skupinu (Dugi otok, Iž, Rava, Zverinac, Lavdara, Kornat, Žut, Katina, Sit a další malé ostrůvky) a zvlášť ostrov Pag (Magaš, Faričić, 1999).

Na ostrově Dugi otok se nachází 11 sídel, z nichž osm leží v jeho severozápadní a tři v jihovýchodní části (obr. 3). V roce 2001 zde žilo celkem 1 772 obyvatel (Čuka, 2006). Další nejbližší osídlené ostrovy jsou Zverinac a Rava.



Obr. 1 Chorvatské pobřeží s vyznačenými skupinami ostrovů.



Obr. 2 Severodalmatská (zadarská) skupina ostrovů.





Obr. 3 Topografická mapa ostrova Dugi otok.

## 5 GEOLOGICKÝ VÝVOJ A STAVBA OSTROVA DUGI OTOK

Historie vývoje východoadriatické karbonátové platformy sahá do období středního triasu před asi 240 miliony let, kdy začala karbonátová sedimentace v mělkých vodách na izolované platformě Adriatické mikrodesky. Vývoj během druhohor a třetihor je stále předmětem otázek co se týče adriatického regionu jakožto nezávislé mikrodesky, a také pobíhala-li sedimentace v rámci jedné či dvou oddělených karbonátových plošin. Ukládání materiálu v mělkých vodách během několika fází v druhohorách a paleogénu vedlo k vytvoření několik kilometrů silné karbonátové vrstvě horniny (až 8 km; vápence a dolomity). Na přelomu křídý a paleogénu došlo k zastavení sedimentace a zesíleným všesměrným tlakem nahromaděných vrstev, tektonickou aktivitou a orientovaným tlakem k následnému vyzdvižení Dinárských hor. Především během eocénu docházelo k ukládání některých flyšových vrstev. Hlavní fáze tektonické orogeneze proběhla v oligocénu až miocénu. Během ní byl v dnešní severní Dalmácii uložen karbonátový klastický materiál prominské sedimentace a tzv. jelar brekcie formované z erodovaných druhohorních karbonátů. Tyto konglomeráty dosahují maximální mocnosti až 2000 metrů (Bešťák, 2014). Charakter dnešní tektonické struktury východojaderského regionu má původ v miocénu až spodním pliocénu a je typický složitými zlomovými a vrásovými strukturami orientovanými ve směru severozápad-jihovýchod, tedy paralelně k dnešnímu pobřeží (dinárský směr). Tyto hluboce narušené (převážně) karbonátové struktury podléhají od miocénu významnému krasovění (Pikelj, Juračić, 2013).

Podoba dnešního pobřeží byla utvořena poslední mořskou transgresí (svrchní pleistocén-holocén), kdy byl tento složitě vyvrásněný, rozlámaný a zkrasovělý reliéf částečně ponořen. Následkem vzestupu mořské hladiny o asi sto metrů je strmé a skalnaté ingresní pobřeží, kde paralelně táhnoucí se antiklinály vytvořily členité pásmo se sítí podlouhlých ostrovů, mezi nimi ležící synklinály byly zatopeny v kanály a zálivy. Tento typ pobřeží je znám jako pobřeží dalmatského typu (Demek, 1985). Vzniklo zatopením vrásových struktur probíhajících zhruba rovnoběžně s březní linií. Vzorový příklad dalmatského typu pobřeží je především centrální skupina ostrovů chorvatského pobřeží – Severodalmatské ostrovy, jehož je zájmové území Dugi otok součástí. Kvůli změně směru orientovaného tlaku (stresu) ze směru SZ – JV na obecně směr S – J totiž v neotektonické etapě došlo k rotaci jednotlivých menších tektonických bloků a tím ke změně směru orientace některých reliéfních celků. Středojské souostroví (tzv. hvarský blok) má tak V – Z průběh, část Jihojaderského souostroví také V – Z (ostrov

Korčula) a část ZSZ – VJV (Mljet). Kvarnerské souostroví má radiální (vějířovitou) orientaci, zatímco u zadarské ostrovní skupiny (včetně ostrova Dugi otok) zůstal průběh SZ – JV směru (Bognar, 2001; Bešťák, 2014; Pikelj, Juračić, 2013).

Litologické složení pobřežního regionu<sup>1</sup> je u naprosté většiny pevninského pobřežního pásma (90 % délky) i ostrovů charakterizováno druhohorními karbonáty – vápenec, dolomit a karbonátové brekcie, částečně kryté bauxitem a červenicí. Méně časté (6 % délky) jsou lokality pokryté eocenním flyšem – varianty a kombinace slínů, siltovce, pískovce a karbonátových brekcií. Flyš i karbonáty jsou místy pokryté kvartérními sedimenty. Pouze nepatrnou část tvoří vyvěřelé a pyroklastické horniny. Jsou to ostrůvky Jabuka a Brusnik a malá část zálivu Komiza na ostrově Vis<sup>2</sup>. (Pikelj, Juračić, 2013)

Ostrov Dugi otok je složen téměř výhradně z karbonátových hornin. Nejstaršími a zároveň suverénně nejrozšířenějšími horninami jsou horniny křídového stáří.

Vrstvy spodní křídý **barem-apt** ( $K_1^{3,4}$ ) jsou přítomny v jádrech narušených antiklinál v okrajové části ostrova okolo obce Božava. Jsou uloženy převážně v tenkých vrstvách od 10 do 30 cm, celková mocnost souvrství se pohybuje okolo 350 m. Vápence mají šedohnědou barvu, většina obsahuje přes 95 %  $CaCO_3$ . Krátkodobé změny teplot a koncentrace magnesiových solí podminili jev dolomitizace. Počáteční stádium dolomitizace je pozorováno na více místech, podíl  $CaMg(CO_3)_2$  se pohybuje mezi 5 a 7 %.

Vrstvy **alb-cenomanského** stáří ( $K_{1,2}$ ) se na ostrově vyskytují ve čtyřech izolovaných lokalitách: mys Barje, pásmo mezi obcemi Soline a Dragove, Brbinj, pásmo Zaglav-Luka-Žman-Berčastac (vrch západně od Sali). Základní znak těchto vrstev je, že neobsahují žádné fosílie. Jejich stáří se tedy určuje na základě předpokladu kontinuální stratigrafické posloupnosti, jejíž přirozený sled je barem-apt – alb-cenomam – cenomam-turon. Mocnost vrstev se pohybuje od 10 cm (Zaglav 10 až 30 cm) do až 50 m (Soline-Dragove 20 až 50 m). Jedná se o dolomitové horniny všech typů: dolomitické vápence, vápnité dolomity i čistý dolomit. Obsah  $CaMg(CO_3)_2$  se tak pohybuje v rozmezí od 5,31 do 95,65 %. Zjištěná mocnost souvrství je 200 až 600 m (200 m Zaglav, 400 m mys Barje a Soline-Dragove, 600 m Brbinj).

---

<sup>1</sup> Autoři (Pikelj, Juračić, 2013) pracují s pobřežním pásmem táhnoucím se od slovinsko-italských k černo-horsko-albánským hranicím.

<sup>2</sup> Týká se chorvatské části vymezeného regionu, v Černé Hoře se nacházejí další lokality s výskyty vulkanitů (Sutomore, Sušanj, Bečići).

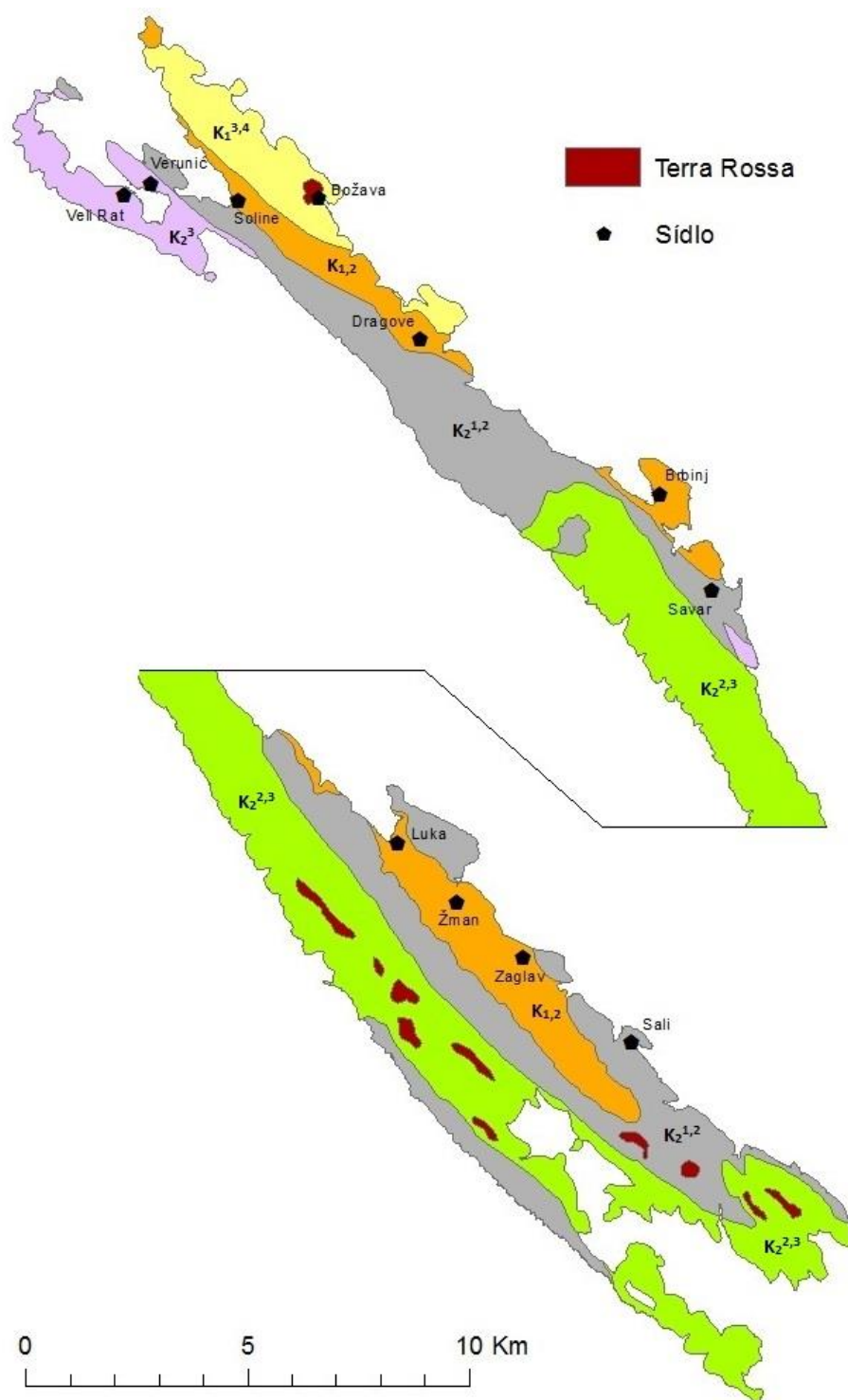
Nejstarší stupně svrchní křídly **cenoman-turon** ( $K_2^{1,2}$ ) nalezneme v sedmi jednotlivých lokalitách: mys Shajane, oblast severovýchodně od obce Verunić, prostor Soline-Savar, Zaglav, od mysu Zaglav do regionu Dugonjiva a Vršak. Tvoří je převážně vápence střídající se s šedými dolomity. U vápence je obsah  $CaCO_3$  dosti vysoký, zpravidla je to přes 90 %, na severozápadě ostrova až 97,8 %. U dolomitových složek je obsah uhličitanu hořečnatého rovněž v průměru 90 %. Vzhledem k tomu, že i zde dolomitizace probíhala ve značně proměnlivých podmínkách, mají tyto hodnoty v rámci vrstvy široký záběr. Mocnost jednotlivých vrstev je rovněž různá, střídají se vrstvy od několikamilimetrových dimenzí do síly jednoho metru.

Rudistový vápenec **turon-senonu** ( $K_2^{2,3}$ ) představuje nejrozšířenější složku stavby ostrova Dugi otok. Táhne se kontinuálně od střední části (nedaleko Brbinje) až k jihovýchodnímu okraji ostrova. Tyto vápence mají světlešedou barvu, jsou dobře vrstvené s mocností vrstev 20 až 60 cm. Tenké sedimenty dolomitů a dolomitických vápenců (10 až 30 cm) se vyskytují jen sporadicky. Litologicky jde o jednotvárný komplex vápence s vysokým podílem uhličitanu vápenatého (97-99 %), který je vysoký i v případě oněch výjimečných dolomitických vápenců (70 %). Místní vápenec je jemnozrnný, mechanicky ukládaný vápenec alochtonního původu.

Nejsvrchnější křídlové sedimenty **senonského** stáří ( $K_2^3$ ) nalezneme na dvou místech: severozápadní část ostrova na území známého jako Veli Rat a jižně od obce Savar. Je to monotónní série vápenců s občasnými změnami. Barvu mají od světle šedé přes šedou k šedohnědé, sílu vrstev od 20 do 60 cm. Obsah  $CaCO_3$  je opět vysoký (96-98 %). Celková mocnost této jednotky dosahuje až 400 m (Džaja, 2003).

**Kvartér** je na ostrově zastoupen v podobě karbonátových zvětralin červenice neboli terra rossy. Terra rossa je ve Středozeří velice rozšířený jev. Jedná se o načervenalý jílovitý až siltovito-jílovitý materiál pokrývající vápencové či dolomitové podloží ve formě nekontinuálních vrstev různých mocností (v řádu centimetrů až metrů). V závislosti na přístupu a zkušenosti autorů může být terra rossa považována za typ půdy, reliktní půdu (nepohřbený paleosol), paleosol nebo komplex pedologických sedimentů. Většina autorů se dnes přiklání k názoru, že jde o polygenetickou reliktní půdu zformovanou primárně během třetihor nebo třetihor a teplých a vlhkých období čtvrtohor. Terra rossa obecně vyplňuje morfologické vyhloubeniny a pukliny. Na ostrově Dugi otok je to nejčastěji tenčí vrstva od jednoho do tří metrů, silnější nánosy jsou vzácnější (Žmanská jezera – Veliko a Malo jezero, „polje“ (pole) u Božavy). Podle analýzy ze sousedního ostrova Kornat je zdejší červenice jemnozrnný sediment s průměrem částic

0,025 mm. Nejvíce obsaženou složkou je křemen (76,73 %), následují živec (13,59 %) a malý podíl rohovce (0,79 %). Přítomnost uhličitanu vápenatého nebyla zjištěna. Vzniku červenice nejvíce dopomohly hydrochemické procesy. Během času, kdy docházelo k rozpouštění karbonátů, se jeho nerozpustné částice ukládaly na níže položených místech, jako jsou dna závrťů, uval či jiných depresí. V době vytváření tohoto materiálu byl ve zkoumané oblasti přítomen alochtonní klastický materiál, který měl rovněž vliv na tvorbu terra rossy. To vysvětluje značný obsah těžkých minerálů, které podložní karbonát neobsahuje. Druhým hlavním faktorem vzniku terra rossy je transport, a to především vzdušnou a vodní cestou. Terra rossa se, jakožto jemnozrnný materiál, v suchém stavu lehce drolí a je tedy jednoduše odnesena větrem. Největší vliv však mají fluviální procesy, při kterých je materiál transportován ze svahů do níže položených depresí (Džaja, 2003; Durn, 2003).



Obr. 4 Zjednodušená geologická mapa ostrova Dugi otok.

Zdroj dat: Majcen et al. (1970); Mamužič (1970); Mamužič, Nedela-Devide (1968);  
upraveno.

## 6 ZÁKLADNÍ FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

Vedle litologického složení a tektonického vývoje působí na utváření reliéfu vnější fyzickogeografické činitele, proto je jim věnována samostatná kapitola.

