



GEO PARK KRAS



GEO PARK KRAS

GEOPARK KRAS

ZALOŽNIK: Geološka služba – Centralna direkcija za varstvo okolja, energijo in trajnostni razvoj Avtonomne dežele Furlanije-Juljske krajine (ADFJK)

v sodelovanju z Občino Sežana (Slovenija)

Za založnika: Fabrizio Fattor, direktor Geološke službe ADFJK

KOORDINACIJA UREDNIŠKEGA ODBORA IN DELOVNE SKUPINE:

Sara Bensi (*Geološka služba ADFJK*)

UREDNIŠKI ODBOR:

Matevž Novak (*Geološki zavod Slovenije - GeoZS*)

Bojan Otoničar (*Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU*)

Chiara Calligaris, Franco Cucchi, Luca Zini, Lorenzo Bonini (*Oddelek za matematiko in geoznanosti Univerza v Trstu - DMG-UniTS*)

Vincenzo Barone (*eco&eco S. r. l.*)

Samo Škrjanec (*Zavita d.o.o.*)

Chiara Piano (*Geološka služba ADFJK*)

AVTORJI (po abecednem vrstnem redu):

Vincenzo Barone¹, Sara Bensi², Lorenzo Bonini³, Chiara Calligaris³, Franco Cucchi³, Katja Fedrigo⁴, Furio Finocchiaro³, Marco Franceschi³, Franci Gabrovšek⁵, Petra Gostinčar⁶, Anna Natali¹, Matevž Novak⁶, Bojan Otoničar⁵, Chiara Piano², Samo Škrjanec⁷, Urška Šolc⁶, Aleksandra Trenchovska⁶, Luca Zini³, Nadja Zupan Hajna⁵

Avtorjem so pri pisanju poglavij pomagali raziskovalci in strokovnjaki z različnih znanstvenih področij, povezanih s posebnostmi geoparka Matičnega Krasa (po abecednem vrstnem redu):

Deborah Arbulla⁸, Lorenzo Consorti⁹, Vesna Guštin¹⁰, Bogdan Jurkovšek⁶, Tea Kolar-Jurkovšek⁶, Andrej Kranjc⁶, Giuliana Renzi¹¹

¹eco&eco Economia & Ecologia Srl (Italija), ²Geološka služba ADFJK (Italija), ³Oddelek za matematiko in geoznanosti - Univerza v Trstu (Italija), ⁴Občina Sežana (Slovenija), ⁵Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU (Slovenija), ⁶Geološki zavod Slovenije (Slovenija), ⁷Zavita d.o.o (Slovenija), ⁸Mestni naravoslovni muzej – Trst (Italija), ⁹CNR Ismar – Trst (Italija), ¹⁰Zadruga Naš Kras (Italija), ¹¹Služba za biotsko raznovrstnost ADFJK (Italija)

PREVODI (po abecednem vrstnem redu):

Vincenzo Barone, Sara Bensi, Lorenzo Bonini, Chiara Calligaris, Franco Cucchi, Furio Finocchiaro, Marco Franceschi, Petra Gostinčar, Matevž Novak, Lorenzo Orettill, Bojan Otoničar, Quickline S.a.S., Petra Škrapč, Samo Škrjanec, Urška Šolc, Aleksandra Trenchovska, Luca Zini

OBLIKOVANJE, PRIPRAVA ZA TISK IN TISK:

Mosetti Tecniche Grafiche Srl, Trst, Italija

NAKLADA:

500 izvodov

KRAJ IN DATUM:

Trst, oktober 2022

Knjiga je na voljo tudi v digitalni obliki na spletni strani:

www.karst-geopark.eu

Izdaja knjige je bila sofinancirana v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2014-2020 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in nacionalnih sredstev.

Prispevki italijanskih avtorjev so bili financirani s sredstvi Geološke službe Avtonomne dežele Furlanije-Juljske krajine.

Vsebina knjige ne odraža nujno uradnega stališča Evropske unije. Za vsebino te publikacije so odgovorni avtorji.

ZAHVALE:

Delovna skupina, ki je uredila to publikacijo, se zahvaljuje za vso podporo, zlasti številnim raziskovalcem, ki so neposredno in posredno, s svojimi nasveti in na splošno s svojimi idejami, ki so se v preteklih letih uveljavile tudi pri številnih znanstvenih raziskovalcih, poskrbeli za povezavo konceptov, predstavljenih v tej publikaciji. Nemogoče je navesti številne pripadnike znanstvene skupnosti in sodelavce, ki so omogočili to delo in katerim smo iskreno hvaležni.

Interreg



UNIONE EUROPEA
EVROPSKA UNIJA

ITALIA-SLOVENIJA



GeoKarst

Progetto standard co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale
Standardni projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

www.regione.fvg.it

www.ita-slo.eu/geokarst

Partnerji projekta Interreg GeoKarst:

Vodilni partner:



Občina Sežana
www.sezana.si



Javni zavod Park Škocjanske jame
www.park-skocjanske-jame.si



Regione Veneto
www.regione.veneto.it

Vse pravice pridržane. Nobenega dela te publikacije ni dovoljeno reproducirati, shranjevati v sistem za iskanje podatkov ali prenašati v kakršni koli obliki ali na kakršen koli način, bodisi elektronsko, mehansko, s fotokopiranjem, snemanjem ali kako drugače, brez predhodnega dovoljenja založnika.

Slike dinosavrov z lokacije Ribiško naselje - Villaggio del Pescatore so uporabljene z dovoljenjem SABAP FVG – MiC, nadaljnje reproduciranje za dobičkonosne namene je prepovedano.

Fotografije na naslovnici: Roberto Valenti (*Služba za gozdove in gozdarsko policijo, ADFJK*) in Mario Saccomano - Shutterstock

Oblikovanje naslovnice: Fiorella Bieker (*Geološka služba ADFJK*) & Mosetti Tecniche Grafiche S.r.l.

ISBN: 97888940394-6-7

Pri citiranju prosim napišite:

Bensi S., Novak M., Otoničar B., Calligaris C., Cucchi F., Zini L., Bonini L., Barone V., Škrjanec S., Piano C. Eds (2022): Geopark Kras, Založnik: Geološka služba - Centralna direkcija za varstvo okolja, energijo in trajnostni razvoj Avtonomne dežele Furlanije-Juljske krajine, 2022, Trst-Trieste

Spremna beseda

Knjiga z naslovom »Geopark Kras« je poseben izdelek, saj priča o uspešnem čezmejnem sodelovanju, katerega skupni rezultat bo rojstvo čezmejnega geoparka na matičnem Krasu. Knjigo smo pripravili v projektu GeoKarst, ki je sofinanciran v okviru Programa sodelovanja Interreg V-A Italija - Slovenija 2014–2020. Knjigo je sofinancirala tudi Geološka služba Centralne direkcije za varstvo okolja, energijo in trajnostni razvoj Avtonomne Dežele Furlanije - Julijske krajine (ADFJK).

Ideja o čezmejnem geoparku se je porodila ob pripravi strateškega projekta KRAS-CARSO (Program čezmejnega sodelovanja Slovenija - Italija 2007–2013). V teku projekta se je izkazala za ustrezno, saj je bilo v Študiji izvedljivosti vzpostavitve geoparka na Krasu s strokovnega, ekonomsko-upravljaljskega in participativnega vidika ugotovljeno, da bo povezovanje homogenega območja Krasa doseženo z vzpostavitvijo čezmejnega geoparka - kot razvojnega orodja za trajnostno rabo virov v dobrobit ljudi, ki živijo na čezmejni planoti Krasa.

Območje geoparka vključuje pet slovenskih in dvanajst italijanskih občin. Te so se leta 2015 in 2017 dogovorile za vzpostavitev čezmejnega geoparka, zato od leta 2018 Geološka služba Dežele Furlanije – Julijske krajine (koordinator za italijanski del geoparka) in Občina Sežana (koordinator za slovenski del geoparka) intenzivno izvajata aktivnosti za ustanovitev in delovanje čezmejnega geoparka na Krasu.

Knjiga opisuje vse glavne značilnosti Krasa, ki kot zibelka krasoslovne znanosti nosi svetovni pomen v kulturnem, zgodovinskem in znanstvenem vidiku. V knjigi boste opazili pogosta dvojezična imenovanja krajev in toponimov, v čemer se odraža bogata zgodovina območja, ki je stičišče več kultur. Danes so prebivalci Krasa predvsem Slovenci in Italijani. Slovenski jezik in kulturo na italijanskem delu Krasa podpira tudi zakon o zaščiti zgodovinskih jezikovnih manjšin.

Iskrena hvala vsem sodelujočim, ki so prispevali k izidu te knjige.

KAZALO

1 Uvod	7	4.2.2 Geotočka "Ribiško naselje (Villaggio del Pescatore)" (geotočka št. 6)	83
1.1 Geoparki in Unescova Globalna mreža geoparkov	7	4.2.3 Olistoliti Miramarskega gradu (geotočka št. 27)	84
1.2 Zakaj geopark Kras-Carso?	9	4.2.4 Škrapljišča v Briščikih (Borgo Grotta Gigante) (geotočka št. 28)	85
2 ZNAČILNOSTI KRASA	13	4.2.5 Arheološke jame	87
2.1 Kaj je kras?	13	4.2.6 Tomajski apnenec s fosili (geotočka št. 34)	89
2.1.1 Kraške kamnine	14	4.2.7 Kamnolom rudistnega apnenca Lipica (geotočka št. 45)	90
2.1.2 Raztapljanje karbonatnih kamnin	15	4.2.8 Rimski kamnolom Nabrežina (Aurisina) (geotočka št. 24)	90
2.2 Površinske in podzemne kraške oblike ter kraška terminologija	15	4.2.9 Dolina Glinščice (Val Rosandra) (geotočka št. 58)	91
2.2.1 Reliefne značilnosti kraškega površja	15	4.2.10 Slepe doline Matarskega podolja (slepa dolina Odolina) (geotočka št. 61)	93
2.2.1.1 Drobne skalne oblike	15	4.2.11 Prelomna cona Raškega preloma (geotočka št. 38)	95
2.2.1.2 Kraške oblike srednjega obsega	17	4.2.12 Jame Krasa	95
2.2.1.3 Kraški pojavi velikih dimenzij	19	4.2.13 Devinske stene (geotočka št. 9)	102
2.2.1.4 Morfološke oblike kontaktnega krasa	20	4.2.14 Izviri Timave (geotočka št. 5)	103
2.2.1.5 Kraška uravnavna	22	5 Kras in človek	105
2.2.1.6 Obalni kras	22	5.1 Kraški kamen	105
2.2.1.7 Fluviokras	22	5.2 Kras kot kulturna krajina	111
2.2.2 Jame	22	5.3 Kmetijstvo, običaji in geoproducti geoparka	118
2.3 Hidrogeološke značilnosti krasa	25	5.3.1 Kmetijstvo	118
2.4 Vrste krasa	25	5.3.2 Geoproducti	119
2.4.1 Glavni tipi krasa v Sloveniji	26	5.3.3 Kuhinja	121
2.4.2 Glavni tipi krasa v Furlaniji - Julijski krajini	28	5.3.4 Dogodki in tradicije	127
3 Geologija in geomorfologija matičnega Krasa	33	6 Rastlinstvo in živalstvo Krasa	131
3.1 Območje geoparka Kras-Carso	33	6.1 Uvod - geodiverziteteta in biodiverziteteta območja	131
3.2 Zgodovina odkritij in raziskovanj Krasa	35	6.2 Rastlinstvo	134
3.2.1 Geološke raziskave	35	6.3 Živalstvo	137
3.2.2 Speleološke in hidrogeološke raziskave	37	7 Varstvo narave	145
3.3 Geološka zgodovina območja geoparka	39	7.1 Zavarovana območja geoparka - varstvo naravne in kulturne dediščine	145
3.4 Geološka struktura območja Krasa	55	7.2 Etični kodeks za obiskovalce geoparka	147
3.4.1 Dinarska orogeneza	55	Priloga 1: Zemljevid izbranih geoloških točk čezmejnega geoparka Kras-Carso	149
3.4.2 Struktura in zgodovina Krasa	57	Seznam literature in spletnih virov	155
3.5 Geomorfologija območja geoparka	59		
3.6 Hidrogeologija območja geoparka	71		
4 Geodiverziteteta v slikah: geološke zanimivosti geoparka	81		
4.1 Predstavitev geodiverzitetete in geotočk geoparka	81		
4.2 Geodiverziteteta v slikah	82		
4.2.1 Kraška jezera (geotočka št. 3)	82		