### 6.1 Klimatické poměry

Dle principů Köppenovy klasifikace klimatu je svět rozdělen na pět podnebných pásem značených písmeny *A*, *B*, *C*, *D* a *E*. Pásmo *C*, znamenající mírné (mezotermální) podnebí, je na území Chorvatska zastoupeno v naprosté většině, výjimky tvoří jen ostrůvkovité vrcholové horské oblasti pevninské části země s klasifikací *D* – klima kontinentální. U mírného podnebného pásma (*C*) neklesá střední teplota nejchladnějšího měsíce pod  $-3^{\circ}\text{C}$  a zároveň je nejméně jeden měsíc v roce střední teplota vyšší než  $10^{\circ}\text{C}$ . Nižšími klimatickými kategoriemi (v Chorvatsku zastoupenými) s ohledem na srážky jsou *f* – bez suchého období a *s* – suché letní období. Chorvatsko můžeme tedy pomyslně rozdělit na dvě hlavní klimatické oblasti – *Cs* zastoupenou Dalmatskými ostrovy a pobřežní pevninskou částí Dalmácie a *Cf*, tvořící část Dalmácie vzdálenější od moře a největší severní a západní část Chorvatska. W. Köppen dále vyčlenil nižší klimatické kategorie pro mírné podnebné pásmo *C* s ohledem na teplotu. Jsou to kategorie *a* – horké léto, kde střední teplota vzduchu během nejteplejšího měsíce nedosahuje hodnot nižších než  $22^{\circ}\text{C}$ ; a *b* – teplé léto, kde je střední teplota vzduchu během nejteplejšího měsíce nižší než  $22^{\circ}\text{C}$ .

Ve výsledku je chorvatské území rozděleno na pět následujících podnebných typů: *Csa* = středozevní podnebí s horkým létem, *Csb* = středozevní podnebí s teplým létem, *Cfa* = mírně teplé vlhké podnebí s horkým létem, *Cfb* = mírně teplé vlhké podnebí s teplým létem, *Df* = vlhké kontinentální podnebí. Středozevní podnebí má nejteplejší část přímořského regionu Chorvatska. Do této kategorie spadá i zájmové území Dugi otok, konkrétně jde o typ s horkým létem (*Csa*). Zimy jsou zde mírné a deštivé, léta horká a suchá (Filipčić, 1998).

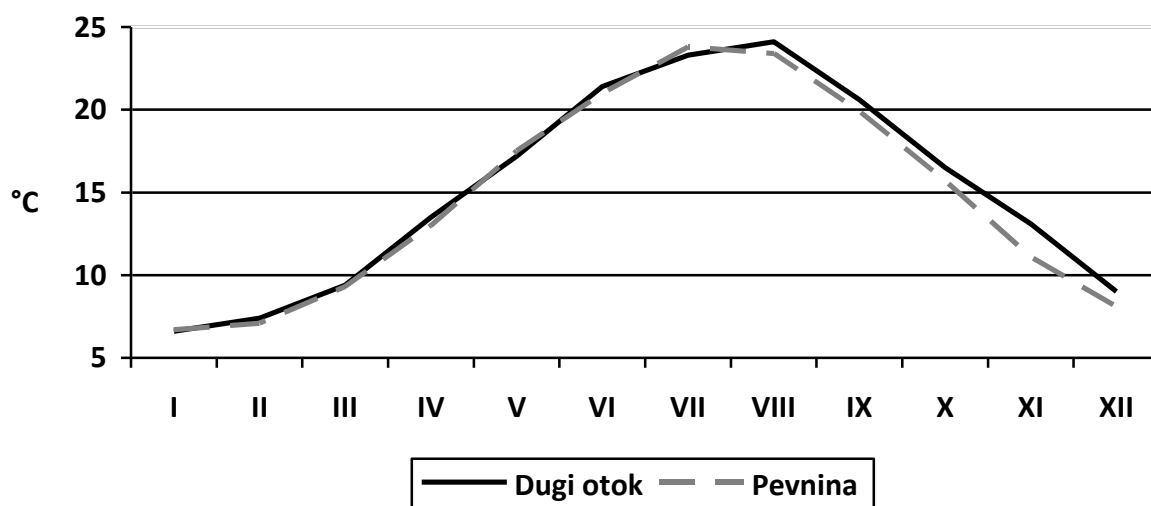
Meteorologické údaje o větru a teplotě vzduchu ostrova Dugi otok se zakládají na informacích z meteorologických stanic Božava (v SZ části ostrova.) a Grpašćak (v JZ části). Údaje o srážkách lze získat ze srážkoměrných stanic v obcích Božava, Brbinj a Sali (JV).

Roční chod teplot ostrovů je ovlivněn vedle geografické šířky i geografickou polohou v Jaderském moři. Ostrovy blízko pobřeží jsou vystaveny přímořskému i kontinentálnímu vlivu.

Tab. 1 Roční chod teploty vzduchu (°C) ve vybraných stanicích ostrova Dugi otok a okolí, průměr za období let 1961-1985.

STANICE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	PRŮMĚR
Božava	6,8	7,1	9,8	13,9	17,5	22,0	23,4	24,1	21,0	16,8	13,4	9,1	15,4
Grpašćak	6,4	7,6	9,0	13,1	16,9	20,8	23,2	24,1	20,1	16,1	12,8	8,8	14,9
∅ Dugi otok	6,6	7,4	9,4	13,5	17,2	21,4	23,3	24,1	20,6	16,5	13,1	9,0	15,2
Biograd <sup>3</sup>	6,7	6,8	9,1	13,1	17,7	21,0	24,0	23,6	20,0	15,5	10,6	8,1	14,8
Zadar <sup>3</sup>	6,7	7,4	9,4	12,9	17,2	21,0	23,6	23,1	19,8	15,8	11,5	8,1	14,7
∅ pevnina	6,7	7,1	9,3	13,0	17,5	21,0	23,8	23,4	19,9	15,7	11,1	8,1	14,8

Zdroj dat: Kraljev, 1995



Obr. 5 Graf ročního chodu teploty vzduchu (°C) ve stanicích Dugi otok a okolí, průměr za období let 1961-1985.

Nejnižší teploty o hodnotách 6,8°C a 6,4°C se ve dvou stanicích Božava a Grpašćak na ostrově Dugi otok vyskytují v měsíci lednu, nejvyšší teploty 24,1°C pak v srpnu (pro obě stanice). Maximální rozdíl teplot během roku se tak pohybuje v hodnotách 17,3°C respektive 17,7°C. Průměrná roční teplota ve stanici Božava je 15,4°C a ve stanici Grpašćak 14,9°C. Rozdíly v hodnotách během podzimních měsíců

<sup>3</sup> Meteorologická stanice nacházející se na pevnině.

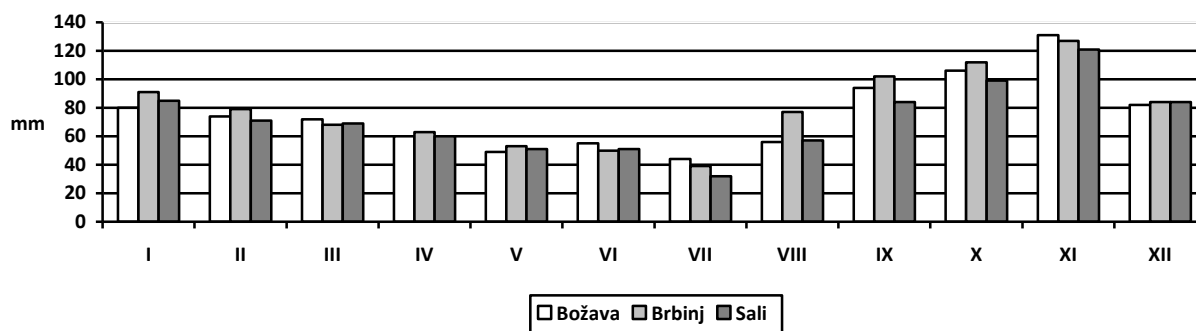


mezi stanicemi pevninskými (Biograd, Zadar) a ostrovními je přisuzováno termoregulačnímu účinku moře (obr. 5).

Tab. 2 Půměrné měsíční a roční úhrny srážek (mm) ve vybraných srážkoměrných stanicích ostrova Dugi otok a okolí za období let 1961-1985.

STANICE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	PRŮMĚR
Božava	80	74	72	60	49	55	44	56	94	106	131	82	903
Brbinj	91	79	68	63	53	50	39	77	102	112	127	84	945
Sali	85	71	69	60	51	51	32	57	84	99	121	84	864
Biograd <sup>4</sup>	75	64	61	60	43	56	25	45	79	100	98	99	805
Zadar <sup>4</sup>	77	72	74	60	61	52	35	63	98	112	119	94	917

Zdroj dat: Kraljev, 1995



Obr. 6 Graf měsíčních úhrnů srážek (mm) ve vybraných srážkoměrných stanicích ostrova Dugi otok, průměr za období let 1961-1985.

Trend rozložení množství srážek během roku se odráží v ročním chodu teplot. Podle dostupných dat je průměrný roční úhrn srážek v zadarském souostroví kolem 900 mm, především se samozřejmě jedná o srážky dešťové. Ve stanici Božava bylo naměřeno 903 mm/rok, ve stanici Brbinj 945 mm/rok a v Sali 864 mm/rok, což dává ostrovní průměr 904 mm/rok. Nejdeštivějším měsícem je listopad (kromě pevninské stanice v Biogradu, kde je ale rozdíl mezi říjnovými a prosincovými úhrny zanedbatelné 2 mm). Jasně nejsušším měsícem je červenec ve všech uvedených oblastech.

Letní sucha bývají problematická pro kulturní plodiny jako olivovníky, vinnou révu i zahradní plodiny pěstované na ostrovech, jelikož se vyskytují ve vegetační době, kdy jsou podmínky pro rozvoj rostlin nejdůležitější. Zahrady jsou tedy v tomto období

<sup>4</sup> Meteorologická stanice nacházející se na pevnině.

nejintenzivněji zavlažovány, což má velké nároky na už tak skromné zásoby vody v těchto krasových oblastech. Částečnou úlevou od nedostatku vertikálních srážek v tomto období je pro plodiny vysoká relativní vlhkost vzduchu. Její hodnota se během roku výrazně nemění a pohybuje se okolo 70-72 % (Božava 70 %, Grpašćak 73 %).

Vedle teploty vzduchu a úhrnu srážek je důležitým klimatickým elementem vítr. Převládajícími větry v oblasti jsou v létě mistrál (severozápadní vítr), a v zimě tzv. jugo a bóra<sup>5</sup> (jihovýchodní respektive severovýchodní směr), méně častější jsou levanter (východní), pulenat (neboli ponenat; západní) a tramontana (severní). Rychlost středně silných větrů (především jugo a bóra) nepřesahuje stupeň 5 Beaufortovy stupnice (Bft). Převládají slabé větry do stupně 3 Bft, silné větry nejsou časté. Pro představu více v následujících tabulkách.

Tab. 3 Četnost směru větru v procentech (%) ve stanicích ostrova Dugi otok, průměr za období let 1961-1985.

STANICE	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	BEZVĚTRÍ
Božava	6	14	5	26	6	2	6	22	13
Grpašćak	10	17	10	17	5	4	13	13	11

Zdroj dat: Kraljev, 1995

Tab. 4 Síla větru vzhledem k jeho směru ve stupních Beaufortovy stupnice (Bft) ve stanicích ostrova Dugi otok, průměr za období let 1961-1985.

STANICE	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
Božava	1,9	2,5	1,9	2,5	2,4	1,7	1,7	2,0
Grpašćak	1,6	2,1	1,9	2,5	2,5	1,8	1,4	1,3

Zdroj dat: Kraljev, 1995

Střední délka slunečního svitu v regionu je 2 491 hodin za rok (Kraljev, 1995). Nejdelší průměrné měsíční doby slunečního svitu jsou během července s délkou 343 hodin a nejkratší v prosinci se 105 hodinami (Filipčić, 2001; Magaš, Faričić, 1999; Magaš, Faričić, 2000; Kraljev, 1995; Šegota, Filipčić, 2003).

<sup>5</sup> Od slova „jug“ = jih; bóra - chorvatsky „bura“.

## 6.2 Hydrologické poměry

Vzhledem k tomu, že je téměř celý ostrov Dugi otok tvořen z karbonátových hornin, není překvapivé, že se na ostrově nenachází žádné stálé povrchové vodní toky ani prameny. Menší podzemní vodní tok byl zaznamenán mezi obcemi Žman a Luka. Přítomnost tohoto toku je v první řadě následek kontaktní zóny dolomitu (který je částečně nepropustný) a propustného vápence (Džaja, 2003).

Hydrogeologie karbonátů a především karbonátových ostrovů je velice komplikovaná. Základní znaky všech krasových oblastí zahrnují heterogenní prostředí, citlivost vůči znečištění, obtíže při modelování hydrogeologického systému a v případě přímořských oblastí a ostrovů i vliv mořské vody. Krasový terén v Chorvatsku vykazuje řadu odlišností. Hornina nemá prakticky žádnou primární pórovitost, sekundární pórovitost je běžně pouze 3-5 % (Terzić et al., 2007). Jedná se o horský terén charakteristický intenzivním stresem, reverzními zlomy a značnou hloubkou zkrasovění. Tektonické zlomy určují směr odtoku podzemní vody, vyskytuje se hlubinné sifonové proudění a voda je odváděna z pevninského masivu. Na ostrovech ale tyto vodní cesty byly zatopeny po transgresi moře. Epikrasová zóna má na chování vody primární vliv. V terénu s minimálním půdním pokryvem a téměř žádnou vegetací je infiltrace velice intenzivní. Ačkoliv neexistují pro míru infiltrace v regionu relevantní data, z existujících podmínek se dá předpokládat, že je to 40% celkového objemu srážkové vody.

Tyto podmínky představují značný problém pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Z pevniny totiž na ostrov nevede vodní potrubí a vybudování takovéto infrastruktury se z důvodů velké vzdálenosti ani neplánuje (Terzić et al., 2007). To komplikuje situaci především během suchých letních měsíců, kdy s příchodem turistů poptávka po vodě značně převyšuje kapacitu srážkové vody a cisterny se tak musí doplňovat vodou dopravenou z pevniny tankery, což je velice nákladné. Srážková voda byla a je zachycována do rezervoárů jakožto hlavní zdroj pitné vody. Historicky to byly menší vodní kopané rezervoáry především pro zavlažovací účely a hospodářská zvířata (celkem 10; Zelenika et al., 2001) a studny budované v některých depresích vyplněných mocnějšími vrstvami kvartérních sedimentů. Nejspolehlivějším přirozeným povrchovým zdrojem vody na ostrově je tzv. Žmansko pojle (Veliko a Malo jezero) v jihovýchodní části ostrova. Méně propustné kvartérní sedimenty na dně této nízko položené deprese (1,5 respektive 2 m nad mořem; Zelenika et al., 2001) umožňují její relativně dlouhotrvající zaplavení během srážkově bohatých měsíců (obr. 8; Terzić et al., 2007; Zelenika et al., 2001).

### 6.3 Půdy a rostlinstvo

Ostrov Dugi otok je zčásti pokryt více či méně mocnými horizonty červenice neboli terra rossy (více o terra rosse v kapitole 5). Během staletí byla půda na některých místech různými způsoby kultivována, nejčastěji odstraňováním kamenů v polích a zahradách či hnojením. Pěstování plodin vedlo k většímu množství organického materiálu hromadícího se v humusovém horizontu, půdy jsou tak člověkem značně ovlivněny a někdy mohou být považovány za půdy antropogenního původu. Terra rossa je v kombinaci s místním podnebím vhodná pro pěstování především vinné révy a olivovníků, dále stromů jako jsou fíkovníky, mandlovníky, regionálně významný druh třešně maraska, karob, citrusy, jeřáby, broskvoně, granátovníky a další (Magaš, Faričić, 1999).