1.1 Geoparki in Unescova Globalna mreža geoparkov

Geopark je geografsko območje z dobro opredeljenimi mejami in prepoznano geološko dediščino. Izstopa v znanstvenem pomenu in redkosti geoloških pojavov ter estetske ali izobraževalne vrednosti interesnih točk, ki jih vsebuje. V geoparku sta primarna cilja varstvo in bogatitev geodiverzitete združena s ciljema izobraževanja in trajnostnega razvoja. Slednja vključujeta tudi lokalne skupnosti. Geopark uporablja svojo geološko dediščino v povezavi z vsemi drugimi vidiki naravne in kulturne dediščine območja. Skrbi za krepitev ozaveščenosti in razumevanja ključnih problemov, s katerimi se sooča družba, kot so trajnostna raba zemeljskih virov, blažitev učinkov podnebnih sprememb in zmanjševanje tveganj, povezanih z naravnimi nevarnostmi. Z ozaveščanjem o pomenu geološke dediščine območja v zgodovini in v današnji družbi, geoparki lokalnim prebivalcem vzbujajo ponos na svojo regijo in krepijo njihovo identifikacijo z območjem.

Koncept geoparkov se je rodil sredi devetdesetih let prejšnjega stoletja in ga na mednarodni ravni promovira UNESCO. Leta 2000 je bila ustanovljena Evropska mreža geoparkov (EGN), ki se je kasneje (2004) združila v širšo Globalno mrežo geoparkov (GGN).

Evropska listina geoparkov, ki jo mora sprejeti in podpisati vsak član EGN, narekuje razvoj :

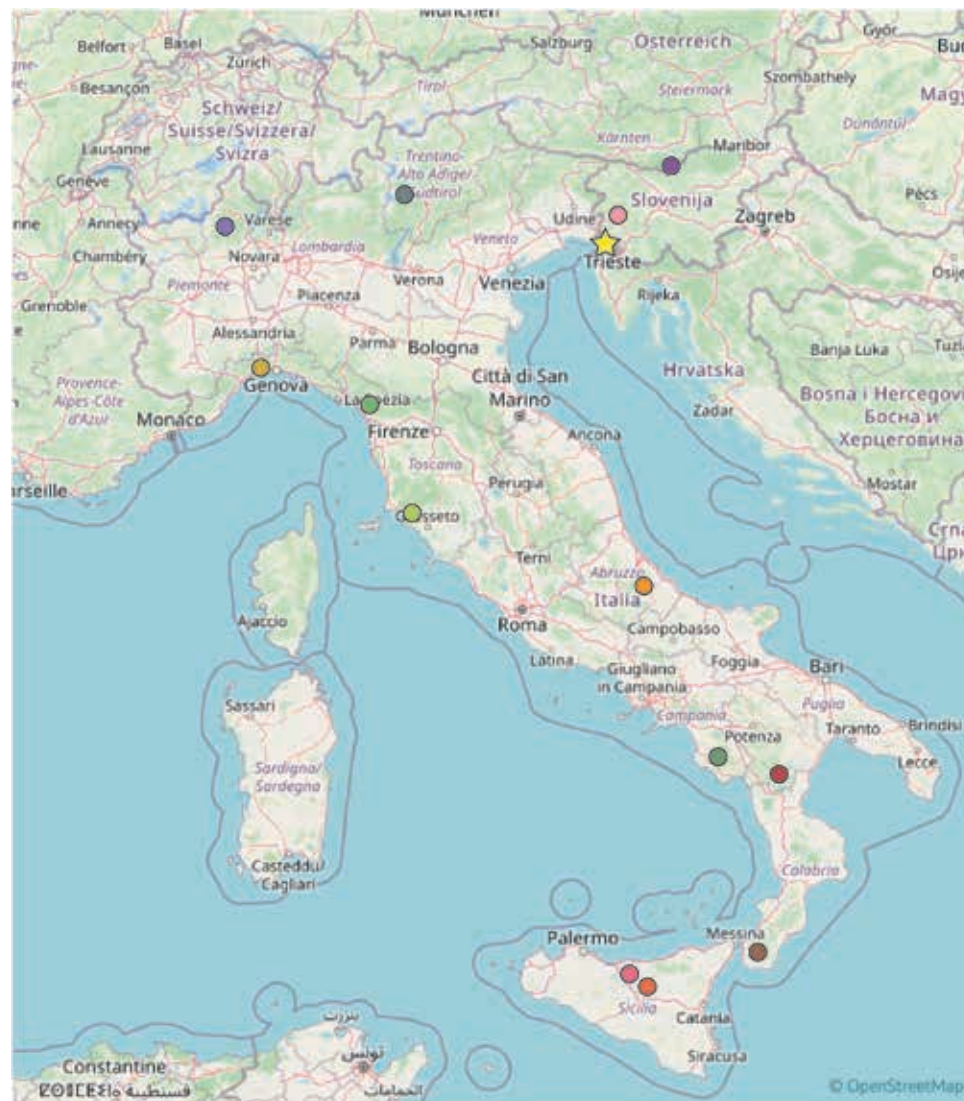
- ♦ metod **ohranjanja** geološke dediščine;
- ♦ partnerstev z lokalnimi podjetji za promocijo, ustvarjanje in **trženje novih izdelkov**, povezanih z geološko dediščino;
- ♦ dejavnosti za spodbujanje **geoturizma** in celostnega gospodarskega razvoja;
- ♦ dejavnosti za spodbujanje **okoljskega izobraževanja in znanstvenih raziskav** na področju znanosti o Zemlji.

The European Geoparks Network today



The Network consists of 94 Geoparks in 28 European countries (February 2022)
www.europeangeoparks.org

Slika 1.1.2: Zemljevid Evropske mreže geoparkov in seznam italijanskih in slovenskih geoparkov z lokacijo Krasa



- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| ★ CLASSICAL KARST GEOPARK | ● KARAWANKEN KARAVANKE GEOPARK |
| ● ADAMELLO BRENTA GEOPARK | ● MADONIE GEOPARK |
| ● APUAN ALPS GEOPARK | ● MAIELLA GEOPARK |
| ● ASPROMONTE GEOPARK | ● POLLINO GEOPARK |
| ● BEIGUA GEOPARK | ● ROCCA DI CERERE GEOPARK |
| ● CILENTO AND VALLO DI DIANO GEOPARK | ● SESIA VAL GRANDE GEOPARK |
| ● IDRIJA GEOPARK | ● TUSCAN MINING GEOPARK |

Leta 2022 je Unescovih globalnih geoparkov 177, razporejeni so v 46 državah na štirih celinah.

Italija in Slovenija sta dobro zastopani na mednarodnem prizorišču s 14 geoparki, ki so priznani v Evropski mreži in Globalni mreži geoparkov pod okriljem Unesca. V vsej Evropi pa le štirje geoparki sodijo v kategorijo čezmejnih geoparkov. Tudi Kras-Carso je čezmejno območje edinstvenih geoloških in geomorfoloških značilnosti mednarodnega pomena, zaradi katerih je s kulturno-zgodovinskega in znanstvenega vidika postalo »zibelka« krasoslovne znanosti in dobilo ime »matični Kras«.



Slika 1.2.1: Podzemni tok sistema Reka/Timava na dnu brezna Labadnica (Abisso di Trebiciano) je bil prvič dosežen na globini 326 metrov leta 1841 (avtor: Antonio Federico Lindner 1841)

1.2 Zakaj Geopark Kras-Carso?

Vsak geopark predstavlja geološko dediščino mednarodnega pomena. Promovira geološke procese in pojave, časovna obdobja, zgodovinske teme, povezane z geologijo, ali izjemno geološko lepoto na svojem ozemlju.

Glavne geološke posebnosti Geoparka Kras-Carso so:

- ♦ Geomorfologija Krasa, za katero so značilni raznovrstni površinski in podzemni kraški pojavi ter posebna hidrogeološka mreža. Matični Kras je zato v 19. stoletju prispeval k rojstvu in razvoju znanstvenih disciplin krasoslovja, speleologije in speleobiologije. Pravzaprav je sodobna speleologija (sistematično raziskovanje in kartiranje jam) nastala na tem območju, začeniši z raziskavami vodooskrbe Trsta. Leta 1841 je bil dosežen podzemni vodotok rečnega sistema Reke-Timave na dnu brezna Labadnica (Grotta di Trebiciano), na 326 metrih pod površjem. Zaradi izrazitih reliefnih oblik so bili v mednarodno znanstveno terminologijo privzeti lokalni izrazi za kraške pojave, kot so sam kras, dolina in polje.
- ♦ Geološki razvoj geoparka se najbolje odraža v kraških jamah, ki so nastale v hidrogeološkem sistemu reke Reke/Timave. Tu so nastale Škocjanske jame, izjemen kraški sistem z enim največjih znanih podzemnih kanjonov na svetu. Učbeniški primeri ponorov, naravnih mostov, sotesk, škavnic, udornic, brezen, podzemnega kanjona, izvirov in rovov, okrašenih s sigo, dajejo temu majhnemu območju svetovni pomen pri proučevanju kraških pojavov in procesov. Škocjanske jame so zaradi svojega naravnega in kulturnega pomena že od leta 1986 uvrščene na Unescov seznam svetovne dediščine. Po izjemni obliki in velikosti je primerljiva Briška jama (Grotta Gigante) z največjo dvorano v turistični jami na svetu.
- ♦ Sedimentno zaporedje zajema časovno obdobje skoraj 100 milijonov let - od začetka obdobja krede, pred približno 140 milijoni let, do sredine eocena, pred približno 45 milijoni let. Hrani zapis spreminjajočih se geoloških okolij na plitvomorski karbonatni platformi, na katera so vplivale podnebne spremembe, evstatične spremembe morske gladine ter globalni in lokalni tektonski premiki.



- ✦ Eden najpopolnejših in najbolj ohranjenih dinosavrov na svetu, najden v Ribiškem naselju (Villaggio del Pescatore) in drugi izjemno dobro ohranjeni fosilni vretenčarji v ploščastih apnencih na območjih Komna in Tomaja. Matični Kras vsebuje zelo bogat in raznovrsten fosilni inventar več živalskih in rastlinskih elementov.
- ✦ Kredno-paleogenska (mezozojsko-kenozojska) stratigrafska meja, ki jo zaznamuje eno najbolj uničujočih množičnih izumrtij v zgodovini planeta, je zabeležena v več profilih na tem območju.
- ✦ Kraška kulturna krajina, ki jo močno zaznamujeta kamnito površje in uporaba kamna kot gradbenega materiala. Tehniko suhozidne gradnje je Unesco leta 2018 uvrstil na seznam nesnovne kulturne dediščine človeštva.