Typickým autochtonním pokryvem tohoto typu krajiny je macchie. Nejčastějšími zástupci tzv. vyšší makchie jsou dub cesmínovitý (*Quercus ilex*), kalina modroplodá (*Viburnum tinus*), planika obecný (*Arbutus unedo*), jalovec červenoplodý (*Juniperus oxycedrus*), jalovec fénický (*Juniperus phoenicea*), vřesovec stromovitý (*Erica arborea*), jamovec širokolistý (*Phillyrea latifolia*) či planý olivovník (*Olea oleaster*). Z nižší macchie můžeme jmenovat zástupce čeledi cistovitých (*Cistus villosus* a *C. monspeliensis*), rozmarýn lékařský (*Rosmarinus officinalis*), šalvěj lékařskou (*Salvia officinalis*), smil italský (*Helychrysum italicum*) či válečka (*Brachypodium Ramosum*). Travniny jsou vedle stálezelených keřů a bylin také typickým pokryvem zadarských ostrovů (Horvatić, 1963).

### 6.4 Ochrana životního prostředí

Na ostrově se nachází chráněné území „Prirodni park Telašćica“. Jedná se o jeden z deseti chorvatských chráněných oblastí této kategorie. Území bylo vyhlášeno roku 1988 po oddělení od Národního parku Kornati, jež se rozkládá na ostrovech jihovýchodně od Telašćice. Přírodní park pokrývá plochu 70,5 km<sup>2</sup>, z toho 25,95 km<sup>2</sup> zaujímá souš a 44,55 km<sup>2</sup> moře. Park vznikl za účelem ochrany geomorfologických, oceánografických a ekologických významných lokalit jako jsou útes Grpašćak, mořské jezero Mir či vody zálivu Telašćica. Vyskytující se zde jedinečné biocenózy, včetně často endemitické autochtonní vegetace (Magaš, 1998).



Obr. 7 Záliv Mir v Přírodním parku Telašćica.  
*Převzato z: Džaja, 2003*



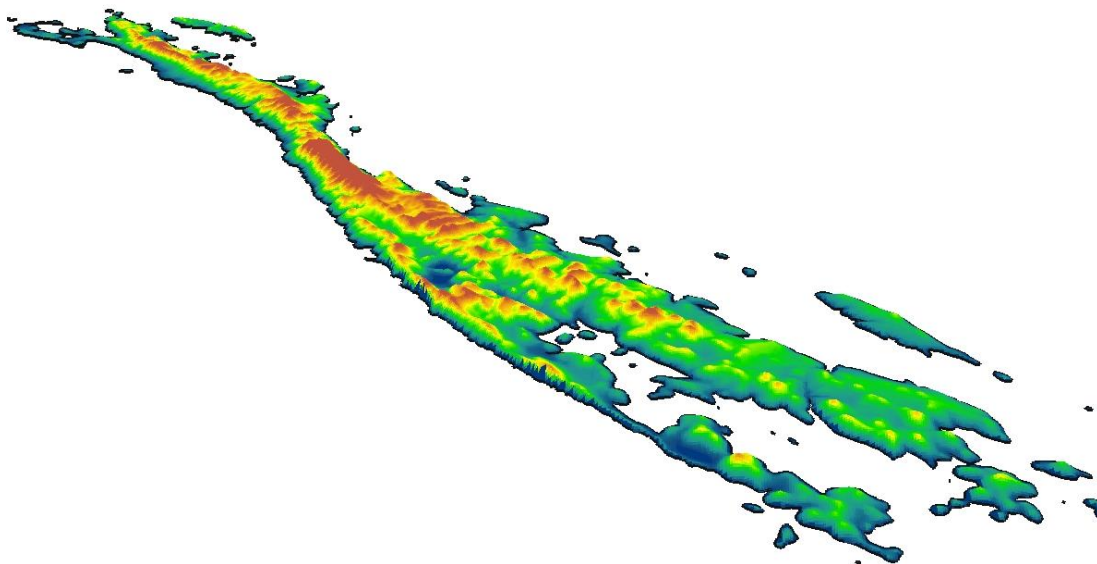
Obr. 8 Závrt Malo jezero zadržující vodu během srážkově bohatšího období (duben 2014).

## 7 ZÁKLADNÍ MORFOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY OSTROVA

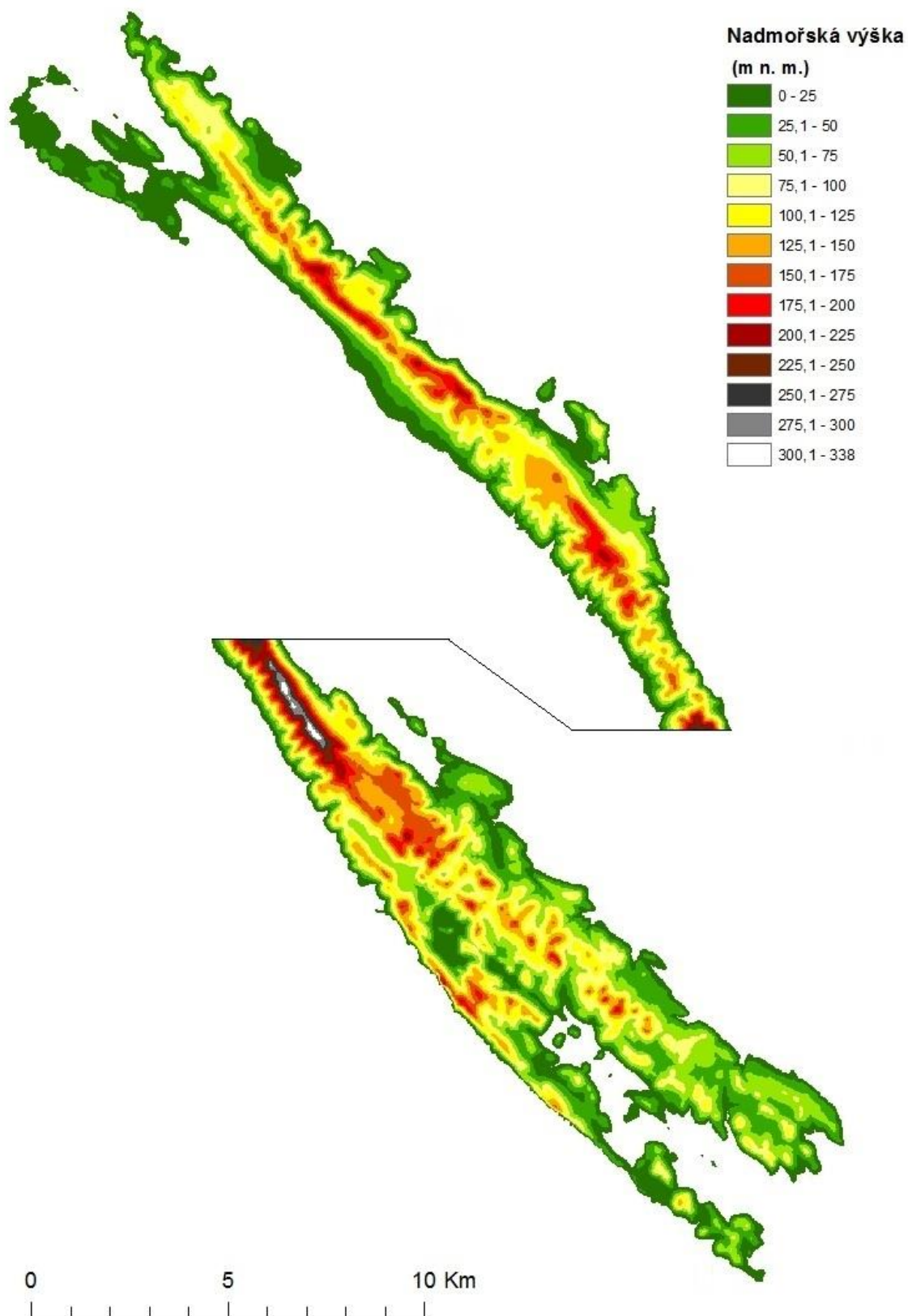
Dugi otok sestává z poměrně homogenního hřbetu rozčleněného pouze menšími sedly, který se směrem na jihovýchod dělí ve dvě větve omezené depresemi Velo a Malo jezero, Dugo polje a zálivem Mir.

### 7.1 Absolutní výšková členitost

Zonální rozložení výškových stupňů je na ostrově poměrně pravidelné. Nejnižší položené části ostrova se nacházejí na obou jeho koncích. Na severozápadě je to oblast Veli Rat, kde se nadmořská výška pohybuje do 50 m, na jihovýchodě je to okolí zálivu Telaščica s výškou do přibližně 100 m n. m. Směrem do středu ostrova se z obou konců zvedá protáhlý hřbet, který vrcholí v jeho střední části. Nachází se zde nejvyšší bod ostrova Vela straža s 338 m n. m.



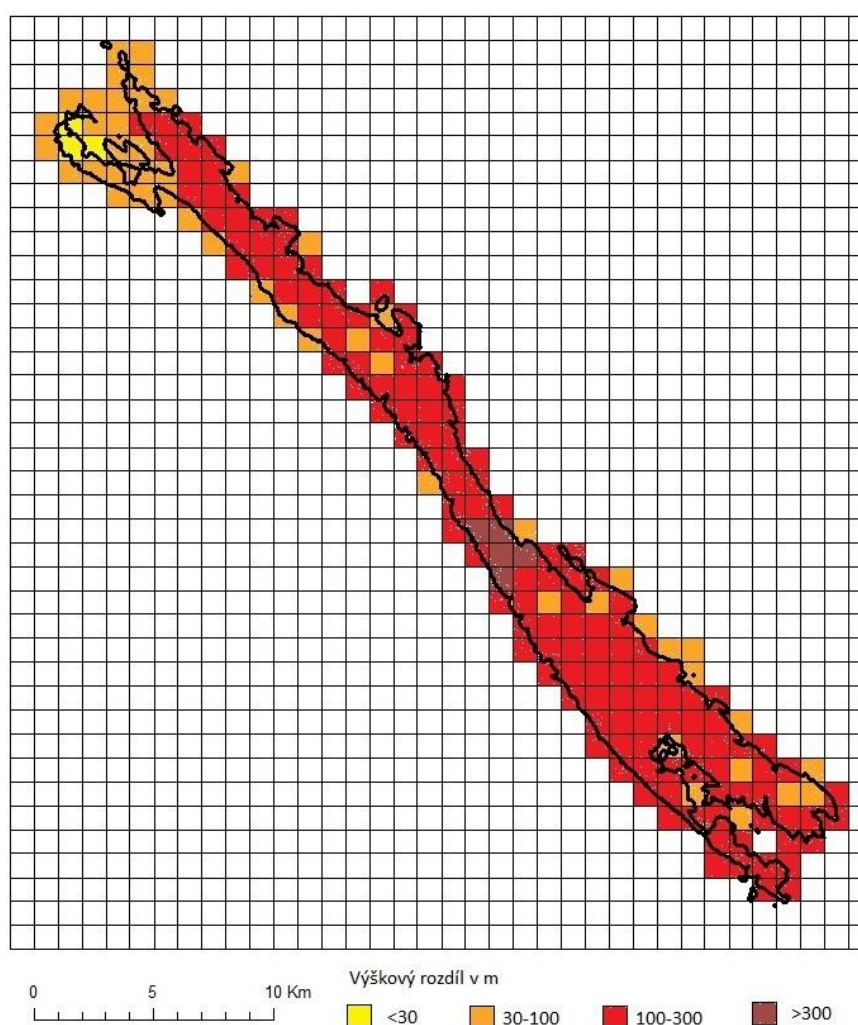
Obr. 9 3D model reliéfu ostrova Dugi otok.



Obr. 10 Mapa absolutní výškové členitosti ostrova Dugi otok.

## 7.2 Relativní výšková členitost

Relativní výšková členitost je výškový rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším bodem na jednotce plochy, například jednoho kilometru čtverečního. Ostrov je velice členitý a oblasti se zarovnanějším reliéfem nalezneme spíše zřídka. Do kategorie rovin (rozdíl do 30 m/km<sup>2</sup>) můžeme zařadit snad jen menší část poloostrova Veli Rat. Oblasti s výškovým rozdílem od 30 do 100 m nalezneme na zbytku území severozápadní části ostrova, dále ostrůvkovitě na jihovýchodním cípu ostrova, ale i ve vnitrozemí ve vrcholových částech hlavního hřebenu. Největší rozdíl v nadmořské výšce na jednom kilometru čtverečním je ve střední části ostrova, kde se jeho šířka pohybuje právě pouze okolo jednoho kilometru a jde zároveň o jeho nejvyšší část. Relativní rozdíl se zde tak pohybuje v hodnotách kolem tří set metrů. Všem ostatním lokalitám můžeme přiřadit zbylé hodnoty od sta do tří set metrů výškového rozdílu (obr. 11).

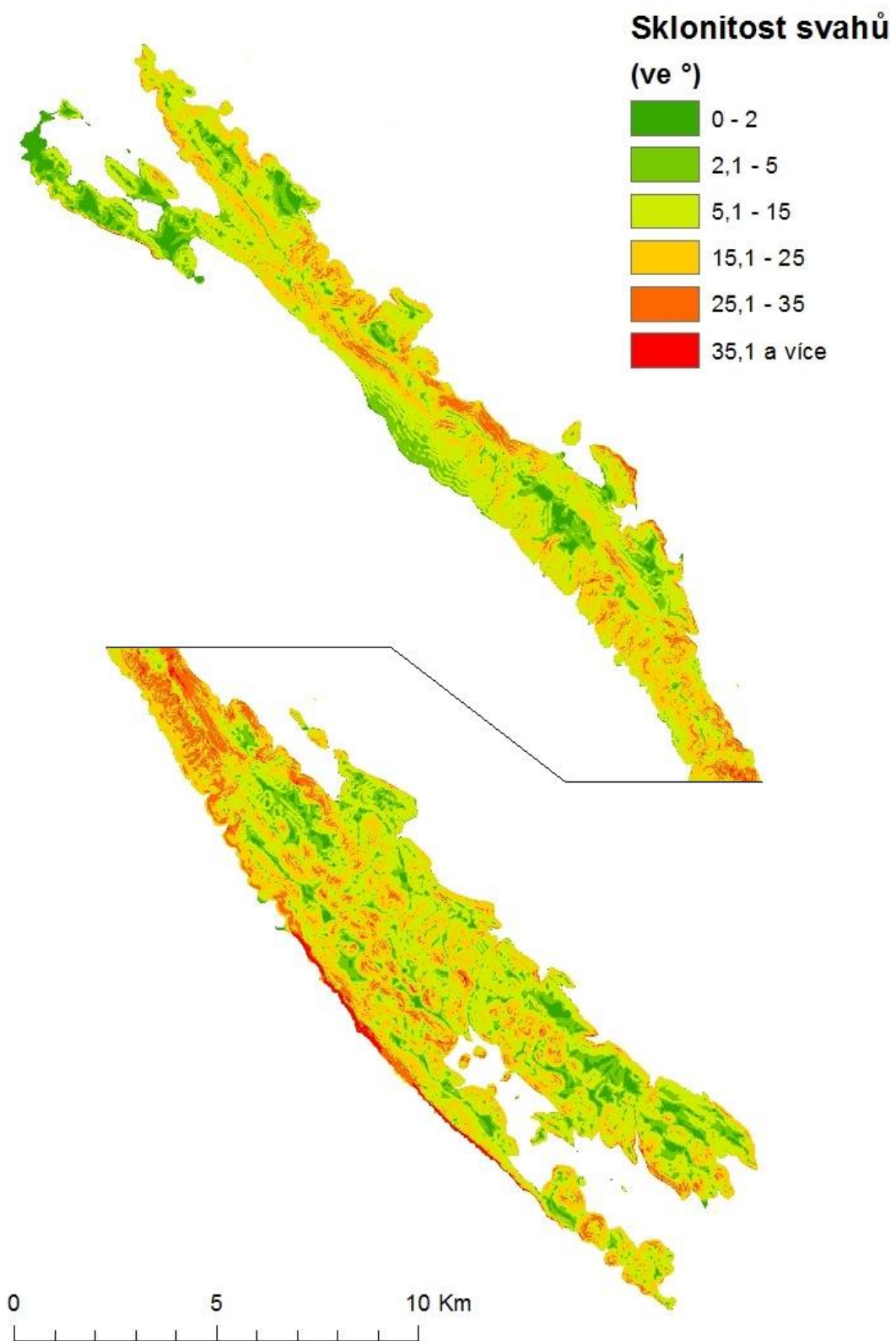


Obr. 11 Relativní výšková členitost ostrova Dugi otok. Pozn.: Při konstrukci mapy byla vzata v úvahu hloubka moře v sektorech vymezených na rozhraní pevniny a moře.