Pomembno prisotnost z geologijo povezanih virov matičnega Krasa dopolnjujejo:

- ✦ Približno 80 geoloških točk, med katerimi imajo mnoge mednarodni pomen. Obišče jih več sto tisoč obiskovalcev letno.
- ✦ izjemna pestrost rastlinskih in živalskih vrst in veliko število redkih in endemičnih vrst, Kras uvrščajo med območja z najvišjo biodiverziteteto v Evropi. Pomemben je za ohranjanje življenjskih prostorov ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v Evropi. Območje ima tudi velik znanstveno-raziskovalni pomen za proučevanje jamskih rastlin in živali.
- ✦ o pomembni naravni dediščini priča tudi 67 % ozemlja, ki sodi v omrežje Natura 2000; tu sta tudi dve biosferni območji z zaščito Unescovega medvladnega raziskovalnega programa MaB – Človek in biosfera, in sicer Park Škocjanske jame in Morsko zavarovano območje Miramar.
- ✦ kulturna dediščina, za katero so značilna številna arheološka najdišča. Utrdbe in obrambni artefakti prve svetovne vojne pričajo o eni najbolj krvavih strani v zgodovini tega območja. Za to območje so značilne tudi agroživilske dobrine - vina, olja, siri in pršuti, ki so močno povezani z značilnostmi tal in geologijo.



ZNAČILNOSTI KRASA

2.1 Kaj je kras?

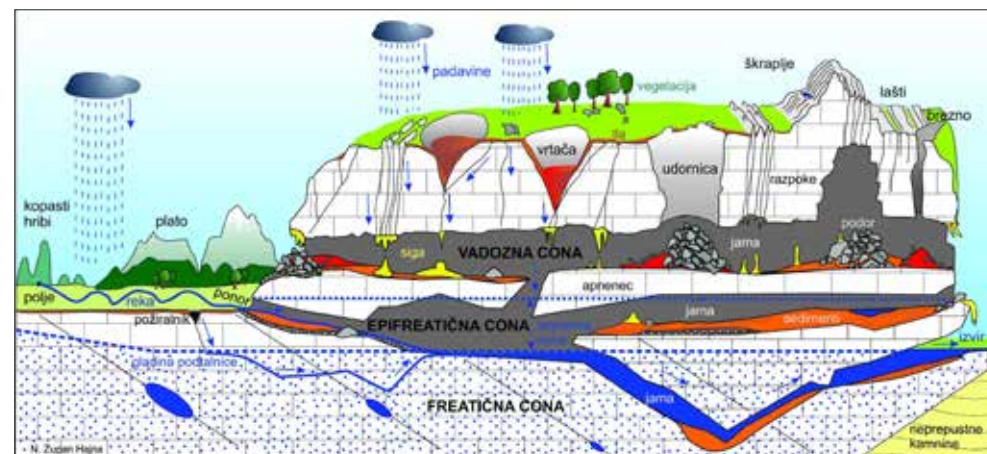
Kraški pojavi ali preprosteje kras je morfološki izraz za vse procese raztapljanja kamnin, pri katerih prevladuje kemično delovanje na karbonatne kamnine, z mehanizmi, ki jih imenujemo kraška korozija oziroma raztapljanje. Raztapljanje poteka tam, kjer je voda prisotna v tekoči obliki, torej v zmernem, subtropskem in tropskem podnebjju. Na območjih z malo padavinami ali kjer prevladujeta sneg in led, so kraški procesi manj učinkoviti od mehanskih (rečna erozija, ledeniška abrazija ipd.).

Čeprav so do neke mere vse kamnine topne v vodi, pa se le v nekaterih v določenih morfo-klimatskih razmerah oblikujejo značilni kraški pojavi. Po pomembnosti med kraškimi kamninami prednjačijo karbonati, sestavljeni iz kalcita, dolomita itd., sledijo evaporiti, sestavljeni iz kamene soli, sadre, anhidrita itd., v nekaterih predelih so pomembni tudi kvarciti, sestavljeni iz kremenca.

Apneneci in dolomiti predstavljajo približno četrtno kopnega površja zemlje, razširjeni so po vseh celinah in so vsi bolj ali manj zakraseli.

Na površju ima kras veliko oblik, ki jih po eni strani težko prepoznamo, po drugi pa so nekatere dramatične in slikovite. Velik del kraške pokrajine je skrit pod zemeljskih površjem v jamah. Na večini kraških območij vode običajno ni na površju, saj večina kraških voda teče podzemno. Vse padavine hitro poniknejo pod površje skozi odprte razpoke. Na krasu lahko v ponorih poniknejo tudi razmeroma velike reke, ki nato tečejo globoko pod površjem, tako skozi znane

jame, kot tudi neznane kanale in razpoke. Ker je kraško površje večinoma kamnito, brez debelih tal in zato neprimerno za obdelovanje, kraška območja nikoli niso bila gosto poseljena.



Slika 2.1.2: Konceptualni model vodnega toka v kraškem vodonosniku z glavnimi površinskimi in podzemnimi geomorfološkimi oblikami (po Zupan Hajna N., 2021)

Toponim Kras izvira iz paleoindoevropske besede Kar (tudi Karra), kar pomeni skala ali kamen.

Z znanstvenega vidika je kras opredeljen kot pokrajina z značilnim reliefom, jamami in drenažo podzemne vode, ki je nastala s procesi raztapljanja (Slika 2.1.2). Izraz se je prvotno nanašal na apnenčasto območje severovzhodno od Tržaškega zaliva v Sloveniji in Italiji, z latinskim imenom Carusadus ali Carsus, in se je glede na različne jezike spreminjal: Karst (nemško), Carso (italijansko), Kras (slovensko). Ta izraz se je kasneje prenesel na vsa območja s podobnimi geomorfološkimi lastnostmi. V slovenščini kras pomeni kamnita, gola in suha pokrajina. Ime pogosto uporabljamo kot toponim za tovrstno pokrajino na severozahodnem delu dinarskega krasa, tako v Sloveniji kot na Hrvaškem.

◀ Slika 2.1.1: Orleška Draga, v ozadju Nanos (foto: Roberto Valenti)

2.1.1 Kraške kamnine

Raztapljanje topnih kamnin je najpomembnejši kraški proces. Tako je razvoj kraških oblik omejen predvsem na območja, kjer prevladujejo karbonati (npr. apnenec (Slika 2.1.3A), dolomit, kreda, klastične karbonatne kamnine (konglomerat, breča) (Slika 2.1.3B), marmor in karbonatit) ali evaporiti (npr. sadra, anhidrit in sol) (Slika 2.1.3C), med njimi pa je največ apnencev in dolomitov. Večina karbonatnih in tudi evaporitnih sedimentov izvira iz tropskih in subtropskih območij, kjer so se odlagali na obsežnih plitvih morskih karbonatnih platformah in koralnih grebenih, podobno kot danes na Bahamih (Slika 2.1.4), obalah Perzijskega zaliva in Velikem koralnem grebenu Avstralije. Kasneje so bila območja s karbonatnimi platformami, zaradi procesov tektonike plošč iz prvotnega geografskega položaja, premaknjena.

Med pomembne lastnosti karbonatnih kamnin za razvoj zakrasevanja prištevamo poroznost, mineraloško sestavo, strukturne in te-

Slika 2.1.3: Kraške kamnine: A) zgornjetriasni plastoviti apnenec Dachsteinske formacije (Kaninski podi, Julijske Alpe, Slovenija) (foto: Bojan Otoničar), B) kredna apnenčasta breča/konglomerat (Dolina Učje, Z Slovenija) (foto: Bojan Otoničar), C) paleozojska sol (otok Queshm, Iran) (foto: Bojan Otoničar)



Slika 2.1.4: Podvodne karbonatne peščene sipine, lokalno izpostavljene na kopnem (zahodno od otoka Eleuthera, Great Bahama Bank, Bahami) (foto: Bojan Otoničar)

ksturne značilnosti, količino nečistoč v njih in debelino plasti. Poleg tega igrajo pri razvoju zakrasevanja in oblikovanju kraških značilnosti in krajine pomembno vlogo tudi geotektonski režim kraških območij in geološke strukture, kot so razpoke in prelomi. Voda pronica skozi odprte prostore (razpoke, prelomi, lezike, ...) v karbonatnih kamninah in jih hkrati s korozijskimi procesi širi. Bolj kot je karbonatna kamnina čista, manj netopnih ostankov vsebuje. Dolomit se topi počasneje kot apnenec in je bolj nagnjen k mehanskemu preperevanju.

2.1.2 Raztapljanje karbonatnih kamnin

Na intenzivnost raztapljanja apnenca vplivata predvsem količina padavin in parcialni tlak razpoložljivega CO_2 , oboje je odvisno od podnebja in lastnosti kamnin. Na splošno velja, da več kot je na voljo vode in CO_2 za tvorbo ogljikove kisline, hitreje se kamnina raztaplja. Voda povzroča raztapljanje glede na svojo kemično sestavo in mehanske lastnosti, to je količino in naravo vodnega toka ter značilnosti njenega stika s kamnino. Zakrasevanje karbonatnih sedimentov/kamnin se začne takoj, ko so le-ti izpostavljeni sladki vodi ali mešanici sladke in slane vode. Pri zakrasevanju apnenca in dolomita pride načeloma do raztapljanja mineralov kalcita in dolomita, nečistoče pa ostanejo kot netopni ostanek. Deževnica, obogatena s CO_2 iz ozračja in tal, tvori šibko ogljikovo kislino. Pri pronicanju skozi karbonatne kamnine jih ta šibka ogljikova kislina raztopi, pri čemer nastanejo kalcijevi in hidrogenkarbonatni ioni. Ko voda, obogatena z raztopljenimi ioni, doseže odprto jamsko okolje, razlika v parcialnem tlaku CO_2 v jami povzroči razplinjevanje raztopine (mehurčki), kar povzroči izločanje kalcita v različnih oblikah kalcitnih usedlin, to je različnih oblikah sig.

Razlike v denudaciji (znižanje zemeljskega površja) kraškega površja oziroma odnašanju karbonatnega materiala s površja v ionski obliki temeljijo predvsem na razlikah v podnebjju (količina padavin, temperatura), evapotranspiraciji, parcialnem tlaku CO_2 in sestavi kamnine (minerali, tekstura, struktura, nečistoče itd.). Glede na terenske podatke je v zmernem podnebjju stopnja denudacije kraškega površja okoli 20 - 60 metrov na milijon let.

2.2 Površinske in podzemne kraške oblike ter kraška terminologija

Površinski kraški pojavi nastanejo z raztapljanjem z deževnico (npr. škraplje, vrtače), kraško podtalnico (npr. dna polj, kraške uravnave) in s prenosom kraških podzemnih pojavov na površje (npr. udornice, brezstropne jame). Naravni jamski vhodi so del kraškega površja in vodijo v podzemlje. Sem spadajo brezna, ponori, požiralniki, izviri in odprtine v dnu udornic ter odprtine, ki nastanejo, ko kraško površje zaradi denudacije oziroma zniževanja zaradi površinske erozije odkrije jamski strop. Jame imajo različno razporeditev jamskih kanalov, ki je odvisna od lokalne geologije (kamninska sestava in tektonske strukture, kot so razpoke, prelomi, lezike), lokacije (geografska širina, nadmorska višina), značilnosti podzemne vode (alogene ali avtogene, ...), prevladujočega mehanizma raztapljanja (prevladujoča kislina, korozija mešanja, ohlajanje dvigajoče se vode itd.), razvoja pokrajine (različna geotektonska območja) in podnebje (zmerno, tropsko, ...).