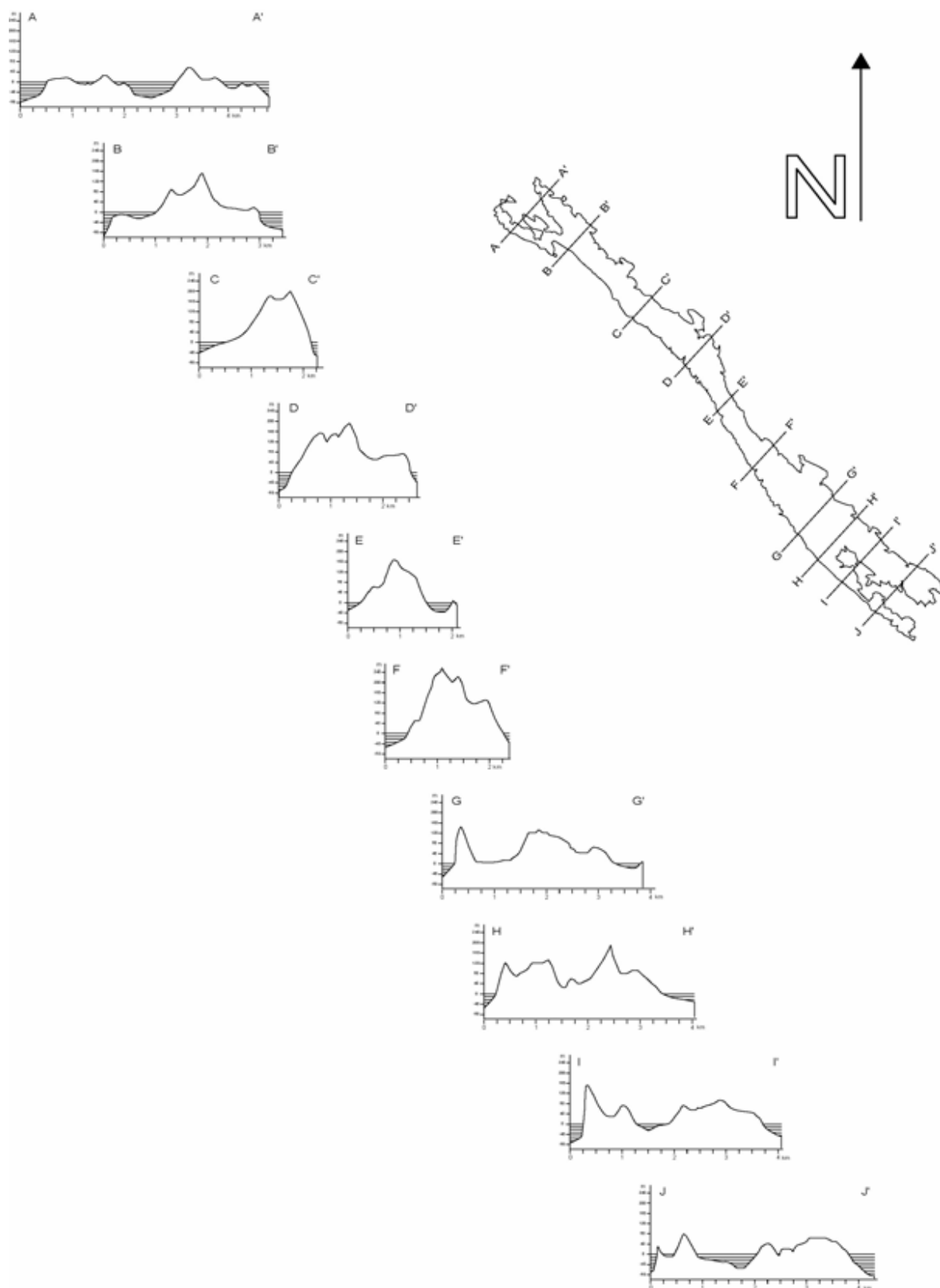


### 7.3 Sklonitost svahů

Vzhledem k členitosti ostrova můžeme rozložení jednotlivých hodnot sklonu svahů na ostrově pozorovat v podstatě plošně (obr. 12). Reliéf rovinný (sklon do  $2^\circ$ ) a mírně skloněný ( $2 - 5^\circ$ ) charakterizují deprese často vyplněné kvartérními sedimenty (Velo a Malo jezero, Dugo polje, Krajno polje), jižně od obce Sali Saljsko poje a některé další lokality na jihovýchod od vesnice, méně členitá oblast Veli rat a okolí vesnice Božava. Všechny tyto lokality jsou zároveň nízko položené (do 50 metrů nad mořem), jihozápadně od obce Brbinj se ale nachází plošší oblast na vrcholku ostrovního hřbetu v nadmořské výšce od 125 do 150 m. Všechny tyto oblasti, včetně poslední zmíněné, jsou zemědělsky využívané. Značně skloněné ( $5 - 15^\circ$ ) a příkře skloněné svahy ( $15 - 25^\circ$ ) charakterizují velkou reliéfu. Velmi příkře skloněné svahy ( $25 - 35^\circ$ ) najdeme zejména po obou stranách ostrovního hřbetu v jeho střední části (profily E a F na obrázku 13), v jiných oblastech ostrova jsou to nejstrmější partie na vrcholu typicky zaoblených kopců, které mají často kruhový půdorys. Vezmeme-li v potaz severní polovinu ostrova, jako příkřejší se zde jeví severovýchodní břeh, v jižní polovině ostrova je tomu naopak - jednoznačně se zde vyjímá téměř kolmý útes Grpaščak orientovaný na jihozápad.



Obr. 12 Mapa sklonitosti svahů ostrova Dugi otok.



Obr. 13 Příkladný profil ostrovem Dugi otok.

*Převzato z: Džaja, 2003*

## 8 CHARAKTERISTIKY VYBRANÝCH TVARŮ RELIÉFU

Vývoj reliéfu ostrova Dugi otok je utvářen mnoha činiteli. Po strukturně podmíněných tvarech je reliéf charakterizován probíhajícími krasovými procesy, je ale ovlivněn i procesy marinními a v neposlední řadě jej utváří i člověk. Vybrané tvary reliéfu zmíněné v této kapitole jsou přeneseny do mapy (obr. 31).

### 8.1 Strukturní geomorfologické znaky

Celkový morfostrukturní vzhled reliéfu ostrova Dugi otok ovlivňovala základní tektonická struktura oblasti v kombinaci s nedávnými pohyby a postpleistocénní transgresí moře. Ostrov Dugi otok je součástí Jaderské litosférické mikrodesky, která je od Africké litosférické desky oddělena výraznou zlomovou linií. Jaderská mikrodeska je tvořena převážně kontinentální zemskou kůrou a subdukuje pod Euroasijskou desku.

Základní strukturu ostrova tvoří dlouhé antiklinální lineární hřbety orientované ve shodě s dinárským směrem. V závislosti na exogenních procesech jsou hřbety rozčleněny v řadu oblých vrcholů a sedel mezi nimi. Velký význam při erozně denudačních procesech rozčleňování hřbetů měla strukturní podmíněnost daná průběhem zlomových linií ve směru SV-JZ. Proces rozčleňování byl v pleistocénu ovlivněn mořskou transgresí, kdy byla níže položená sedla zaplavena. Na jihozápadě tak došlo k oddělení ostrova od Kornatského archipelága. Výraznější údolí se vyskytují v obou krajních oblastech ostrova. Na severozápadě je to menší údolí v oblasti Veli Rat a údolí na jihovýchodě v oblasti přírodního parku Telaščica. Údolí jsou zčásti potopena a tvoří tak zálivy. Ostatní, a v porovnání s předchozími zároveň výrazně menší, synklinální útvary ve vnitrozemních oblastech ostrova jsou v regionální topomastice pojmenovány jako „polje“. Zde je třeba upřesnit původ tohoto pojmenování - díky mocnějšímu půdnímu pokryvu jsou to místa nejvhodnější pro zemědělskou činnost<sup>6</sup>. Nejedná se o krasová polje v pravém slova smyslu. Tyto prohlubně totiž nedosahují dimenzí krasových poljí<sup>7</sup>, dle karsologické terminologie by měly být klasifikovány jako uvaly, navíc v některých případech je korozní působení při rozšiřování těchto údolí jen nepatrné a při jejich utváření nemělo primární význam.

---

<sup>6</sup> Slovo „polje“ je chorvatský ekvivalent českého slova „pole“, stejně jako polje jakožto geomorfologického útvaru vzniklého krasovými procesy.

<sup>7</sup> Polje má alespoň kilometr na délku a 400 m na šířku (Ford, Williams, 2007).

Jedním z nejvýraznějších projevů neotektonických pohybů na ostrově je strukturní zlom orientovaný v SZ-JV směru a podmiňující existenci části západního břehu ostrova. Nejintenzivnější tektonická činnost zde probíhala během oligocénu a miocénu, následně znovu koncem pliocénu a stále pokračuje i během kvartéru. Tektonika úzce souvisí s polohou ostrova na Jaderské litosférické mikrodesece. Přímým projevem subdukčního rozhraní s deskou Africkou je (téměř) kolmý strukturní svah. Díky vysokému tlaku v hornině dochází k jejímu rozpukání a následnému pohybu podél paraklázy. Rozsah tohoto pohybu může být neznatelný, v tomto případě ale dosahuje dimenze přes sto metrů. Místní obyvatelé tento strukturní svah nazývají „klif“, což by mohlo vést k mylné domněnce, že se jedná o abrazní srub. Ten je však utvářen mořskou abrazí a zpětnou erozí pobřežní linie a na jeho úpatí se nachází abrazní plošina vytvořená z říceného materiálu (Smolová, Vítek, 2007). V případě tohoto ostrovního útesu je zřejmá jeho výrazná strukturní podmíněnost a geneze související s tektonickými pochody vedoucími k odhalení plochy diskontinuity, která plynule pokračuje hluboko pod mořskou hladinu. Vzhledem k tomu, že útes čelí otevřenému moři, kde je dostatek prostoru pro vývoj někdy značně velkých vln, mořská abraze se zde přece jen projevuje, nicméně až sekundárně. Vlnobití způsobuje lámání skalního útesu, tvoří výklenky, vyhloubeniny a jeskyně. Dá se také předpokládat, že vedle fyzikálního zvětrávacího procesu dochází na karbonátové ploše i ke korozi. Takto charakterizované rozhraní tektonických jednotek můžeme podél poruchy pozorovat i na dalších ostrovech vnějšího pásma zadarského souostroví.

Největší strukturní útes na ostrově je útes Grpaščak (obr. 14), který dosahuje relativní výšky 146 m nad mořskou hladinou, pod ní svah strmě pokračuje k jeho úpatí dalších asi 90 m a táhne se v délce sedm km od jihozápadního konce pobřeží (kde tvoří rozhraní otevřeného moře a jezera Mir – obr. 19a). Kromě tohoto strukturního útesu se dále na severozápad u zátoky Brbinjščica nachází ještě jeden skalní útes dlouhý dva kilometry, který je vysoký 15 metrů nad hladinou, pod ní klesá dalších 20 metrů (Džaja, 2003).

## **8.2 Charakter pobřeží a marinní reliéf**

Dnešní podoba pobřeží v oblasti je následek mořské transgrese po posledním zalednění, její utváření tedy započalo teprve přes asi 6000 lety (Demek, 1985). Než byly dnes potopené oblasti zaplaveny i zde docházelo ke vzniku útvarů jako krasová údolí, uvaly, polje, suchá údolí, jeskyně či mikroformy výsledků krasových procesů a tato dnes

podmořská část dinárského krasu může být považována za reliktní kras. Ponořením rozvinuté krasové krajiny má obvykle za následek zformování členitého archipelagu ostrovů a ostrůvků. V případě východního Jadranu se jedná o druhý největší archipelag (po řeckých ostrovech) a jedno z nečlenitějších pobřeží (po Norsku; Pikelj, Juračić, 2013).

Obecně můžeme ve výchoadriatickém regionu nalézt tři **typy pobřeží** na karbonátech (Pikelj, Juračić, 2013), z nichž všechny jsou na ostrově Dugi otok zastoupeny. Prvním z nich je **skalnaté pobřeží**, v rámci povrchu členité, většinou s těžko dostupnými břehy. Morfograficky můžeme pobřeží rozdělit na strmé a ploché (Demek, 1985). Typ strmých pobřeží se dále dělí na dva druhy – útesy (sklon  $> 55^\circ$ ) a útesovité pobřeží (sklon  $12^\circ$  až  $32^\circ$  a  $32^\circ$  až  $55^\circ$ ; Džaja, 2003). Tato strmá pobřeží jsou na ostrově většinou následky tektonických pochodů. Útesy Grpašćak a další, jakožto rozhraní tektonických jednotek, byly již popsány výše. Vzhledem ke geologickému mládí a k tomu, že je pobřeží složeno z odolných hornin, se útesy v pravém slova smyslu (tedy vzniklé abrazním působením moře) na ostrově prakticky nevyskytují. Kromě těchto téměř vertikálních strukturních útesů mají i ostatní strmé části pobřežního pásma primárně tektonický původ. K abrazi nicméně samozřejmě dochází, síla vln způsobuje řícení bloků a tvorbu výklenků a prohlubní v první řadě u méně odolných a více rozpukaných vrstev sedimentární horniny a také u dolomitických vrstev, které obecně lépe podléhají mechanickému narušování. Ploché typ břehů se nachází hlavně v nižších SZ a JV částech ostrova a i ten je převážně skalnatý.

Rozsah ovlivnění reliéfu mořskou abrazí úzce souvisí s výškou dmutí mořské hladiny. Průměrná amplituda slapů na sousedním ostrově Iž je 87 cm, datové záznamy ze slapové stanice v Zadaru ukazují maximální roční rozdíl mezi výškou přílivu a odlivu 136 cm (Magaš, Faričić, 1999), což by znamenalo, že aktivně modelovanou částí pobřeží je plocha obřeží nacházející se do 68 cm nad střední hladinou. Výšku dosahu vody nicméně ovlivňuje i vlnění a musí tedy být vzata v úvahu i expozice jednotlivých částí břehů. Severovýchodní břeh je krytý ostatními ostrovy, v kanálech mezi nimi není dostatečný prostor pro vytvoření vln díky větru vanoucího ze severu. Jejich výška nepřekračuje 2,5 m, zatímco na jihozápadním břehu ostrova, který je vystaven volnému moři, mohou vznikat vlny větší než šest metrů. Síla příboje mimo to závisí také na horizontálním i vertikálním tvaru pobřeží. Na útesech a strmějších svazích je větší, zatímco u mírně ukloněných svahů se vlna láme dále od březní čáry a příboj je tak slabší.

Druhým, zajímavým především speciálně právě pro severodalmatské ostrovy, typickým tvarem pobřeží jsou nad hladinu vody vystupující **strukturní plošiny** tvořené svrchními vrstvami karbonátového podloží. Tyto strukturní plošiny jsou subhorizontálně položené či mírně ukloněné. Typickým příkladem takového typu pobřeží je ostrůvek Taljurić kulatého půdorysu nacházející se 300 m od jihovýchodního cípu ostrova Dugi otok (obr. 15).

Třetím typem morfologie pobřeží je **pláž**. Pláže jsou zde četné, typicky malé, většinou štěrkovité. Karbonátové oblázkové pláže jsou zde formovány dvěma způsoby. Prvním typem jsou pláže na jižních až jihovýchodních březích ostrovů vystavené vlnám z volného moře hnaným jugem<sup>8</sup> a umožňují tak akumulovat materiál transportovaný z tohoto směru. Jsou zformované na předem tektonicky porušených a oslabených karbonátových strukturách. Typickým příkladem je opět lokalita na ostrově Dugi otok – pláž Sakarun v severní části západního pobřeží. Tato pláž je 285 m dlouhá. Druhým typem pláže jsou malé kamenité akumulární zátoky při ústích údolí, které byly vytvořeny fluvialními procesy v karbonátovém podloží ještě před transgresí moře. Stagnace mořské hladiny během holocénu umožnila uložení aluviálních sedimentů ve spodních částech těchto sníženin sloužících jako kanál pro odtok vody. Vedle sedimentů transportovaných příležitostnými vodními proudy mohou pláže obsahovat i materiál donesený svahovými pochody, říčením, zvětráváním či krasověním uvolněných skalních bloků a částí svahu nad ústími suchých údolí. Tyto pláže většinou nedosahují velikostí větších než několik desítek metrů. Tvar, velikost a geografická orientace těchto pláží je obecně nepravidelná. Stejně je tomu i na ostrově Dugi otok. Zde se zdají být nejčetnější na západním břehu ve střední části ostrova (Pikelj, Juračić, 2013; Džaja, 2003).

Po zvýšení mořské hladiny v minulosti vzniklo mnoho malých ostrůvků, jež jsou vrcholy tehdejších oblých konvexních útvarů. Na severozápadě ostrova Dugi otok, v oblasti známé jako Veli Rat, došlo mezi jedním z takovýchto ostrůvků a mysem vybíhajícím z pobřeží k akumulaci písku a jiného sypkého materiálu na místě nyní ponořeného sedla. Dříve samostatný ostrůvek Okljuk byl tak spojen s hlavním ostrovem **písečným valem** (obr. 16 a 17). Tato hráz je 150 m dlouhá, dva metry vysoká a v nejužším místě má pět metrů na šířku. Druhý takovýto akumulární útvar menších

---

<sup>8</sup> Typ větru vanoucího z jihu. Během juga putují k západobalkánským břehům z Jaderského moře největší vlny.

rozměrů spojuje mys s malým ostrůvkem jižně od pláže Sakarun a tvoří tak mys Lopata (obr. 17).

Skalnaté břehy přímo na rozhraní pevniny a moře jsou utvářeny abrazí, korozí atmosférickou vodou, ale i přítomnými řasami, lišejníky a jinými organismy. Především na horninách plochých a částech mírněji strmých břehů dochází ke vzniku příbřežních škrapů, prohlubní a kamenic v různých fázích utváření. Místa, která jsou ovlivněna biogenními činiteli, mají temnější barvu. Z tvarů **biogenního reliéfu**, v tomto případě ovlivněného biokorozí organismů výhradně marinního původu, se vyjímají členité prohlubně balanusů (obr. 18), kdy balanus je mořský plž žijící v koloniích v příbřežní zóně.

Na jihozápadním cípu ostrova se v přírodním parku Telašćica nachází **mořské jezero Mir**. Jedná se o potopenou krasovou uvalu na úzkém výběžku pevniny mezi zálivem Mir a volným mořem. Díky transgresi moře se voda dostává do této prohlubně skrz pukliny v podloží (obr. 19) a při příboji za silného jižního větru i povrchově přes úžinu pod jižním koncem jezera. Salinita vody v jezeru je vyšší než v okolním moři (38,5 ‰)<sup>9</sup>. To je způsobeno nízkou propustností přírodních puklin z důvodu jejich zaplněnosti kalcitem a zlomovými brekciemi a tím, že je výpar z jezera větší než celkový přítok vody. Jezero Mir má napříč 900 respektive 300 m a maximální hloubku 5,6 metrů. I z tohoto důvodu je teplota vody v něm vyšší (v létě až 33°C, v zimě 5°C) než ve volném moři. Přestože je vodní kapacita puklin, kterými voda do jezera přichází, poměrně malá, cyklus přílivu a odlivu přesto jeho objem ovlivňuje, byť s časovým zpožděním. V závislosti na slapových jevech kolísá výška hladiny jezera v rámci centimetrového rozdílu. Za vysokých přílivů, kdy je setrvačností přítoku vody do jezera jeho hladina níže než v moři, je možné vývěr z puklin na některých místech pozorovat (obr. 19b). Břeh jezera je nízký a skalnatý, pokrytý škrapy, s menšími plošinami akumulace písku na jihozápadě. Dno jezera je spíše skalnaté v mělkých částech, v těch hlubších je pokryto

---

<sup>9</sup> Podle Magaše a Faričice (1999) se salinita mořské vody v okolí ostrova Rava (sousední ostrov) pohybuje od 37 ‰ do spíše výjimečně vyšších hodnot 38,5 ‰. Kolísání těchto hodnot má sezonní charakter.



pelitem a v jihovýchodní části i fangem (léčivé bahno). Vzhledem k obecným procesům vývoje reliéfních depresí, dá se v budoucnu očekávat zanášení sedimentačním materiálem a postupný zánik jezera (Džaja, 2003).



Obr. 14 Útes Grpaščak – Přírodní park Telašćica. Mořská abraze vytváří skalní výklenky a dutiny. Na odhalené skalní ploše jsou viditelné jednotlivé vrstvy karbonátových hornin a jejich sklon. Duben 2014

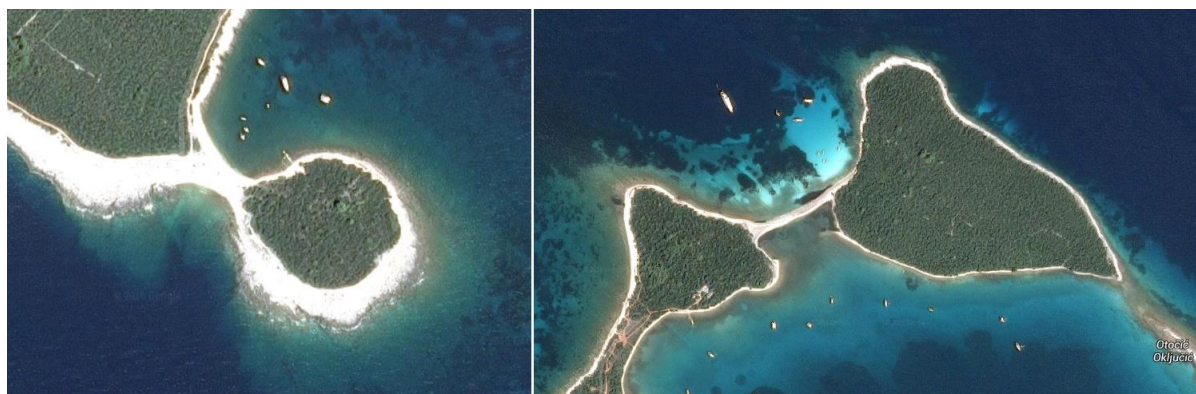


Obr. 15 Ostrůvek Tlajurić.

Zdroj: <http://pp-telascica.hr>



Obr. 16 Hráz ze sypkého materiálu akumulovaného mezi pevninou a někdejší ostrůvkem  
Okljuk. Duben 2014.



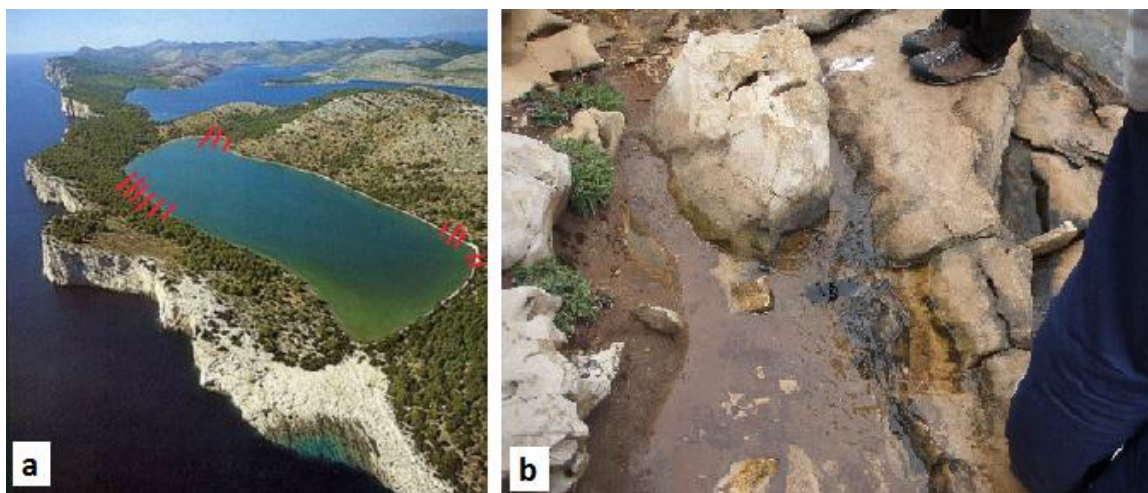
Obr. 17 Satelitní snímky mysů Lopata (vlevo) a Okljuk (vpravo) s akumuláčními hrázemi  
spojující někdejší samostatné ostrovy a pevninu.

*Zdroj: maps.google.com*



Obr. 18 Prohlubně balanusů.

*Převzato z: Džaja, 2003*



Obr. 19 a) Letecký snímek mořského jezera Mir - červené linie označují místa výskytu skalních puklin, kde byla zaznamenána cirkulace vody a b) vývěr mořské vody z pukliny ve skále na břehu jezera Mir.

*Zdroj: převzato z: Surić, 2005 (vlevo) a fotografie pořízená autorkou, duben 2014 (vpravo)*

### 8.3 Krasové procesy a útvary

Díky jasné převaze karbonátových hornin na ostrově převládá krasový reliéf. Intenzita korozního procesu karbonátů je určena litologických složením. Podle velikosti exokrasových, ale i endokrasových útvarů je očividné, že k jejich utvoření dochází častěji na horninách s vysokým podílem uhličitanu vápenatého. Způsob a intenzitu krasování ovlivňují i další strukturní prvky horniny jako hustota primárních i sekundárních puklin a dutin či sklon uložených vrstev vápence a sklon povrchu vůči sklonu vrstev. Sklon vrstev často ovlivní tvar povrchového krasového útvaru (např. asymetrické závrtý). Škrapy a jiné povrchové útvary jsou různorodější a obecně větší na mírněji ukloněném povrchu do 12°, kde tavná voda odtéká puklinami a koroze je směřována směrem dovnitř horniny. V příkřejším terénu je rozpouštění karbonátů méně intenzivní, což je způsobeno především větší rychlostí povrchového odtoku, nenasycená voda tak nemá „dostatek času“ korozně působit. Litostratigrafický charakter jednotlivých vrstev také do značné míry omezuje či umožňuje vytváření jistých korozních útvarů. Velice tenké vrstvy umožňují tvorbu škrapů odpovídajících dimenzí. Vedle zmíněných faktorů mají na krasování vliv i klimatické podmínky, po teplotě vzduchu a větru nejvíce samozřejmě množství srážek. Během horkých a suchých měsíců je intenzita koroze a biokoroze značně snížena. Vegetační pokryv zamezuje půdní erozi především na ukloněných plochách (>12°). Pod půdním pokryvem (byť zde většinou plytkým a kamenitým) probíhá rozpouštění vápence díky řasám a organismům intenzivněji. Na svazích, kde se vegetace buďto přirozeně nevyskytuje nebo byla člověkem eliminována, tedy nedochází ke tvorbě korozních útvarů takovým tempem jako na površích pokrytých (Džaja, 2003).

#### 8.3.1 Exokras

Ford a Williams (2007) rozlišují škrapy podle velikosti: a) mikrotvary menší než jeden centimetr, b) tvary od jednoho centimetru do 10 m velké, c) tvary větší než 10 m (kluftkarren). Různé druhy exokrasových tvarů se na ostrově Dugi otok vyskytují plošně po celém jeho území. Díky variacím mezi faktory ovlivňujícími intenzitu krasování a výsledný tvar škrapů je běžné vidět kombinaci dvou či více druhů v jejich různých fázích vývoje. Díky změnám působení těchto faktorů se mohou tyto polygenetické formy škrapů v čase měnit. Mezi nimi se svou početností vyjímají žlábkové škrapy, mřížovité škrapy, kamenice a biokorózní vyhloubeniny, ale i celá škrapová pole (Perica et al., 2004).

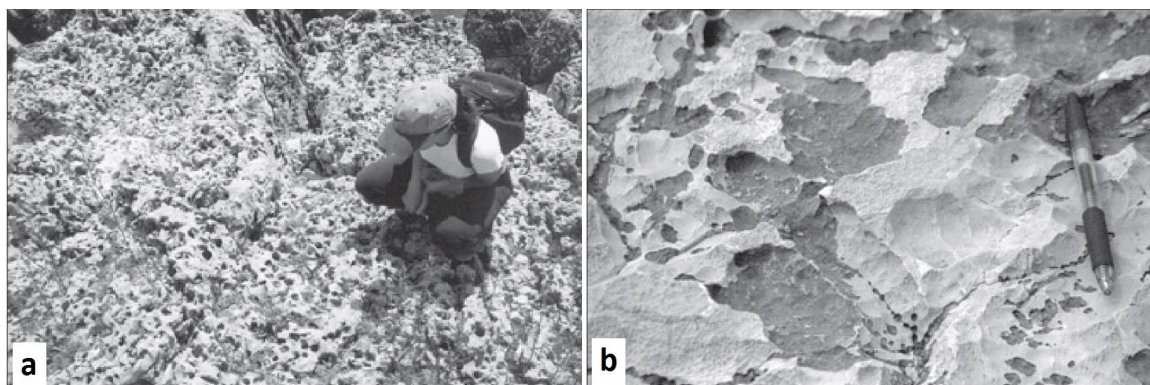
**Žlábkové škrapy** (rillenkarrren) najdeme všude od břehu moře po nejvyšší vrcholové partie ostrova. Tento lineární typ škrapů pro svůj vznik vyžaduje jemnozrnnou strukturu a vysokou homogenitu vápence (Ford, Williamns, 2007) a jsou běžné na stěnách se sklonem 30 až 70° (Perica et al., 2004). Podle způsobu vzniku rozdělujeme dva druhy žlábkových škrapů: a) takové, které jsou utvářeny přímo korozním působením atmosférické vody a b) ty, které ovlivňuje voda v pedologickém pokryvu dodatečně obohacená o CO<sub>2</sub> biogenního původu. Škrapy vzniklé pomocí atmosférické vody (popřípadě v kombinaci s mořskou vodou na březích) jsou charakteristické pro strmější (>20°) holé čisti karbonátových hornin. Vznikají na malých kamenných blocích (o povrchu několika dm<sup>2</sup>) a svého maximálního rozvoje dosahují na skloněných plochách vápencových vrstev při pobřeží. Žlábky často dosahují šířky až 20 cm a hloubky 10 cm, u některých jednotlivých škrapů v pobřežní zóně dosahu vln mohou být i větších dimenzí. Obecně platí, že na strmějších plochách vznikají díky rychlejšímu specifickému odtoku hlubší, ostřejší žlábky, a na plochách mírněji položených jsou pak širší, plynější se zaoblenějším vzhledem. Jejich délka závisí na jednodolitosti horninového bloku v kombinaci se sklonovým úhlem. Nejdelší žlábkové škrapy vznikly díky jednodolitosti povrchu v některých někdejších antických kamenolomech. Díky působení laterální koroze, kdy se žlábky rozšiřují, stávají se hlubšími a jejich hrany ostřejšími, někdy dojde k vytváření sekundárních žlábků (tedy škrapů na stranách starších a větších - primárních - škrapů). Díky tomu hrany primárních útvarů dostávají zoubkovaný vzhled (Džaja, 2003; Perica, Marjanac, Mrak, 2001).