2.2.1 Reliefne značilnosti kraškega površja

Nastanek kraških pojavov je odvisen od količine padavin, vrste gostiteljske kamnine, prisotnosti tal in vegetacije ter naklona terena. Ustrezne razmere povzročijo nastanek tako majhnih raztoplinskih skalnih oblik (npr. žlebovi, meandri, ponve, grike v apnenčastih tlakih itd.) kot srednje velikih in velikih kraških pojavov (npr. vrtače, kopasti griči, polja, itd.).

2.2.1.1 Drobne skalne oblike

Na stiku med kamnino in meteorno vodo nastajajo na površini kamnin zaradi korozije z meteorno vodo (padavinami) drobni kraški pojavi (Slika 2.2.1). Njihov nastanek je odvisen od količine padavin, narave toka in stika vode s površino kamnine.

Na površini apnenca se oblikujejo drobne korozijske oblike različnih velikosti, zaradi česar je površina kamnin neravna in hrapava (Slika 2.2.1A, B). Na ravni površini gole skale nastanejo škavnice (ka-



Slika 2.2.1: Značilnosti drobnih površinskih skalnih kraških pojavov (arhiv IZRK ZRC SAZU): A) žlebiči (Kras); B) žlebovi (Kanin, zahodna Slovenija); C) škavnice (kamenice) (Kras); D) korozijske škraplje (Kras)

menice) (Slika 2.2.1C), medtem ko se na nagnjenem površju oblikujejo žlebiči in večji žlebovi (Slika 2.2.1A, B). Če so žlebovi nastali pod naknadno odstranjenimi tlemi - ponekod tudi mahom, so bolj ali manj zaobljeni. Ko se razpoke ali druga območja z nižjo odpornostjo zaradi korozije povečajo, nastanejo škraplje (Slika 2.2.1D), ki ločijo kamnino na bloke različnih velikosti. Bloki so večji, če je kamnina debelo plastovita ali masivna. Predvsem na tanko plastovitih apnencih so pogosta območja kaotično razčlenjenih manjših kamnov oziroma melišča (griže).

Nastanek različnih drobnih kraških oblik je posledica razlik v učinkovitosti raztapljanja vode, ki teče po različno nagnjenem pobočju (dinamična topnost) ali na ravnem površju s stoječo vodo v depre-

sijah (statična topnost). Prve lahko nadalje razdelimo na tiste, ki se oblikujejo vzdolž linij največjega naklona, in na tiste, ki sledijo nezveznostim v kamninah.

Najpogostejše drobne površinske kraške skalne oblike:

- ◆ Žlebiči (Slika 2.2.1A) so drobne skalne oblike, ki jih lahko opredelimo kot kratke ravne brazde (globoke približno centimeter, široke od enega do štiri cm in dolge pet do 50 cm) z zaobljenim dnom. Pogosto se tvori več vzporednih žlebičev, ki lahko spominjajo na glavnik, pero, snop, ...-pri tem pa so posamezni žlebiči med seboj ločeni z ostrimi grebeni, ki delujejo kot razvodnica. Žlebiči nastanejo s korozijo zaradi deževnice oziroma dinamične topnosti vzdolž linij največjega naklona.
- ◆ Žlebovi (Slika 2.2.1B) so podobno kot žlebiči brazde, ki sledijo največjemu naklonu apnenčastega površja, le da so nekoliko večjih dimenzij (široke nad 5 cm, globoke nad 3 cm, dolge najmanj 100 cm). V prerezu so vedno v obliki črke U, po dolžini pa so običajno ravni, lahko pa, predvsem na rahlo nagnjenih površinah, tudi vijugasti. Dno je gladko, pogosto izdolbeno s sekundarnim žlebom (minimalni perkolacijski tok). Geneza žlebov je vezana na zgoščeni linearni tok odtočnih voda, zato je morfologija odvisna od naklona površja, prisotnosti rastlin in tipa podnebja (padavinski režim). So klasičen primer tako imenovane pospešene korozije.
- ◆ Škavnice (Slika 2.2.1C) so običajno relativno majhne zaprte zaobljene kotanje, neenakomernega premera in glede na površino plitve (globina od dva do 50 cm, širina od pet do 200 cm). Tla so običajno skoraj vodoravna, prerez je raven ali skledast, proti dnu razširjen. Pogosto imajo iztok. Njihova geneza je povezana s stoječo vodo v mikrodepresiji, agresivnost katere včasih izvira ali jo pospešuje prisotnost nitastih alg (fitokras). Škavnice se širijo hitreje kot poglobljajo, saj je korozija bolj aktivna na robovih kot na dnu. Zaradi postopnega poglobljanja iztočne zareze se v fazah postopnega zniževanja gladine vode v škavnici na dnu sten pogosto ustvarijo zajede, skoraj „korozijski utori“.

- ◆ Škraplje (Slika 2.2.1D)
so globoke zajede, ki so ponekod med luknjami povezane z anastomozami. Pogosteje kot naklon površja jih usmerjajo razpoke v kamnini. Stranice so vedno zelo strme, dno je ravno ali v obliki črke V in slabo odprto. Z vidika nastanka so podobni kraškim žlebičem, vendar pri žlebičih usmerja vodni tok največji naklon, pri škrapljah pa nezveznosti (običajno razpoke) v kamnini.
- ◆ Griže
so kamnita tla iz bolj ali manj drobnih kamnov oziroma skal, ki se oddvojijo od matične kamnine zaradi raztapljanja vzdolž pogostih nezveznosti v kamnini (plastovitost in razpoke). Tako se ločijo od kamnite podlage in ostanejo bolj ali manj na mestu nastanka – brez znatnega premika.
- ◆ Apnenčasti lašti in škrapljišča
so skalni izdanki, ki lahko vključujejo več morfotipov raztapljanja, kot so žlebiči, žlebovi, škraplje, škavnice, kanali itd.
- ◆ Apnenčasti stolpi
Posamezni ostanki blokov (pet - do deset metrov višine) štrlijo nad ostalim kraškim površjem in pričajo o preteklih, višjih, a danes večinoma denudiranih kraških površjih.

2.2.1.2 Kraške oblike srednjega obsega

Vrtača je najznačilnejša kraška reliefna oblika srednjih zemljepisnih širin (Slika 2.2.2). Vrtače so zaprte lijakaste ali skledaste kotanje v kraški pokrajini, katerih širina je običajno večja od globine. Med njimi prevladujejo globoke do deset metrov in široke do 50 metrov. Pogosto so njihova pobočja podobno skalnata kot okoliška kraška pokrajina, dno običajno pokriva do nekaj metrov debel sediment oziroma tla. Različni procesi, kot so raztapljanje, porušitve jamskih stropov, izpiranje drobnozrnatih sedimentov in posedanje plasti nad bolj topnimi kamninami, lahko privedejo do podobne reliefne oblike oziroma do vrtače. To pomeni, da so lahko številne vrtače podedovane oblike, nastale s preoblikovanjem jam in brezen. Kljub temu so najpogostejše vrtače nastale z raztapljanjem na površju, kjer voda raztaplja kamnino in jo v raztopini odnaša v podzemlje. Predvsem

nastajajo na mestih, kjer voda pronica v globino navpično in pri tem učinkovito raztaplja kamnino, še posebej kjer so prisotna tla in biološko delovanje. Gostota vrtač na kraškem površju je odvisna od vrste kamnine (na dolomitih so manj pogoste, na čistih plastovitih apnencih pa zelo številne), naklona pobočij (na strmih pobočjih vrtač ni) in pogostosti prelomov. Vrtače na apnencih so bolj skalnate od tistih na dolomitih in imajo manj preperine na pobočjih. Tla se običajno kopičijo v dnu vrtač, ki so pogosto obdelana.

Veliko večje od običajnih vrtač so običajno udorne vrtače oziroma udornice (Slika 2.2.3). To so velike kraške kotanje s strmimi ali celo navpičnimi pobočji, ki so nastale z udorom stropa večjega jamskega rova. Prisotnost teh kraških pojavov je povezana predvsem s prisotnostjo tokov podzemne vode, saj je bil le tako lahko zaradi erozije in raztapljanja zrušen material odstranjen. Udornice običajno ne nastanejo nenadoma, temveč počasi, z dolgotrajnim padanjem

Slika 2.2.2: Za kmetijske namene antropogeno preoblikovana (izravnana) vrtača – tako imenovana delana vrtača (Bela Krajina, južna Slovenija) (foto: Bojan Otoničar)





kamenja s stropa jame, dokler se na površini ne odpre luknja. Dna udornic so običajno prekrita z podrtim kamenjem, ki lahko zapira vhode v jame. Vendar pa skozi nekatere udornice kljub temu lahko dosežemo spodaj ležeče jame. V deževnih obdobjih, ko je gladina podzemne vode visoka, so lahko poplavljeni tudi spodnji deli udornic. Večje udornice so globoke od 50 do 200 metrov in široke do nekaj sto metrov. Njihova prostornina lahko doseže več milijonov kubičnih metrov.

Druga tipična kraška reliefna oblika je uvala. To je večja podolgovata plitva kotanja z dnom v obliki črke U in višjim obodom. Uvale so pogoste tudi na dolomitni podlagi. Nastanejo lahko z združenjem več manjših kraških depresij - vrtač, ki so se povečevale druga proti drugi. Ponekod so vrtače tudi v dnu uval, kjer je pogosto tudi nekoliko večja količina sedimenta, tla pa so debelejša.

Kot je prikazano zgoraj, je površje apnenčastega krasa običajno kamnito in razgibano ter zato razmeroma neprehodno, tla so tanka ali pa se kopičijo le v dnu kraških kotanj. Nekoliko drugačno je površje dolomitnega krasa, ki je nastalo z vzajemnim delovanjem denudacijskih procesov in fluvioerozijskih geomorfni procesov. Zato je površje dolomitnega krasa običajno bolj blago in manj kamnito (Slika 2.2.4), na njem so lahko vidne sledi površinskega toka vode. Pogoste so podolgovate depresije oziroma dolci - nagnjene podolgovate kraške kotanje, precej podobne vrtačam. Na dolomitnem krasu so tla debelejša in izrazitejša kot na apnenčastem krasu, zato je krajina primernejša za poselitev in obdelovanje.



Slika 2.2.4: Rahlo valovito površje na dolomitu med Gorenjem in Bukovjem pri Postajni (jugozahodna Slovenija) (foto: Bojan Otoničar)

2.2.1.3 Kraški pojavi velikih dimenzij

Polje (Slika 2.2.5) je največja oblika kraške depresije. Ima izravnano kamnito dno, prekrito s tanko plastjo sedimenta in tipičnim kraškim drenažnim sistemom. Polja so lahko dolga in široka več deset kilometrov. Običajno ima podolgovat obod in reko z izviri na eni strani polja in ponori na drugi strani. Večina polj nastane ob regionalnih tektonskih strukturah – prelomih - in se širijo z bočnim raztapljanjem podnožja okoliških pobočij. Nihajoča gladina vode tla polj zaradi korozije izravna. Posledica nihanja vodne gladine so značilni kraški hi-

Slika 2.2.5: Cerkniško kraško polje (presihajoče jezero) z Javorniki in Snežnikom v ozadju (jugozahodna Slovenija) (foto: Bojan Otoničar)



◀ Slika 2.2.3: Osp, udornica na Kraškem robu (jugozahodna Slovenija). Ob visoki vodi izvira potok iz jame pod pečino (foto: Matej Blatnik)

drološki pojavi, kot so izviri, ponori, estavele in periodične poplave. Ko ponori ne zmorejo več odvajati vode, ki jo nosi ponikalnica, nad dno polja pa se dvigne tudi gladina podtalnice, nastanejo presihajoča kraška jezera. Tipični primer na matičnem Krasu je Doberdobsko jezero (Slika 2.2.6). V sušnih obdobjih so polja suha, gladina vode pa je pod nivojem dna polja.

2.2.1.4 Morfološke oblike kontaktnega krasa

Območje, kjer površinske vode pritakajo iz rečnega reliefa v kras, imenujemo kontaktni kras. Zaradi velike količine vode, ki se iz neprepustnih kamnin s površinsko rečno mrežo steka na kraško obrobje, na stiku s prepustnimi kamninami nastajajo grezi, ponori in poplavne ravnice. Najznačilnejše reliefne oblike takega kontaktnega krasa so slepe doline. Zaradi velikih količin vode je raztapljanje apnenca na takšnih mestih hitrejše kot na tistih kraških območjih, kjer karbonatne kamnine raztaplja le deževnica. Zaradi nihanja podzemne vode je njihovo dno uravnano in običajno prekrito z alogenimi sedimenti, ki jih prinašajo reke ponikalnice. Ker ponore tvorijo povprečni vodni

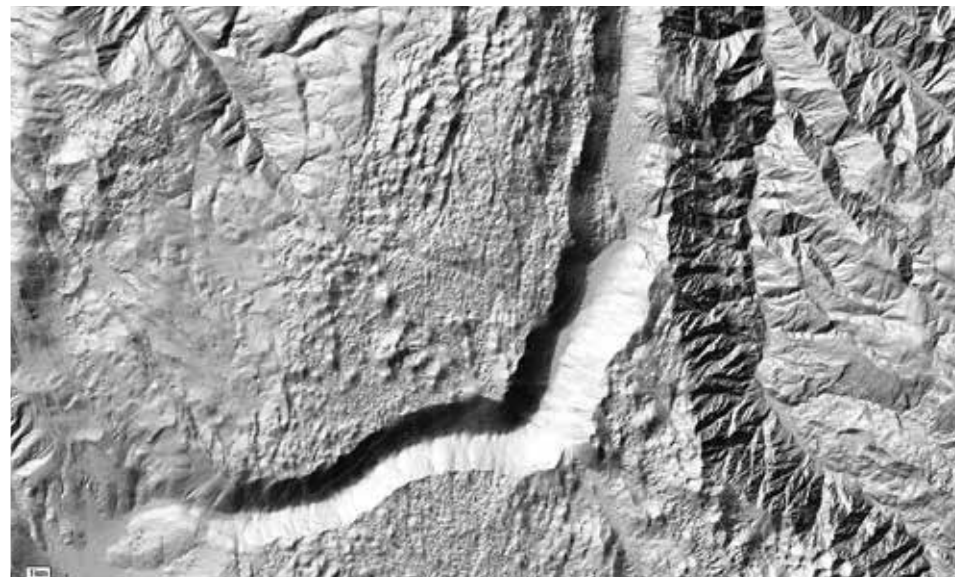
Slika 2.2.6: Doberdobsko jezero med nizkim vodostajem (foto: Philippe Turpaud)



tokovi, le-ti ob močnejših nalivih ne morejo odvajati povečanega dotoka, zato so tu pogoste poplave.

Za »nekraški« element na krasu lahko v določeni meri štejemo suhe doline (Slika 2.2.7). Gre za nekdanje rečne doline, ki so v preteklosti prečkale določeno kraško območje. Stare struge vsaj del leta nimajo aktivnega vodotoka v celotnem toku ali le na določenem odseku, saj se voda izgublja v krasu ali pa teče precej globlje pod površjem. Dna suhih dolin so običajno bolj ali manj zakrasela, tako da so tam pogoste vrtače in drugi površinski kraški pojavi.

Slika 2.2.7: Lidar DMR (Agencija RS za okolje) skoraj 500 m globoko vrezane suhe doline Čepovanski Dol, ki prečka visoko kraško planoto Banjščice (zahodna Slovenija) ►



2.2.1.5 Kraška uravnava

Kraške uravnave (Slika 2.2.8) predstavljajo uravnana površja, nastala z erozijo in predvsem korozijo. Kompleksni procesi, ki ustvarjajo korozijske uravnave na krasu, so bili poimenovani s skupnim terminom „lateralna planacija zaradi raztapljanja“ oziroma „korozijsko uravnavanje“ in vključujejo kombinacijo navpičnega raztapljanja, bočnega spodjedanja pobočij in zadenjske erozije pobočij ob izviri. Večje kraške uravnave lahko sekajo različne geološke strukture.

2.2.1.6 Obalni kras

Obalni kras se razvije tam, kjer se skale, ki ležijo nad morsk gladino, stikajo s tistimi, ki so praviloma pod morsk gladino. V teh okoljskih razmerah so vse kraške značilnosti poudarjene z učinkovanjem morskih aerosolov, mikrobov in valov, kar pospešuje procese raztapljanja in erozije kraških kamnin. Tudi mešanica morske in sladke podzemne vode spodbuja nastanek in razvoj jam in izvirov.



Slika 2.2.8: Pogled s Trstelja na rahlo nagnjeno, a uravnano planoto Krasa, obdano z gričevnatimi območji, brdi (foto: Bojan Otoničar)

2.2.1.7 Fluviokras

Fluviokras je kraška pokrajina, kjer prevladujejo doline, ki jih oblikujejo površinske reke, erozija pa prevladuje nad procesi raztapljanja.

2.2.2 Jame

Najbolj značilen kraški pojav, brez katerega ni »pravega« krasa, so kraške jame. Glede na antropogeno definicijo so jame podzemne votline, ki so dovolj velike, da so dostopne ljudem. Lahko so navpične ali vodoravne in napolnjene z vodo. V jamah so običajno med seboj povezani prehodi različnih velikosti in oblik, kot so galerije, kanali, kanjoni, rovi v obliki ključavnice, razširjene razpoke in meandri. Jamski rovi se lahko razširijo v velike votline in dvorane.

Kraške jame nastanejo kot posledica raztapljanja kamnin ob toku podzemnih voda v različnih okoljih. Geološka zgradba in litološka sestava karbonatnih kamnin odločilno vplivata na nastanek in razvoj jam. V kamnitem masivu voda sledi geološkim nezveznostim (lezike, prelomi, razpoke, pore, ...) in najbolj topnim poroznim plastem. V primeru kraškega vodonosnika voda na svoji poti kemično in mehansko razjeda karbonatno kamnino in tvori kanale oziroma kraške jame.

Značilnosti jamskih rogov, iz katerih lahko sklepamo na njihov izvor, so predvsem posledica hidravličnih razmer, v katerih so nastali. V hidrološkem smislu so jame kanali v kraškem masivu, v katerem se zaradi raztapljanja vzpostavi turbulenten vodni tok. Voda, ki se pretaka pod stalnim pritiskom skozi tanke razpoke, postopoma raztaplja njihove stene. Pretok se tako poveča in razpoka se še razširi, kemično agresivna voda prodira vse globlje. Nadaljevanje tega procesa vodi preko pospešene rasti razpoke do točke preboja, ko se stopnja pretoka v zelo kratkem času poveča za več velikostnih redov. Jamski rovi lahko nastanejo v stalno poplavljeni (freatični) coni – nastajajo pod gladino kraške vode s počasnim tokom pod pritiskom. Tu se primarno oblikuje večina jamskih rogov, nato pa rastejo in se preoblikujejo pod različnimi pogoji, v občasno poplavljenih (epifreatičnih) in nepoplavljenih (vadoznih) hidroloških conah. Čeprav v freatični coni prevladujejo bolj ali manj vodoravno orientirani rovi, lahko v posebnih pogojih nastanejo tudi vertikalni, ki spominjajo na brezna.



Slika 2.2.9: Prvotno freatični jamski rovi so bili pozneje preoblikovani v epifreatični in vadozni hidrološki coni:

- a) Freatični rov ovalne oblike in oblike ključavnice, ki se danes nahaja v občasno poplavljeni epifreatični coni (Amaterska jama, Moravski kras, Češka) (foto: Bojan Otoničar);
- b) velik kanjonski (vadozni) rov Škocjanskih jam z odprtim tokom podzemne Reke je občasno poplavljen do različnih nivojev (Kras) (foto: Matej Blatnik);
- c) Reliktni freatični rov preoblikovan v epifreatični (jamski sedimenti) in vadozni coni (siga) (Postojnska jama; jugozahodna Slovenija) (arhiv IZRK ZRC SAZU).

Jamski rovi se širijo po celotnem obodu, zato so značilni freatični rovi okrogle ali ovalne oblike v preseku (Slika 2.2.9a). V epifreatični coni voda po rovih običajno teče hitreje. V sušnem obdobju voda prekrije le dno rova ali struge, v deževnem obdobju so rovi v celoti poplavljeni. Največji jamski rovi nastanejo v območjih nihanja podtalnice. Ti rovi se razvijejo deloma v freatičnih razmerah, to je simetrično pod pritiskom, in deloma v vadoznih razmerah, to je v toku z odprto gladino. Tipična oblika prehodov je običajno kombinacija ovalne (freatične) oblike in kanjonskega tipa (vadoznega) jamskega rova (Slika 2.2.9a, b).

Ko se gladina podzemne vode zaradi različnih vzrokov zniža, v osnovi freatični rovi preidejo v vadozno cono, kjer voda, razen v višjih freatičnih horizontih, teče po principu prostega pada. Osnovni tipi rovov v vadozni coni so kamin, nekoliko spremenjena oblika brezna, nastajajo pa tudi meandri, ki jih viseči vodni tokovi korodirajo in mehansko erodirajo. V vadozni coni pridobiva pomen mehanska erozija, stene jam pa so močno spremenjene tudi z udornimi procesi. Pesek in prod v kraških rekah lahko mehansko erodirata in bistveno preoblikujeta jamske rove. V epifreatičnih in vadoznih conah so lahko jamski rovi v različni meri zapolnjeni z jamskimi sedimenti in sigami (Slika 2.2.9c). Sedimenti, ki se nalagajo po obodu rovov, ščitijo stene pred korozijo. Če se naplavine odlagajo na tla, se rov na splošno razširi v smeri navzgor, kjer so stene še naprej izpostavljene koroziji. Ta vrsta razvoja rova se strokovno imenuje „parageneza“.

Vadozne jame nastajajo tudi med kraškim površjem in kraško podzemno vodo. Voda v tem območju teče gravitacijsko in odnaša le omejen del stropa jame. Zaradi tega je večina jam v vadozni coni brezen in meandrov.