Druhý typ můžeme nalézt v některých lokalitách mírněji ukloněných pobřežních svahů, kde leží půdní pokryv v místech nad dosahem mořské vody. Škrapy jsou zde vyhloubeny vodou, která je sekundárně obohacena o oxid uhličitý biogenního původu. Jsou to široké a mělké zaoblené polokruhové formace. Vyskytují se buď jednotlivě, nebo ve skupinách, kde jsou odděleny zaoblenými hřbítky. Poměr jejich šířky a hloubky je stejný jako u předchozího typu škrapů.

**Mřížovité škrapy a škrapová pole** jsou utvářeny na mírnějších svazích (<12°). Ty opět mohou být utvořeny působením vody přímo nebo pod pokryvem s účastí biologického materiálu a subkutánní koroze. Jsou velice časté v příbřežních oblastech. Poslední fází vývoje těchto mřížovitých škrapových oblastí jsou pobřežní plochy pokryté zkrasovělou sutí, tedy silně vyvinutými, rozrušenými škrapy. Tento jev je znám pod názvem **grohot** (Džaja, 2003). Zde byly jednotlivé hřbety škrapů laterální korozí již odděleny od zbytku matečných karbonátových vrstev a tvoří tak volnou suť. Nachází se

v místech mimo dosah mořských vln s malým sklonem, popřípadě na tato místa byla transportována gravitací z vyšších poloh a tvoří tak koluvium.

Malé (několik mm až několik cm velké), většinou okrouhlé vyhloubeniny mohou být na karbonátech vytvořeny **biokorozí** pomocí kořenů rostlin pod půdním pokryvem (rootkarren; obr. 20a) nebo na holé skále pomocí bakterií, řas, mechů či lišejníků (obr. 20b). První ze zmíněných se vyskytuje řídkce a je vytvořena humusovou kyselinou vyprodukovanou kořeny. Mají malý potenciál pro zachování, ostatní procesy koroze a denudace způsobí jejich brzký zánik. Druhý typ biokorze je typický pro holé karbonáty. Probíhá tam, kde se zdržují endolitické i exolitické organismy, často na pobřeží v zóně dosahu příboje. Tyto organismy způsobují rapidnější rozpouštění karbonátu, jelikož obohacují vodu, způsobující korozi, o oxid uhličitý vyprodukovaný jejich těly (vedle přítomného atmosférického oxidu uhličitého)<sup>10</sup>. Na druhou stranu je zvětšování prohlubně směrem do hloubky omezeno ukládáním nerozpustných residuí. Biokorozní vyhloubeniny často slouží jako počáteční stádium vývoje jiných korozních útvarů jako jsou škrapy nebo následující kamenice (Perica et al., 2004).



Obr. 20 Příklady biokorozních vyhloubenin vytvořených kořeny rostlin a jiných endolitických i exolitických organismů.

*Převzato z: Perica et al., 2004*

**Kamenica** je vyhloubenina v subhorizontálně položeném až mírně ukloněném karbonátovém povrchu. Jejich hloubka se nejčastěji pohybuje od několika milimetrů do několika desítek centimetrů, šířka a délka pak od několika centimetrů do řádu několika metrů, přičemž čím vodorovněji položený povrch je, tím většího průměru kamenice obecně dosahují. V pohoří Velebit jsou ale známy i útvary dosahující hloubky přes jeden

<sup>10</sup> Základní rovnice krasovění:  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

metr a horizontálních dimenzí větších než 10 metrů. Podle vzniku rozlišujeme dva typy kamenic, a to vzniklé na holém karbonátovém povrchu a vzniklé pod půdním pokryvem za spoluúčasti subkutánní koroze. Kamenice prochází čtyřmi fázemi rozvoje – dvěma fázemi vzniku a dvěma destruktivními. V první fázi se voda zadržuje na karbonátovém povrchu, korozně působí a dochází k postupnému prohlubování a rozšiřování zkorodované části. Druhá fáze je charakterizována silnější laterální korozí, tedy rozšiřování vyhloubeniny, tvorbě jejích převislých stěn (úlohu zde hraje organický materiál, který se ve vyhloubenině hromadí) a vytvořením odtokového žlábků na straně ve směru gravitačního působení, kterým zadržovaná voda odtéká. Odtokový žlábek je rovněž rozšiřován a prohlubován. V okamžiku, kdy dojde ke sjednocení roviny dna kamenice a žlábků nastává třetí, destruktivní fáze. Okraje kamenice ztrácí převislý tvar, zaoblují se, až v konečné čtvrté fázi dochází k úplnému zániku kamenice a jejím splynutím s okolním povrchem (Perica, Marjanac, Mrak, 2001).

Četné kamenice větších rozměrů na ostrově Dugi otok najdeme na pobřežích v zónách dosahu příboje, například v lokalitách zátoky Brbinščica a oblasti Veli Rat. Pobřežní kamenice obvykle akumulují mořskou vodu, na dně se tedy díky intenzivnímu výparu hromadí jak sůl, tak nerozpustná rezidua, běžně je zde také zaznamenán výskyt halofytů<sup>11</sup>. V nejnižší části antického kamenolomu poblíž Brbinščice se nachází kamenice protáhlého tvaru vynikající svou délkou (až 15 m). Tyto kamenice jsou v první fázi rozvoje, což vzhledem ke stáří kamenolomu a tedy i ploché morfologie terénu, na kterém se utvářejí, není překvapivé (obr. 21a; Džaja, 2003; Perica et al., 2004).

Z exogenních krasových tvarů v kategorii mezoforem reliéfu jsou na ostrově zastoupeny **závrty a uvaly**. Jejich výskyt, tvar a velikost jsou následky kombinace litologických, tektonických, strukturních, reliéfních a klimatických vlivů na účinnost rozpouštění horniny. Vyskytují se na jihovýchodě a severozápadě ostrova, kde je terén méně příkrý (sklon do 12°) než v jeho střední části. Jedním ze znaků ostrova je častý výskyt uval na rozdíl od závrťů. Uvaly a velké závrty jsou nejvýraznější podél strukturně podmíněné zóny od konce zálivu Mir směrem na severozápad paralelně s průběhem ostrovního hřbetu. Nacházejí se zde uvaly Dugo polje a Velo jezero, závrť Malo jezero (obr. 8), uvaly Glavočevo polje, Srednje polje a Krajno polje. Na druhé straně ostrova v oblasti Veli Rat jsou krasové deprese v porovnání se jmenovanými menších rozměrů

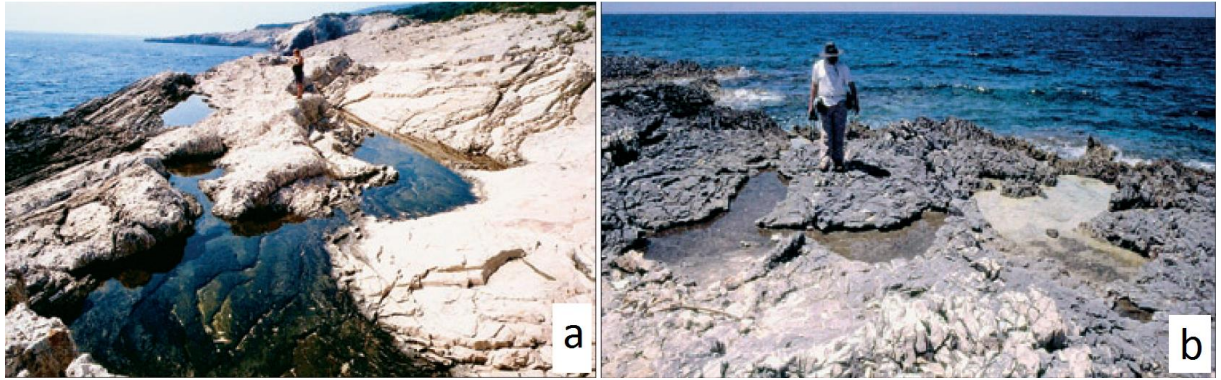
---

<sup>11</sup> Rostliny snášející vysoké zasolení půdy či vody.

s mírnějšími hraničními svahy. Dna závrťů a uval, z nichž některé leží dokonce pod úrovní mořské hladiny, jsou vyplněna sedimenty a jsou to místa nejvhodnější pro agrární činnost. U většiny z nich se v malých hloubkách nachází lokální hladina podzemní vody, jezera Malo a Velo jsou dokonce sezónně zaplavována. Chybí zde však krasové vývěry či propadání (což je jedna ze základních charakteristik poljí jakožto krasových útvarů), přítomnost vody je pouze záležitost hydrostatického tlaku. Na dně uval ve vyšších nadmořských výškách je půdního pokryvu méně a je více kamenitý. Stejně jako v případě uvaly jezera Mir se i u všech těchto krasových depresí dá předpokládat jejich postupný zánik zanesením.

Klimatické podmínky poslední doby ledové, kdy bylo množství srážek na tomto území asi o 20 % větší a nižší teplota zároveň zapříčinila menší výpar, dopomohly k vytvoření **fluviokrasových odtokových cest** (obr. 22). Za takových podmínek došlo v místech, kde geologická stavba zahrnuje mimo vápenec i méně propustný dolomit, ke zvednutí hladiny podzemní vody a objevení vodních toků. Tato suchá údolí zbylá po paleotocích, která byla často po transgresi moře zčásti zaplavena, tak mj. rozhodují o tvaru dnešní pobřežní čáry – jejich níže položené části tvoří zálivy. Zde můžeme jmenovat lokality např. Kanali jihovýchodně od obce Soline, Progon jihovýchodně od obce Žman, Magrovica v severozápadní části zátoky Mir a především zátoka Čuška Dumboka na její severovýchodní straně (obr. 23). Zde se moře zařezává celých 900 m do vnitrozemí, odkud suché údolí pokračuje další kilometr do vnitrozemí. V nejširším místě má zátoka 150 m a směrem k pevnině se rovnoměrně zužuje. Je to potopené říční údolí podobně jako známý Limský kanál na Istrii, pouze menších dimenzí (Džaja, 2003).





Obr. 21 a) kamenice v první fázi vývoje rozvinuté na mírně ukloněném pobřeží v lokalitě Brbinščica a b) kamenice ve druhé fázi vývoje v lokalitě Veli Rat.

*Převzato z: Perica et al., 2004*



Obr. 22 Fluviokrasové suché údolí vytvořené tekoucí vodou v minulosti. V popředí a po stranách se nacházejí antropogenní zdi a valy z kamenů ve více či méně rozbořeném stavu. Duben 2014.



Obr. 23 Hluboce zaříznutý záliv Čuška Dumboka.

*Převzato z: Džaja, 2003*

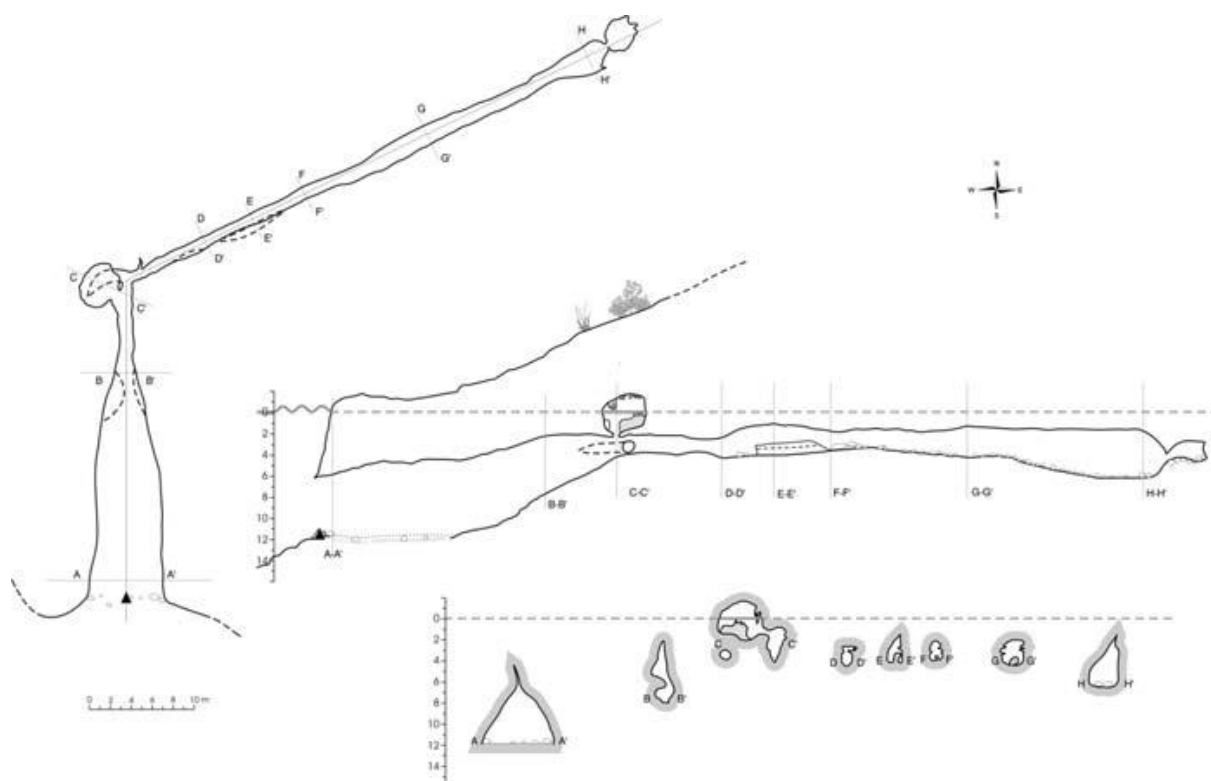
### 8.3.2 Endokras

Na ostrově Dugi otok se nachází 57 objevených speleologických objektů, z nichž většina ještě nebyla prozkoumána. Mimo to jsou známy také speleologické objekty potopené nebo částečně potopené, které se vyvíjely před jejich zaplavením mořskou transngresí.

Většina z prozkoumaných endokrasových tvarů na území ostrova jsou horizontální jeskyně, méně z nich je vertikálně orientovaných. Strašna pec, jeskyně ve střední části ostrova, je ikonickým příkladem. Je vytvořena v mocně uloženém rudistovém vápenci turonského až senonského stáří. Její monumentální vchod, který má asi 10 m na šířku a sedm metrů na výšku a pravděpodobně vznikl říčením, se nachází 70 m nad úrovní hladiny moře. Koridor jeskyně je při vchodu mírně ukloněn a dále se strmě svažuje ke dnu vyplněnému říčenými bloky. V jeskyni se nachází velké množství krápníků a mocných sintrových povlaků. Prvně byla jeskyně Strašna pec zmíněna již v roce 1898, její průzkum bývá spojován s počátky moderní speleologie v Chorvatsku. Roku 1900 byla dokonce (poprvé) oficiálně otevřena veřejnosti. V jeskyni sice nebyly provedeny archeologické výzkumy, ale vzhledem k blízkosti jiných nedalekých jeskyní (jeskyně Vlakno, Kozja pečina, pečina Badanj), kde byla přítomnost člověka v neolitu prokázána, se i zde dá předpokládat pobyt prvních obyvatel (Džaja, 2003; [www.strasnapec.com](http://www.strasnapec.com); [www.dugiotok.hr](http://www.dugiotok.hr)).