Ker se na kraških območjih običajno gladina podtalnice (in tudi površje) sčasoma znižuje, freatične jame »potujejo« navzgor skozi hidrološki profil, najprej v območje nihanja vodne gladine (epifreatična cona) in nato višje v nenasičeno ali vadozno cono (Slika 2.2.9c). Tu se seka z vadoznimi brezni, ki nastanejo zaradi pronicanja vode s površja. Postopno zniževanje kraškega površja (denudacija) in gladine podzemne vode izpostavi nekatere kraške rove, prvotno freatičnega izvora, na kraško površje, kjer tvorijo del površinskega kraškega reliefa (Slika

2.2.10). Te tako imenovane denudirane ali brezstropne jame nam lahko povedo veliko o geološki, geomorfološki, hidrogeološki in podnebni zgodovini določenega območja, zlasti če so zapolnjene z jamskimi sedimenti. Podobno pomembni so mehanski sedimenti in sige v fosilnih jamskih rovih nekoč freatičnih in epifreatičnih jam. Tako izraz speleogeneza uporabljamo za opis celotnega življenjskega cikla jam, od njihovega nastanka do njihovega izginotja.

Slika 2.2.10: Stare denudirane freatične jame, ki kažejo na dolgotrajni geotektonski, hidrogeološki in klimatski razvoj določene regije:

- A) popolnoma denudiran del stare freatične jame, zapolnjen z jamskimi sedimenti (Kozina, JZ Slovenija) (arhiv IZRK ZRC SAZU);
 B) delno denudirana fosilna freatična jama, zapolnjena z jamskimi sedimenti (Kozina, JZ Slovenija) (arhiv IZRK ZRC SAZU)



2.3 Hidrogeološke značilnosti krasa

Kraška območja zavzemajo približno 15 % zemeljskega površja brez ledu. Kraški vodonosniki oskrbujejo z vodo približno 20 % svetovnega prebivalstva, 30 % Evropejcev in več kot 50 % Slovencev. Zakaj so ti vodonosniki tako izdatni, a hkrati tako ranljivi?

Karbonatne kamnine so v svojem življenjskem ciklu izpostavljene raztapljanju v podzemni in površinski vodi, začeni v območju mešanja slane in sladke vode v morskem okolju. Kraški sistemi so del hidrološkega cikla. Voda, ki teče prvotno skozi porozne razpokane karbonate, raztaplja kamnino vzdolž por ali sten razpok, pri čemer tvori mreže rogov (jame). Njihov razvoj se sprti prilagaja geološkim in hidrološkim razmeram območja. Lahko rečemo, da se mreže rogov razvijajo tako, da vzpostavijo optimalno prevajanje vode od dotokov oziroma napajanja vodonosnika do izvirov.

V zrelem kraškem vodonosniku je razporeditev rogov posledica dolgotrajnega geološkega razvoja območja, ki vključuje tektonsko dvigovanje in prelamljanje, zniževanje erozijske baze, spremembe hidroloških razmer itd. Razporeditev kanalov v nekem vodonosniku, ki v veliki meri določa tok podzemne vode, je zato izjemno zapletena in nepredvidljiva.

Kraški vodonosniki se lahko napajajo iz različnih virov. Vedno se kraški vodonosnik deloma oskrbuje s porazdeljeno infiltracijo padavin. Pogosto se kraška območja stikajo z nekraškimi rečnimi območji, kjer so površinske vode urejene v fluvialno mrežo. Kjer se tako nekraško območje stika s krasom, poteka razvoj fluvialne in podpovršinske kraške mreže sočasno, pri tem pa en sistem vpliva na drugega in obratno. Končni rezultat teh procesov predstavlja reka, ki ponikne pod zemljo na stiku topnih in netopnih kamnin. V nekaterih primerih lahko vztraja površinski tok tudi na kraškem površju in šele nato ponikne pod zemljo kot skoncentriran vodni tok. Kraški izviri so edinstvena hidrološka posebnost. Kraški vodonosniki so hierarhični, pri čemer voda iz velikega napajalnega območja izvira na zelo omejenem območju ali celo pri enem samem izviru. Le v kraški pokrajini je mogoče, da izvira cela reka s povprečnim pretokom več deset kubičnih metrov na sekundo naenkrat iz enega izvira.

V grobem so vsi vodonosniki razdeljeni na freatično in vadozno cono. Freatična cona je trajno napolnjena s podzemno vodo, vadozna cona je napolnjena z zrakom, vodni tok pa je gravitacijsko usmerjen proti gladini podzemne vode. Velika nihanja v napajanju, zlasti v kraških sistemih z alogenim dotokom, lahko povzročijo zelo velika nihanja gladine podzemne vode, ki se lahko v skrajnih primerih dvigne tudi do 200 metrov v manj kot enem dnevu.

Zaradi velikih podzemnih kanalov na kraških območjih pogosto ni površinskih voda. Nenasičena cona v kraških vodonosnikih je lahko debela več kot dva kilometra. Vrtanje nekaj sto metrov od površja do gladine podtalnice je prej pravilo kot izjema.

Voda, ki teče po kraškem vodonosniku, lahko sledi sistemu velikih rogov in kanalov od dotoka do izvira. Lahko teče tudi zelo počasi vzdolž sistemov drobnih razpok, nato pa vstopi v hierarhično večje strukture in rove. Pravzaprav je večina vode v kateremkoli vodonosniku shranjena v sistemih razpok, medtem ko se vodonosnik odvaja skozi večje rove. Čas, potreben, da enota vode prepotuje od vstopne točke do izvira v istem vodonosniku, lahko traja od nekaj ur do nekaj tisočletij - zato je kraške vodonosnike težko varovati. Onesnaženje lahko preide skozi vodonosnik v nekaj urah, v njem pa lahko ostane tudi desetletja.

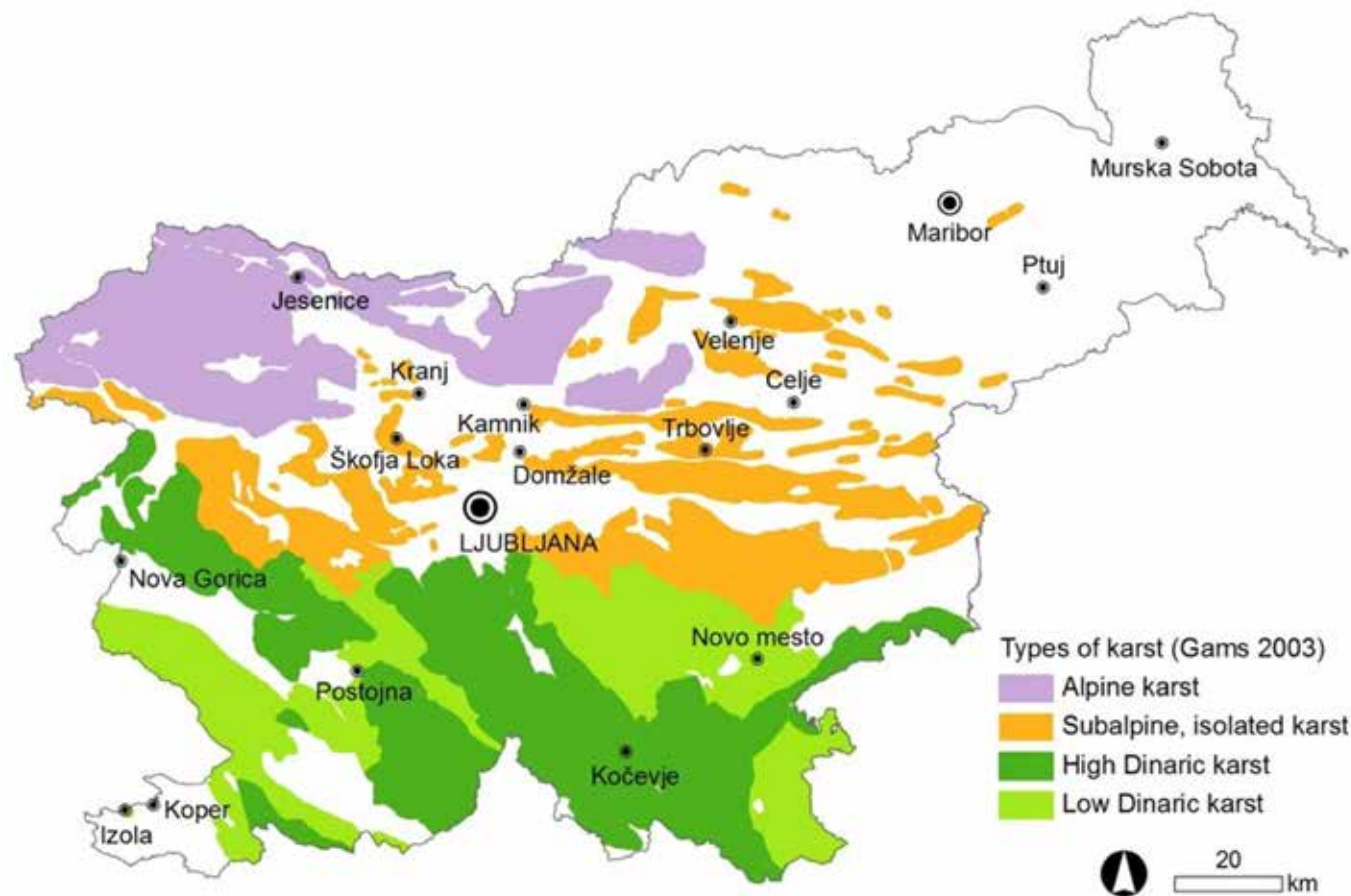
2.4. Vrste krasa

Različni tipi krasa in jam se razvijajo v različnih geoloških, klimatskih in hidroloških razmerah. Za nastanek krasa morajo biti izpolnjeni trije osnovni pogoji: topna kamnina, voda in razvoj podzemne dretnaže. Razpoložljivost vode je najpomembnejši podnebni dejavnik za razvoj krasa. Kraška pokrajina zavzema približno 20 % kopnega površja Zemlje. Za oblikovanje take pokrajine so potrebne topne kamnine, kot so karbonati (npr. apnenec, dolomit) in evaporiti (sadra, sol). Jame in raztopine lahko nastanejo tudi v drugih kamninah, kot so kremenovi peščenjaki ali graniti, vendar ne z enakimi procesi kot kraški pojavi »običajnega« in tudi Krasa. Jame nastajajo tudi v ledenikih in lavi, vendar z drugačnimi procesi od tistih, ki tvorijo zgoraj omenjene značilnosti in pokrajine.

Karbonatne kamnine pokrivajo 15 % zemeljskega površja, pri čemer je pomemben podatek, da so globalne stopnje raztapljanja apnenca določene s količino vode in CO₂ v danem okolju. Tako so splošne stopnje raztapljanja apnenca določene s količinami vode in CO₂ iz rastlinja, ki je na voljo v okolju. To je razlog, da so po svetu kraške pokrajine zelo raznovrstne. Kakšen bo njihov nastanek in izgled je odvisno od geoloških danosti in podnebja (padavine, temperatura, vrsta vegetacije in količina biogenega CO₂ v tleh), to pa je običajno povezano z njihovim geografskim položajem, vključno z zemljepisno širino, dolžino in nadmorsko višino. Kras se pojavlja na območjih, kjer je vode dovolj, saj suša in hud mraz ovirata njegov razvoj. Ti dve podnebni danosti povzročata pomanjkanje vode v tekočem stanju, kar omejuje raztapljanje, zato lahko drugi geomorfološki procesi prevladujejo v morfološkem razvoju območja. Nasprotno pa so v trajno ali sezonsko vlažnem tropskem podnebnju procesi raztapljanja veliko hitrejši in izrazitejši.