Příkladem vertikální jeskyně je jeskyně mezi obcemi Luka a Žman, dosahující hloubky 12 m. Nachází se na kontaktu vápence a dolomitu a byla zde potvrzena přítomnost vody, jedná se o průtočný objekt (Džaja, 2003).

Potopená Y-jeskyně (Y-špilja) se nachází severozápadně od zátoky Brbinščica a její vchod je šest až 12 m pod hladinou moře. Je 87 m dlouhá, před polovinou délky se nachází kaverna nad hladinou (obr. 24). Množství rozvinuté sintrové výzdoby odkazuje na velké stáří objektu. Při zkoumání objektu bylo zjištěno, že karsifikace do jisté míry v některých částech stále probíhá, byť by se dalo předpokládat, že nasycená mořská voda nebude mít za těchto okolností vliv. Byl zde totiž zjištěn přítok sladké vody z povrchu vytvářející tak zóny s brakickou vodou a také přítomnost organismů způsobující biokorozi. Tato jeskyně je pouze jednou z mnoha pohřbených či částečně pohřbených speleologických objektů na ostrově (Juračić et al., 2002).



Obr. 24 Plán potopené Y-jeskyňe.

*Převzato z: Surič, 2005*

#### 8.4 Antropogenní ovlivnění a útvary

Dlouhá historie osídlení ostrova Dugi otok, která sahá do pravěku, měla významný vliv na dnešní podobu reliéfu. Činnost člověka se zde projevuje mnoha způsoby, z nichž vyniká narušování přirozeného porostu za účelem vzniku pastvin, úprava povrchu pro agrární činnost, těžba kamene a úprava mořských břehů.

**Pastviny** byly během věků zakládány místním obyvatelstvem ničením autochtonního vegetačního pokryvu lesů dubu cesmínového (*Quercus ilex*). Nejčastěji to byly oblasti vzdálenější od sídel či nacházející se na strmějších částech svahů, na kterých byl rozvinut pouze tenký půdní profil, což následně způsobilo jeho odnos atmosférickými srážkami a deflací. Tato místa mají dnes charakter holého (nepokrytého či jen málo pokrytého) krasového reliéfu. Na druhou stranu na místech méně ukloněných až rovných s mocnějšími vrstvami půdního pokryvu byly zakládány sady olivovníků, vinice, zahrady či pole (obr. 29). V rámci protierozních a stabilizačních opatření byla velice častá stavba tzv. suchých zídek (kamenných zdí) a terasovitých polí (Džaja, 2003).

Četné **suché zídky** (chorvatsky „suhozidi“) a zemědělské haldy jsou vybudovány na krasových svazích o sklonu 6 - 20° (Aničić, Perica, 2003). Na ostrově se nacházejí na

spíše mírněji ukloněných svazích, kde tvoří asymetrické terasovité stupně vhodné pro pěstování ovocných stromů (fíkovníky, olivovníky, karob, citrusy atd.), méně často jsou zde viděny v případě strmějších svahů, kde jsou v půdorysu symetričtější (obr. 30). Tyto útvary mají stabilizační funkci zadržování půdy, ale slouží i jako ohraničení pozemků. Zdi terasových stupňů se budují z materiálu vysbíraného z půdy na sucho bez pomoci pojiva. Jsou tak zlepšeny vlastnosti půdy plitké mocnosti a voda může prosakovat skrz a nehromadí se v prostoru za stupněm. S procesem dlouhotrvající depopulace ostrova je činnost člověka v části těchto útvarů dnes již omezena či zastavena a některé oblasti tak postupně zarůstají klečí, zídky se často rozpadají a tvoří koluviální kupy.

Síť agrárních zdí je nerovnoměrně rozprostřena. Nejkoncentrovanější je v okolí sídel, kde blíže k nim častěji sloužily pro pěstování plodin a vzdálenější a méně dostupné lokality spíše jako pastviny. Jako příklad může sloužit oblast Veli Rat (obce Veli Rat, Verunić a Soline; obr. 28) v severozápadní části ostrova, která je jednou z nejdéle osídlených částí. Hustota sítě je v této oblasti  $21,79 \text{ km/km}^2$  (Lozić et al., 2013), (Aničić, Perica, 2003; Džaja, 2003; Demek, 1984).

Ve střední části ostrova (mezi obcemi Savar a Luka) se nachází jen minimum těchto antropogenních útvarů. V minulosti byla tato oblast jen těžko dostupná, oba konce ostrova byly silnicí spojeny až v devadesátých letech 20. století, terén je zde navíc strmější.

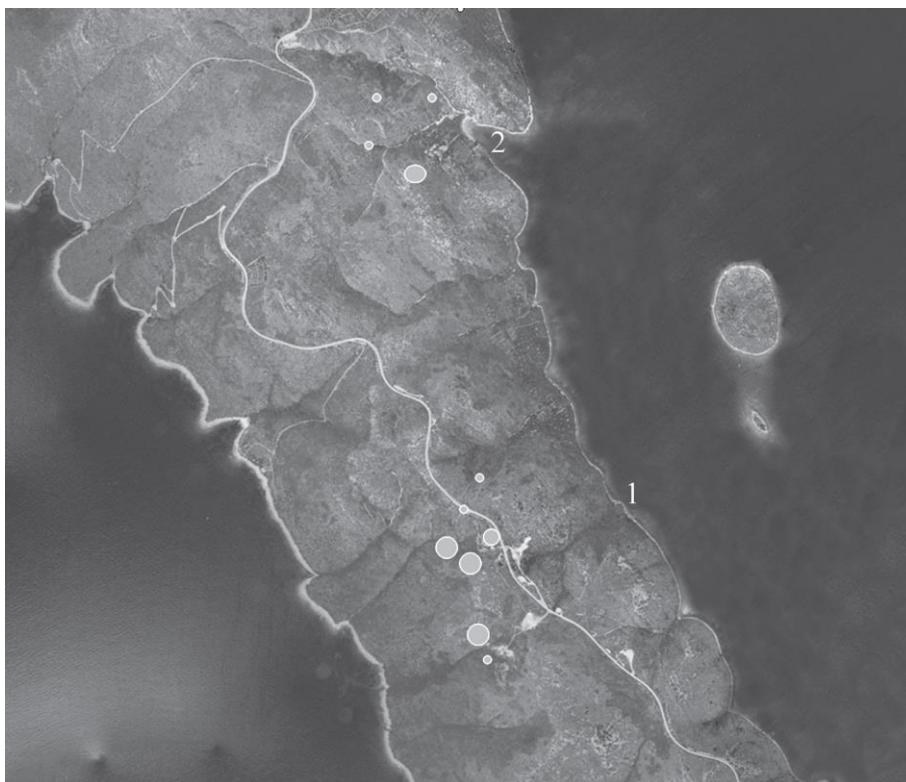
Dalmatské ostrovy byly od antických dob zdrojem stavebního kamene. Oblast vynikala důležitostí tohoto odvětví jednak díky výborné kvalitě materiálu, ostrovy také ale skýtaly ideální podmínky pro jeho dobývání. Společné znaky všech antickým kamenolomů jsou blízkost moře, jeho často větší hloubka u břehu a sklon terénu zjednodušující transport od kamenolomu, kde byly často vytvořena umělá mola a plošiny pro usnadnění nákladu materiálu na plavidla (Džaja, 2003; Parica, 2012).

Konkrétně na ostrově Dugi otok se **kamenolomy** nacházely nejčastěji v bezprostřední blízkosti moře (obr. 27; např. lokalita Brbinščica, zátoka Kobiljak, u mysu Turčina či na ostrůvku Veli Garmenjak u jižních břehů ostrova), několik jich ale vzniklo i ve vnitrozemí. Z pobřežních kamenolomů byl kámen těžen pomocí dřevěných klínů, které se zabily mezi dvě horizontální vrstvy vápence. Dřevo během nasávání mořské vody zvětšovalo svůj objem a tak došlo k oddělení kamenných bloků. Dnes mají tyto kamenolomy vzhled rovných až etážových plošin (Džaja, 2003).

Ve vnitrozemní střední části ostrova v oblasti jižně od obce Savar se nachází 11 kamenolomů koncentrovaných do dvou skupin (viz obr. 25). Asi polovina z nich je

větších rozměrů, zbylé lokality tvoří menší investigativní výkopy. Jižní skupinu tvoří antické kamenolomy s několika stopami po menších zásazích z novověku. Na východním břehu v místě pod touto skupinou kamenolomů se na konci trasy dopravy kamenných bloků nachází pravděpodobně zbytky antropogenního mola (číslo 1 obr. 25), což by mohly dokazovat archeologické nálezy v podobě několika drobných úlomků keramiky a amfor. Tyto ne příliš jasné pozůstatky technické infrastruktury jižní skupiny kamenolomů jsou poměrně ubohé v porovnání s těmi severněji umístěnými, především s ohledem na fakt, že bylo z této jižní oblasti vyvezeno mnohem více materiálu než z oné severní. V okolí jižní skupiny kamenolomů byly nalezeny železné předměty, které by mohly být pozůstatek kovářské činnosti výroby nástrojů nutných při těžbě či dopravních konstrukcích, které byly v antických kamenolomech běžné.

Severní skupina kamenolomů se rozprostírá okolo jediné bezpečnější zátoky v této části pobřeží (číslo 2 obr. 25). Zde je patrných několik lokalit dobývání kamene ze starověku, nicméně většina zdejších kamenolomů má původ v novověku. V jižní části zátoky je pak v hloubce asi dvou metrů pod hladinou viditelný kamenný násep, který měl chránit prostor vnitřní strany zátoky. Na náspu i kolem něj zde byly opět nalezeny archeologické fragmenty amfor, cihel, odlitků, omítky a balastů poukazující na antický původ. Co se týče vztahů jednotlivých skupin lomů, jedná se pravděpodobně o soudobý dobývací komplex. Je pravděpodobné, že práce započaly na severu, ale vzhledem k lepší kvalitě materiálu v jižní části, kde měl kámen mocnější vrstvy a nepukal tolik v nežádoucích úhlech, se zde těžba přeorientovala. Vzhledem k lepším podmínkám pro lodě v zátocce zřejmě zůstalo toto místo logistickou základnou prací a jižní přístaviště bylo vyhrazeno pouze pro náklad kamenných bloků. Kámen z těchto lokalit je výborné kvality, jedná se o bílý vápenec střední zrnitosti vhodný pro výrobu dekorativních architektonických elementů (Parica, 2012).



Obr. 25 Aeriální snímek střední části ostrova Dugi otok jižně od obce Savar s vyznačenými registrovanými kamenolomy. 1 – místo se zbytky starověkého mola sloužícího pro náklad kamene jižní skupiny lomů a 2 – severní skupiny lomů.

*Zdroj: převzato z Parica, 2012*



Obr. 26 Antický kamenolom ve vnitrozemské části ostrova.

*Převzato z: Parica, 2012*

Během dlouhé historie osídlení ostrova byla na jeho území zakládána sídla. Vhodnými místy byly vertikálně méně členité oblasti s dobrou dostupností k zemědělsky využitelným plochám. Většina sídel vznikla přímo na mořském břehu, popřípadě nedaleko s dobrou dostupností k moři. Pobřeží v sídlech a jejich okolí byla a jsou zpevňována kamennými bloky, popřípadě konglomerátním materiálem či betonem, aby se zabránilo abrazi vlnami, jsou stavěna přístaviště, vlnolamy a mola.

Kvůli výstavbě silnice spojující oba konce ostrova vznikly v druhé polovině devadesátých let minulého století četné zářezy a podpůrné násypy (Džaja, 2003).



Obr. 27 Příklady někdejších pobřežních kamenolomů. Mají etážový vzhled a na plochem povrchu jejich stupňů se často utvářejí škrapy (mřížovité škrapy na obrázku vpravo).

*Převzato z: Džaja, 2003 (vlevo) a Perica et al., 2004*

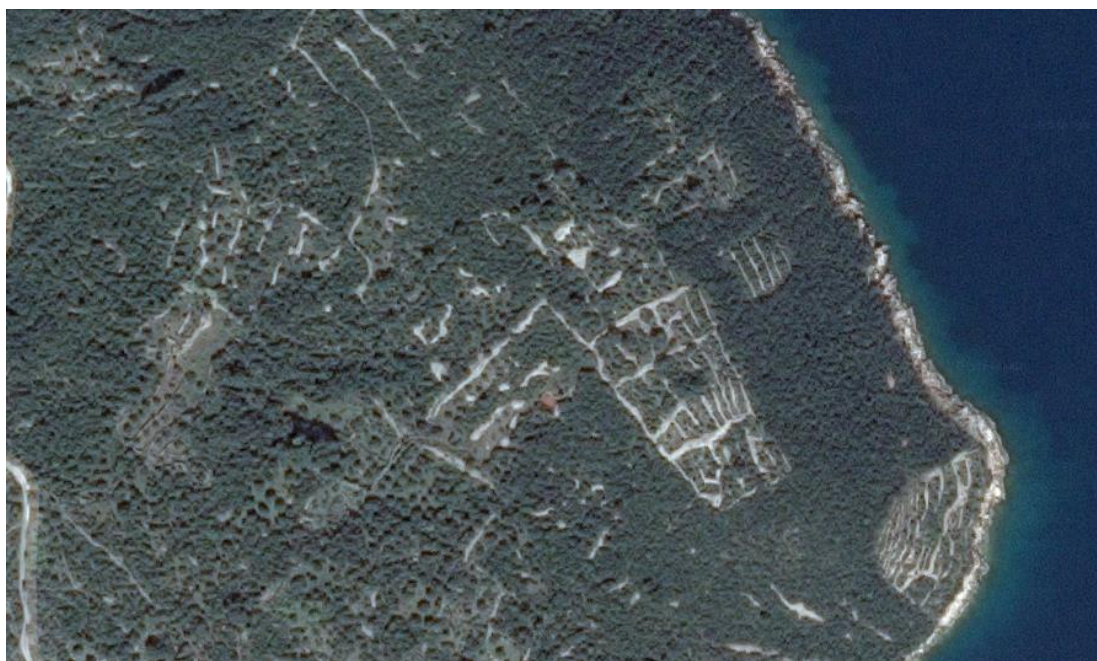


Obr. 28 Vlevo rekonstrukce sítě antropogenních suchých zídek na území oblasti Veli Rat, vpravo letecký snímek části této oblasti – pláž Sakarun a dobře viditelné suché zidky v terénu svažujícím se k zálivu.

*Převzato z: Lozić et al., 2013*



Obr. 29 Příklad zemědělsky využívané deprese - polje (pole) u vesnice Dragove. Duben 2014



Obr. 30 Satelitní snímek části pobřeží nedaleko sídla Savar - příklad sítě suchých zídek. Ve strmých částech svahu jsou zdi stavěny po spádnicí (pravá a střední část snímku), toto pravidelné rozložení mizí v místech, kde je povrch rovnější (levá část).

*Zdroj: maps.google.com*





## 9 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá tematikou geomorfologie ostrova Dugi otok v Chorvatsku a dává konkrétní příklady vybraných tvarů reliéfu. Základem všech získaných informací byl důkladný průzkum dostupné literatury zabývající se příslušnou tematikou. Jako nejcennějšími zdrojnicemi informací se ukázala být periodika chorvatských univerzit a jejich geografických sekcí, dále časopisy geografických či karsologických skupin. Vedle studia literatury byl také autorkou práce terén zájmového území osobně prozkoumán.

Dugi otok se nachází v oblasti tektonicky vyzdvižené karbonátové platformy. Ostrov byl od pevniny oddělen mořskou transgresí po posledním pevninském zalednění. Na povrch zde vystupují vápence a méně dolomity křídového stáří.

Dle Köppenovy klasifikace klimatu spadá Dugi otok do klimatické oblasti *Csa*, která je charakteristická mírnými a deštivými zimami a horkými, suchými léty. Průměrné roční teploty se na ostrově pohybují okolo 15°C a roční úhrn srážek je 904 mm. Na ostrově se nenacházejí žádné povrchové vodní toky. Sladká voda se na povrchu přirozeně vyskytuje pouze sezónně v nízko položených depresích Malo a Velo jezero, které jsou vyplněny kvartérními sedimenty, a je to následek hydrostatického tlaku. Terén ostrova je místy pokryt vrstvami červenice (terra rossy) různých mocností, jiné lokality jsou charakterizovány terénem s holým, nepokrytým podložím. V závislosti na těchto podmínkách se zde vyskytuje vegetace odpovídajícího složení a hustoty.

Nejvyšším bodem ostrova je vrchol Vela straža s výškou 338 m n. m. Ostrov je poměrně členitý. Plošší oblasti s výškovým rozdílem do 30 m byly zjištěny na severozápadním cípu ostrova, zatímco vertikálně nejčlenitější oblasti leží v jeho střední části, kde se relativní výšková členitost pohybuje v hodnotách nad 300 m/km<sup>2</sup>. Co se sklonu svahů týče, nalezneme zde místa jak rovná, tak s velmi příkře skloněnými svahy i kolmými útesy.

Vzhled a četnost výskytu jednotlivých reliéfních struktur a tvarů jsou výsledkem litologických a tektonických podmínek a na ně působících exogenních procesů. Výrazným tvarem na ostrově je útes Grpašćak. Pobřeží je horizontálně členité a jeho vzhled můžeme rozdělit na tři základní typy. Nejčastější je strmé skalnaté pobřeží, které je místy přerušené malými (několik desítek metrů dlouhými) kamenitými plážemi v zaříznutých zátokách. Největší pláž Sakarun v severozápadní části ostrova je 285 m dlouhá. Třetím typem pobřeží jsou subhorizontálně položené až mírně ukloněné

skalnaté strukturní plošiny, které u ostrova Dugi otok reprezentuje otrůvek Taljurić. Zvláštností ostrova je v rámci marinního reliéfu mořské jezero Mir vyplňující krasovou depresi v jižní části ostrova.

Povrch ostrova Dugi otok tvoří karbonátové horniny podléhající krasovění a jeho četné projevy jsou přítomné po celém jeho území. Nalezneme zde různé typy škrapů, kamenice i tvary ovlivněné biokorozí. Především v jihovýchodní části ostrova se nacházejí krasové deprese a údolí, které jsou často zemědělsky využívané. Na ostrově se nachází velké množství jeskyní (57 registrovaných), z nichž významnou je např. jeskyně Strašna peč. Nachází se zde také množství mořem zatopených jeskyní.

Reliéf ostrova byl významně ovlivněn člověkem. Častými tvary antropogenního původu jsou kamenné zídky budované za účelem ohrazení pozemků, popřípadě mají protierozní funkci. V těchto místech byla půda pro její ne příliš vysokou úrodnost různými způsoby kultivována. Na ostrově se nacházejí někdejší vápencové kamenolomy. Kámen byl těžen jednak v bezprostřední blízkosti moře, ale nalezneme zde i těžební prostory ve vnitrozemí střední části. Významným zásahem do reliéfu ostrova byla úprava povrchů v okolí sídel a infrastrukturní pozemní stavby jako jsou silnice.

## SUMMARY

The objective of this thesis has been to investigate geomorphologic features of Dugi otok island, north Dalmatia, Croatia. It is based mainly on information acquired from literature sources of which a review was written in chapter three. The periodicals of Croatian universities' departments of geography, geographical or carsological societies proved to be most useful sources in this matter. Besides studying the literature the author personally explored the area of interest, too.

Dugi otok island is located in the area of tectonically uplifted carbonate platform. It was separated from the mainland by marine transgression that occurred after the last glacial period. The lithological constitution of the island consists of Cretaceous limestone and dolomite.

Under the Köppen climate classification the region belongs to *Csa* climate type, which is characterised by mild and wet winters and hot and dry summers. The average air temperature on the island is about 15°C and annual precipitation amount is 904 mm. There is no surface watercourse on the island. Surface fresh water only occurs seasonally on the bottoms of Velo jezero and Malo jezero depressions that are filled with quaternary sediments. The island's surface is covered with terra rossa in some places. Its horizon depth varies from several centimetres to several meters. Other localities' surfaces are bare uncovered karst. There is typical Mediterranean macchie vegetation occurring in thickness that is in accordance with the soil conditions of the particular locality.

The highest point of the island is Vela straža peak with its 338 meters above the sea level. From the map of relative relief it is seen that flat places (height difference up to 30 m/km<sup>2</sup>) occur on small area in the northwest end of the island, whereas the biggest height difference (>300 m/km<sup>2</sup>) area is located in its very middle. Regarding the slope angle map there are flat places as well as very steep slopes among which vertical sea cliffs are especially striking.

Occurrence and visual aspects of geomorphological features are results of combination of lithological conditions, tectonic processes and exogenic landform-shaping factors. Very distinct structural landform is Grpašćak cliff. The island's coastline is horizontally intended. There are main three types of the coast. Most common is steep rocky shore. In the bays, that are often cut deeply into the shore, there are small pebble beaches. Sakarun beach is the largest one, it is 285 m long. Third type of coast, specific for north Dalmatia, is flat structural platform consisting of bare stratigraphic bed.

Example of such surface is found on Taljurić island 300 meters far from Dugi otok's south coastline. Dugi otok's rarity is marine lake Mir. It is located in the south where sea water fills karst uvala through fissures in the rock.

Since the island is in majority composed of carbonate rocks it is characterised by karst relief. Variety of karst features occur throughout the island. They include various types of karren like grikes, rillenkarrren, kamenitzas, karren shaped by biokarstic processes like balanus hollows or features that resulted subsoil shaping (rootkarren). Klufthkarren landforms are represented by karst uvalas and depressions like Malo and Velo jezero, Dugo polje or Saljsko polje. There are 57 registered speleological objects on the island of which most have not been explored. Strašna peć cave can be named as example. There are also many caves that have been flooded during the transgression of the sea.

The island has been populated since Neolithic era and the human impact on the relief is significant. Common anthropogenic landform is a dry stone wall. They were built mainly as estate boundaries. The material of the wall was gathered from the soil so that there are better conditions for farming. The walls also prevent erosion on the steeper parts of the slopes. During the ancient times limestone was quarried on Dugi otok. The stone pits are found in the upper part of the island's ridge, few of them are located in immediate proximity of the sea, too (southern part of the island mainly). Building of roads, houses and related infrastructure constructions are also significant activities that shape the relief of Dugi otok island.

## POUŽITÁ LITERATURA

ANIČIĆ, B., PERICA, D. Structural features of cultural landscape in the karst area (landscape in transition). *Acta Carsologica*. Ljubljana, 2003, 32/1, s. 173-188.

BOGNAR, A. Geomorfološka regionalizacija Hrvatske [Geomorphological regionalisation of Croatia], *Acta Geographica Croatica*. Zagreb: Geografski odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 2001, 34, s 7-29 (v chorvatštině).

ČALA, M., DUPLANČIĆ LEDER, T., UJEVIĆ, T. Coastline lengths and areas of islands in the croatian part of the Adriatic sea determined from the topographic maps at the scale of 1:25 000, *Geoadria*. Zadar: Sveučilište u Zadru 2004, 9/1, 5-32.

ČUKA, A. Utjecaj litoralizacije na demogeografski razvoj Dugog otoka [The influence of littoralization on demographic development of Dugi otok island]. *Geoadria*. Zadar: Sveučilište u Zadru, 2006, 11/1, s. 63-92 (v chorvatštině a angličtině).

DEMEK, Jaromír. Obecná geomorfologie. 3. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984.

DEMEK, Jaromír. Obecná geomorfologie. 4. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985.

DURN, G. Terra rossa in the Mediterranean region: Parent materials, composition and origin. *Geologia Croatica*. Zagreb: Hrvatsi geološki institut, 2003, 56/1, s. 83-100.

DŽAJA, K. Geomorfološke značajke Dugog otoka (Geomorphological features of Dugi otok island). *Geoadria*. Zadar: Sveučilište u Zadru, 2003, 8/2, Zadar, s. 5-44 (v chorvatštině).

FILIPČIĆ, A. Klimatska regionalizacija Hrvatske po W. Köppenu za standardno razdoblje 1961-1990 u odnosu na razdoblje 1931-1960 [Climatic regionalization of Croatia according to W. Köppen for the standard period 1961 – 1990 in relation to the period 1931 – 1960]. *Acta Geographica Croatica*. Zagreb: Geografski odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 1998, 33, s. 1-15 (v chorvatštině).

FILIPČIĆ, A. Razgraničenje Köppenovih klimatskih tipova Cf i Cs u Hrvatskoj [Boundary separation of Köppen's climatic types Cf and Cs in Croatia]. *Acta Geographica Croatica*. Zagreb: Geografski odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 2001, 35, s. 7-18 (v chorvatštině).

FORD, Derek a Paul W WILLIAMS. Karst hydrogeology and geomorphology. [Rev. ed.]. a Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, c2007. ISBN 9780470849972.

GINÉS, Angel, Martin KNEZ, Tadej SLABE a Wolfgang DREYBRODT. Karst rock features: Karren sculpturing. Ljubljana: Založba ZRC, 2009. ISBN 9789612541613.

HORVATIĆ, S. Biljnogeografski položaj i razčlenjenje našeg primorja u svjetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja. *Acta Botanica Croatica*. 1963, 22, s. 27-81 (v chorvatštině).

Cessation of karstification due to the sea-level rise? Case study of the Y-cave, Dugi otok, Croatia. JURAČIĆ, Mladen, Tatjana BAKRAN-PETRICIOLI, Donat PETRICIOLI. *Evolution of Karst: From Prekarst to Cessation*. Ljubljana-Postojna: Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, 2002, s. 319-326. ISBN 961-6358-63-4.

KRALJEV, D. et al. *U okrilju sunca i mora. Klimatska monografija Zadra*. Zadar: Zadiz, 1995. 67 s. ISBN 953-6320-01-0.

Geomorfometrijske značajke šireg područja Velog Rata i njihov utjecaj na tradicionalni kulturni krajobraz suhozida. LOZIĆ, Sanja, Denis RADOŠ, Ante ŠILJEG, Kristina KRLEC. *Veli Rat*. Zadar: Sveučilište u Zadru, 2013, s. 19-43. ISBN 978-953-331-047-3.

MAGAŠ, D. Nature park „Telaščica“ on Dugi otok (Croatia) – Some aspects of environmental planning. *Geoadria*. Zadar: Sveučilište u Zadru, 1998, 3/1, s. 81-92.

MAGAŠ, D., FARIČIĆ, J. Prirodno-geografska obilježja otoka Rave u Zadarskom arhipelagu [Natural-geographic features of Rava island in Zadar archipelago]. *Geoadria*. Zadar: Sveučilište u Zadru, 1999, 4/1, s. 33-60 (v chorvatštině).

MAGAŠ, D., FARIČIĆ, J. Geografske osnove razvitka otoka Ugljana [Geographical development basis of Ugljan island]. *Geoadria*. Zadar: Sveučilište u Zadru, 2000, 5/1, s. 49-92 (v chorvatštině).

PARICA, M. Nekoliko primjera lučkih instalacija antičkih kamenoloma na Dalmatinskim otocima [Several examples of antique stone pit port installations on Dalmatian islands]. *Histria Antiqua*. Zagreb: Institut društvenih znanosti IVO PILAR, 2012, 21, s. 345-353 (v chorvatštině).

PERICA, D., MARJANAC, T., MRAK, I. Vrste grižina i njihov nastanak na području Velebita [Types of karren and their formation in the area of Velebit mountains]. *Acta Geographica Croatica*. Zagreb: Geografski odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 2001, 34/1, s. 31-58 (v chorvatštině).

PERICA, D., MARJANAC, T., ANIČIĆ, B., MRAK, I., JURAČIĆ, M. Small karst features (karren) of Dugi Otok Island and Kornati Archipelago coastal karst (Croatia), *Acta Carsologica*. Ljubljana, 2004, 33/1, s. 117-130.

PIKELJ, K., JURAČIĆ, M. Eastern Adriatic coast (EAC): Geomorphology and coastal vulnerability of a karstic coast. *Journal of Coastal Research*. Coconut Creek, Florida: Coastal Education and Research Foundation (CERF), 2013, 29/4, s. 944-957.

SMOLOVÁ, Irena a Jan VÍTEK. Základy geomorfologie: vybrané tvary reliéfu. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1749-3.

SURIĆ, M. Submerged karst – dead or alive? Examples from the eastern adriatic coast (Croatia). *Geoadria*. Zadar: Sveučilište u Zadru, 2005, 10/1, s. 5-19.

ŠEGOTA, T., FILIPČIĆ, A. Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje [Köppen's classification of climates and the problem of corresponding Croatian terminology]. *Geoadria*. Zadar: Sveučilište u Zadru, 2003, 8/1, s. 17-37 (v chorvatštině).

TERZIĆ, J., ŠUMANOVAC, F., BULJAN, R. An assessment of hydrogeological parameters on the karstic island of Dugi otok, Croatia. *Journal of Hydrology*. 2007, 343/1-2, 29-42. doi:10.1016/j.jhydrol.2007.06.008

ZELENIKA, M., SOLDIĆ, B., NEVEN, T. New source of water for settlements on Dugi otok island (Croatia). *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2001, 13/1, s. 39-46.

#### **Akademické práce:**

BEŠŤÁK, Ondřej. *Půdy dinarské oblasti - management a ochrana*. Brno, 2014.  
Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně.



### **Kartografické zdroje:**

MAJCEN, Ž., B. KOROLIJA, B. SOLAČ, L. NIKLER. Osnovna geološka karta SFRJ [1:100000]. List Zadar L 33-139. Institut za geološka istraživanja Zagreb: Savezni geološki zavod, Beograd, 1970.

MAMUŽIĆ, P. Osnovna geološka karta SFRJ [1:100000]. List Molat L 33-138. Institut za geološka istraživanja Zagreb: Savezni geološki zavod, Beograd, 1970.

MAMUŽIĆ, P., D. Nedela-Devide. Osnovna geološka karta SFRJ [1:100000]. List Biograd K 33-7, Institut za geološka istraživanja Zagreb: Savezni geološki zavod, Beograd, 1968.

### **Internetové zdroje:**

*Dugi otok* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: [www.dugiotok.hr](http://www.dugiotok.hr)

*Google mapy* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z:  
<https://www.google.cz/maps/@44.000396,15.029723,10.75z>

*Park prirode Telašćica* [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://pp-telascica.hr/>

*Strašna peć* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: [www.strasnapec.com](http://www.strasnapec.com)

### **Literatura a internetové zdroje využité pro porovnání definic při překladu pojmů (není citováno v textu):**

PANOŠ, Vladimír. Karsologická a speleologická terminologie: výkladový slovník s ekvivalenty ve slovenštině a jednacích jazycích Mezinárodní speleologické unie (UNESCO); (angličtina, francouzština, italština, němčina, ruština, španělština). Žilina: Knižné centrum, 2001. ISBN 8080641153.

PERIĆ, Miroslav. Englesko-hrvatski enciklopedijski rječnik istraživanja i proizvodnje nafte i plina [English-croatian encyclopedic dictionary of petroleum exploration and production]. Zagreb: INA Industrija nafte, 2007. ISBN 978-953-7049-40-9.

VRBANAC., B. Pojmovnik fenomena krša [Glossary of karstic phenomena], *Nafta Scientific journal*. Zafreb: Hrvatski nacionalni komitet svjetskog vijeća za naftu i plin, HAZU-Znanstveno vijeće za naftu, 2013, 64/1, s. 64-76 (v chorvatštině).

*Geologická encyklopedie on-line* [online]. Česká geologická služba, 2007 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl>

*Geologický slovník: Anglicko-český a Česko-anglický* [online]. Česká geologická služba, c2001-2013 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/gsllov.pl>