2.4.1 Glavni tipi krasa v Sloveniji

Kras predstavlja skoraj polovico površine Slovenije. Po Habiču (1969) lahko kras v Sloveniji glede na geološke, hidrološke, morfološke in krajinske danosti razdelimo na tri večje enote (Slika 2.4.1): 1) alpski kras - visokogorski in gorski kras Julijskih Alp, Kamniško-Savinjskih Alp in Karavank; 2) dinarski kras - visoki in nizki primorski, notranjski in dolenski kras; in 3) predalpski, osrednje slovenski in predpanonski osamljeni kras (Idrija, Cerkljansko in Tolminsko, Rovte, Polhograjski Dolomiti, Posavske gube, Gorjanci in



Slika 2.4.1: Zemljevid različnih tipov krasa Slovenije (iz Gams, 2003)

nekatera območja v severovzhodni Sloveniji), ki se delijo na manjše regije glede na morfološke in hidrološke značilnosti.

Za alpski oziroma visokogorski kras (Slika 2.4.2) so značilni izraziti vertikalni gradienti in mešanica fluvialnih, ledeniških in kraških elementov v pokrajini, zaradi česar so rečne doline globoko zarezane v gore in planote. V Sloveniji je alpski kras razvit v karbonatnih kamninah devonskega do krednega obdobja, vendar prevladujeta

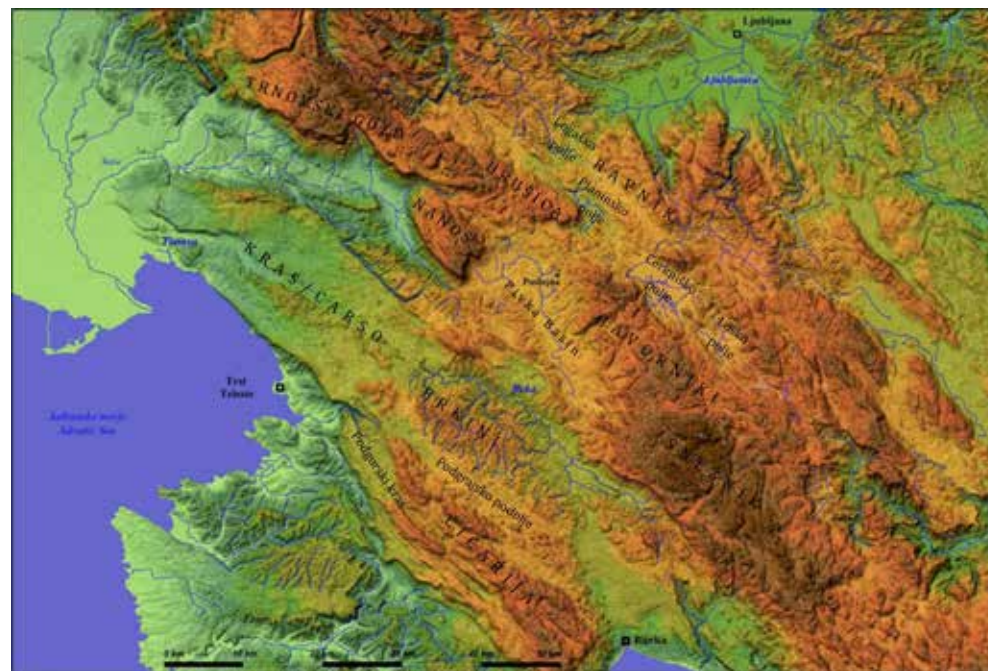
triasni apnenec in dolomit. V slovenskem alpskem krasu se pojavljajo bolj ali manj vsi značilni visokogorski kraški pojavi, kot so lašti, žlebiči, manjše kotanje z navpičnimi stenami (kotlički) in velike vrtače (konte). Značilni so globoka brezna in prevladujoči vertikalni jamski sistemi. Najgloblje jame v Sloveniji so na Kaninu in sosednji planoti Rombonski podi (npr. jama Čehi 2 je globoka več kot 1.500 m).

Dinarski kras (Slika 2.4.3) se nahaja v južnem delu Slovenije in se deli na nizki in visoki dinarski kras (Slika 2.4.4). Kraški pojavi so se izoblikovali v permskih do paleogenskih karbonatih, med katerimi prevladujejo kredni apnenci in v manjši meri dolomiti. Glavne tektonske strukture na tem območju predstavljajo dinarski (severozahod - jugovzhod) in prečnodinarski (severovzhod - jugozahod) prelomi, razpoke v smeri jug - sever in severovzhod - jugozahod ter proti jugozahodu narinjeni tektonski pokrovi (narivi). Med reliefnimi značilnostmi prevladujejo obsežne uravnave na različnih nadmorskih

višinah, velike zaprte depresije (npr. polja) in kopasti griči. Na površju se pojavljajo kraške reke le na dnu polj. Alogene reke, ki pritekajo iz nekarbonatnih območij, bodisi ponikajo na kraški meji in tvorijo slepe doline, bodisi prečkajo kras v obliki globokih kraških rečnih dolin in kanjonov. Obstajajo številni obsežni in kompleksni jamski sistemi, ki so jih oblikovale reke ponikalnice, in so s površjem povezani tudi preko številnih vadoznih brezen. Ti sistemi predstavljajo tako aktivne kot reliktnne drenažne poti. Zelo znane so Škocjanske jame, ki so na Unescovem seznamu svetovne dediščine, in znamenita turistična Postojnska jama, katerih nastanek je povezan z relativno velikima rekama ponikalnicama. V jamah so se kot posledica specifičnega razvoja krasa odložile različne naplavine (npr. alogeni sedimenti, sige). Za morfologijo površinskega krasa so značilne številne vrtače različnih velikosti, ponekod so dokaj pogoste udornice, pojavljajo se tudi različni vhodi v jame ter brezstropne jame.



Slika 2.4.2: Visokogorski kras kaninskih podov (severozahodna Slovenija) (foto: Bojan Otoničar)



Slika 2.4.3: DMR jugozahodne Slovenije (z deli Hrvaške in Italije) s prikazom različnih kraških območij dinarskega krasa vključno s planoto Kras (Arhiv IZRK ZRC SAZU)



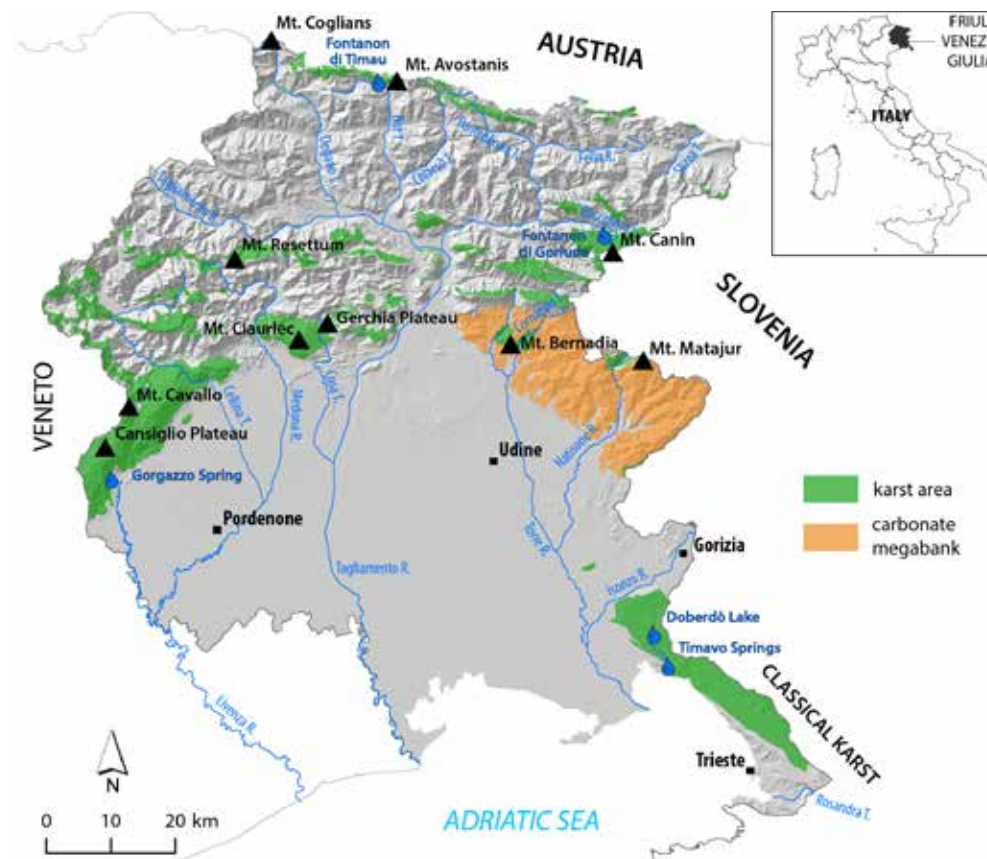
Slika 2.4.4: Vipavska dolina ločuje Krás od Trnovskega gozda in Nanosa, visokih kraških planot dinarskega krása (zgornja in desna stran fotografije) (foto: Bojan Otoničar)

V nasprotju z velikimi ekstenzivno zakraselimi območji Alp in Dinaridov zavzemata vmesni in izolirani kras precej manjša območja. Ta so obdana z nekarbonatnimi kamninami, ki so se v glavnem razvile pod vplivom alogenega dotoka. Horizontalne jame običajno tvorijo reke ponikalnice, ki so na splošno zelo obremenjene s klastičnimi sedimenti. Ponori in izviri so pogosti. Kraško hidrologijo in kraško značilnosti določa predvsem lega posameznega kraškega območja, manj pomemben je splošni razvoj obsežnejšega reliefa. Vmesni kras, razvit v apnencih in dolomitih od paleozoika do neogena, se nahaja v osrednjem delu Slovenije v pasu usmerjenem od zahoda proti vzhodu med Alpami in Dinaridi. Glavne tektonske strukture v tem delu so tako alpske (usmerjene vzhod - zahod), kot dinarske (usmerjene severozahod - jugovzhod). Izolirani kras se pojavlja v manjših zaplatah karbonatnih kamnin, predvsem miocenske starosti, v osrednjem in vzhodnem delu Slovenije, to je na območju Panonskega bazena.

2.4.2 Glavni tipi krása v Furlaniji - Julijski krajini

Izdanki karbonatnih kamnin se pojavljajo v 7.850 km² veliki Furlaniji - Julijski krajini na približno 1.900 km² in posredno učinkujejo na približno 5.000 km² veliko gorsko in hribovito območje. V Furlaniji je bilo odkritih in popisanih skoraj 7.500 jam, od tega dobrih 3.000 na italijanski strani Krása.

S pomočjo geoloških, morfoloških in hidrogeoloških kriterijev je bilo v zadnjem času identificiranih in opredeljenih približno šestdeset kraških območij, ki jih sestavljajo apnenec, dolomitni apnenec, apnenčasti dolomit, apnenčaste breče in konglomerati.



Slika 2.4.5: Kraška območja v Furlaniji - Julijski krajini (iz Cucchi in Finocchiaro, 2017)

Na približno 50 od teh območij izdajajo apnenčaste ali dolo-
mitne kamnine, v katerih se zakrasevanje izraža tako v površinskih
kot podzemnih kraških oblikah (vrtače, vhodi v jame, jamski spleti,
kraški izviri, apnenčasti lašti in majhne korozijske značilnosti, polja,
slepe doline itd.). Med njimi jih je približno deset posebno pomemb-
nih, nekatere so čezmejne in si jih delita Italija in Avstrija ali Slovenija.

Z morfološkega vidika in s tem tudi s stališča zakrasevanja lahko
prepoznamo tri tipe kraških območij, in sicer alpski kras, predalpski
kras in kraško planoto.

Alpski kras je razvit v ozkih pasovih Karnijskih Alp, ki se raztezajo
vzdolž avstrijske meje. Zanje je zna-
čilna visoka prevotljenost in moč-
na zakraselost kraškega površja.
Tu se nahajajo izolirani, a pogosto
z vodo bogati vodonosniki. Kot po-
nos dežele bi lahko opredelili kras
razvit v triasno-krednih zaporedjih
Kanina. Tu je mogoče prepoznati
vse površinske kraške značilnosti
visokogorja, ki so pogosto tipične,
spremljajo jih impresivni podzem-
ni jamski sistemi, kot sta npr. Col
delle Erbe - več kot 23 km dolg
jamski sistem, z več desetimi glo-
bokimi brezni, ki segajo do globine
935 m - in Foran del Mus z več kot
13 km dolžine.

V predalpskem svetu Pordenonskih Karnijskih Alp in Julijskih Alp
so številna območja z gozdom poraslega predalpskega krasa z zani-
mivimi jamami ter razširjenim in razgibanim površinskim krasom,
vključno z območji okoli Pradisa ter gorami Resettum, Ciaurlec, Bern-
nadija (Bernadia) in Mužci (Musi), za katere so značilni visoka pogo-
stnost jam, vrtač in močno zakraselih izdankov ter bogati vodonos-
niki. Nenavaden je kras, ki se je razvil v debelih apnenčastih plasteh,
ki se pojavljajo v sicer siliciklastičnem paleocenskem in eocenskem
flišu vzhodne Furlanije. V njem so obsežni sistemi aktivnih jam, ki jih
razkrivajo izviri, sicer pa je na površju malo dokazov o krasu.



Slika 2.4.6: Alpski kras na Pobiču (Mt. Poviz)
(foto: Giacomo Casagrande)



Slika 2.4.7: Apnenčasti lašti in škrapljišča v visokogorju gore Ciastelat (prokrajina Pordenone) (foto: Barbara Grillo)

Na območju Furlanije-Julijske krajine sta dokumentirani dve kraški planoti. Ena je blizu morja in jo predstavlja matični Kras, druga je prostrana planota Cansiglio - Cavallo, ki dominira nad Furlansko nižino, njene geološke in geomorfološke meje presegajo meje dežele. Posebnost predstavljajo polje Piancavallo in prostrani zakraseli izdanki krednega apnenca. Med splošno razširjenimi kraškimi pojavi so najznačilnejše vrtače, ki obrobajo planoto na vzhodnem obrobju. Vrtače, ki so tu na gosto »posejane«, so simetrične, globoke, pobočja pa pogosto označujejo čudovita škrapljišča in apnenčasti lašti. Slednji so značilni tudi za severni del planote (gora Ciastelat). Med jamami so glavna brezna, med njimi naj omenimo Bus de la Lum in Bus de la Genziana, ter izviri Gorgazzo, Santissima in Molinetto, ki opredeljujejo izvirsko območje reke Livenza.

Slika 2.4.8: Izvir Gorgazzo ob vznožju kraškega območja Cansiglio - Cavallo (foto: Franco Cucchi)





GEOLOGIJA IN GEOMORFOLOGIJA MATIČNEGA KRASA

3.1 Območje geoparka Kras-Carso

Kras je apnenčasta planota, ki se razteza v smeri severozahod - jugovzhod in meji na reko Sočo (Isonzo) na severu, Jadransko morje na zahodu, Brkinsko hribovje in spodnji del doline reke Reke na jugu ter Vipavsko dolino na vzhodu.

Obsega 936 km², 213 km² je na italijanskem in 723 km² na slovenskem ozemlju. Blago se spušča proti severozahodu od 674 metrov visokega hriba Kokoš (Cocusso) do izvirov Timave na morski gladini.

Planoto sestavljajo predvsem apnenčaste in dolomitne kamnine, slednje se pojavljajo v manjši meri in predvsem v gričastih delih.

Območje zajema 17 občin, ponekod celih, drugod le delov, kot na primer središči mest Trst in Monfalcone - Tržič; na italijanski strani je vključenih dvanajst občin, na slovenski pa pet. Italijanske občine vključujejo goriški kras (Sovodnje ob Soči - Savogna d'Isonzo, Zagaj - Sagrado, Fogliano Redipuglia, San Pier d'Isonzo, Ronke - Ronchi dei Legionari, Doberdob - Doberdò del Lago, Tržič - Monfalcone) in tržaški kras (Devin - Nabrežina - Duino - Aurisina, Zgonik - Sgonico, Repentabor - Monrupino, Trst - Trieste in Dolina - San Dorlingo della Valle). Na slovenskem delu Krasa je pet občin: Sežana, Miren-Kostanjevica, Hrpelje-Kozina, Divača in Komen.

Geopark prečkajo pomembne infrastrukturne povezave na relacijah zahod - vzhod in jug - sever Evrope, kar po eni strani omogoča dobre povezave z drugimi evropskimi regijami, po drugi strani pa povečuje njegovo okoljsko ranljivost.

Za kraško pokrajino je značilnih nekaj posebnih pojavov, ki kažejo popolno tipologijo tega, kar proučuje krasoslovje, in jih lahko povzamemo v naslednjih točkah:

1. **Podzemni vodni tokovi, kraški izviri in kraška jezera**, ki jih spremlja skromna površina s površinsko hidrografsko mrežo in redkost erozijsko oblikovanih dolinskih sistemov.
2. **Nepravilne, valovite planote** z zaobljenimi, kupolastimi reliefnimi oblikami in obsežnimi uravnavami z brazdastimi površinami.
3. **Zaprte krožno oblikovane kotanje** (vrtače).
4. **Obsežni goli skalnati izdanki**: škrapljišča, ki jih sestavljajo različni morfortipi raztapljanja, imenovani tudi *mikro* kraške oblike (žlebiči, škavnice, škraplje), zato da bi jih ločili od *makro* oblik (vrtača, uvala, polje).
5. **Jame, brezna, rovi, pečine, spodmoli**.

Za pokrajino Krasa je značilen tudi vpliv tektonike z dinarsko usmerjenimi strukturami. V Italiji ta struktura ustvarja široko antiklinalo z osjo v smeri severozahod - jugovzhod, vendar asimetrično, to je z navpičnim jugozahodnim krilom in precej bolj položnim severovzhodnim krilom - in prav tu se je razvila kraška planota.

Zaradi bližine morja in zaradi vpliva sredozemskega podnebja je Krasi neprekinjeno naseljen že od paleolitika. Zaradi tankega pokrova rodovitne zemlje, golih kamnitih površin in dolgotrajne poletne

suše je bila raba tal tradicionalno usmerjena v pašništvo in hlevsko rejo živine. Le na najbogatejših zemljiščih se je razvilo kmetijstvo, ki je v zadnjih letih zaznamovalo odličnost vina in oljčnega olja. Mesto Trst, ki leži v bližini ozemlja Krasa, je pomembno z vidika storitev, turizma in zaposlovanja prebivalcev geoparka. Geoturizem ima na tem območju dolgo tradicijo, povezano zlasti s prisotnostjo jam, pri čemer kot znamenitosti izstopajo Škocjanske jame in Briška jama (Grotta Gigante).



Slika 3.1.2: Območje geoparka Kras-Cardo z mejami občin (ZaVita d.o.o.)



Slika 3.1.3: Območje geoparka Kras-Cardo s prometnimi povezavami in vodotoki (ZaVita d.o.o.)

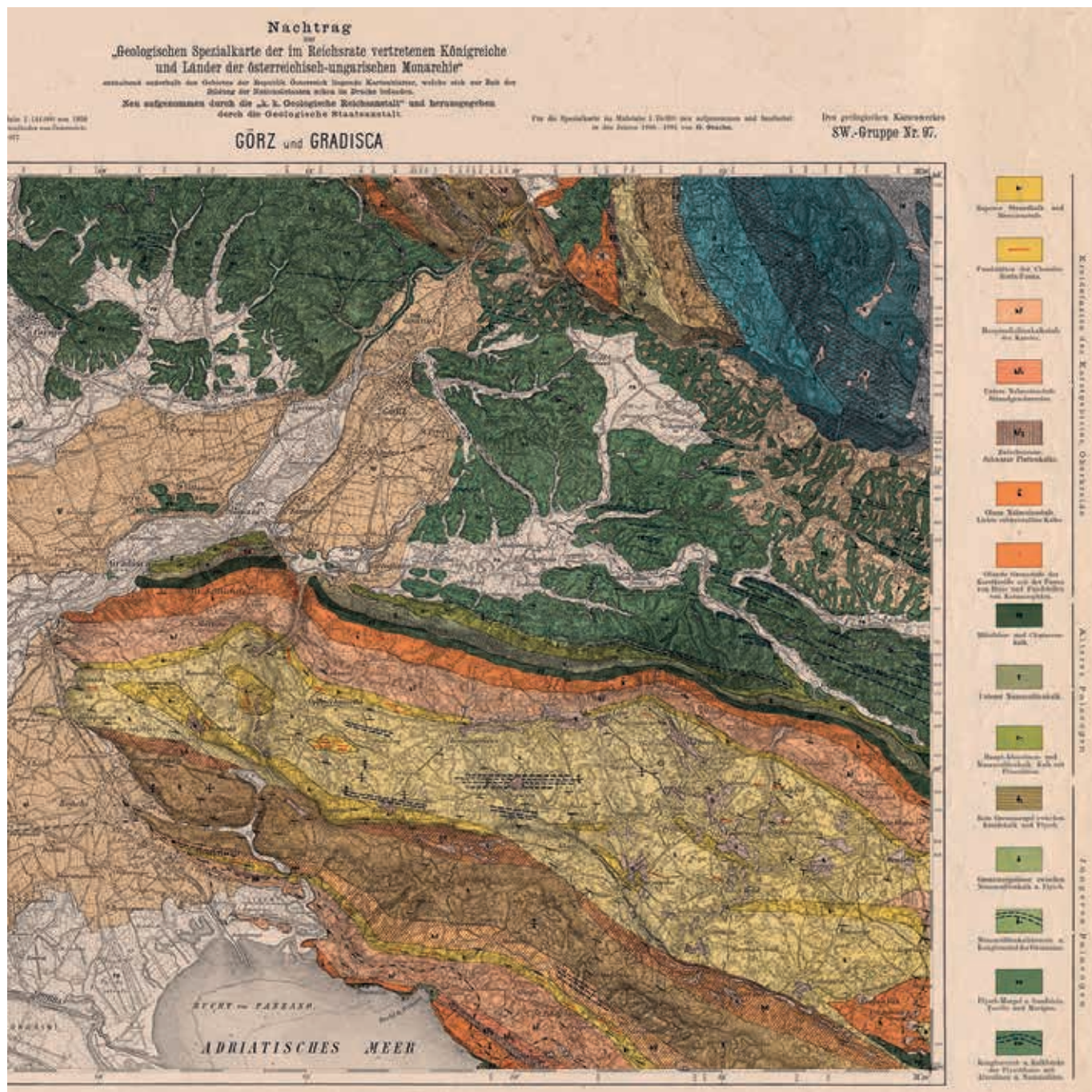
3.2 Zgodovina odkritij in raziskovanj Krasa

3.2.1 Geološke raziskave

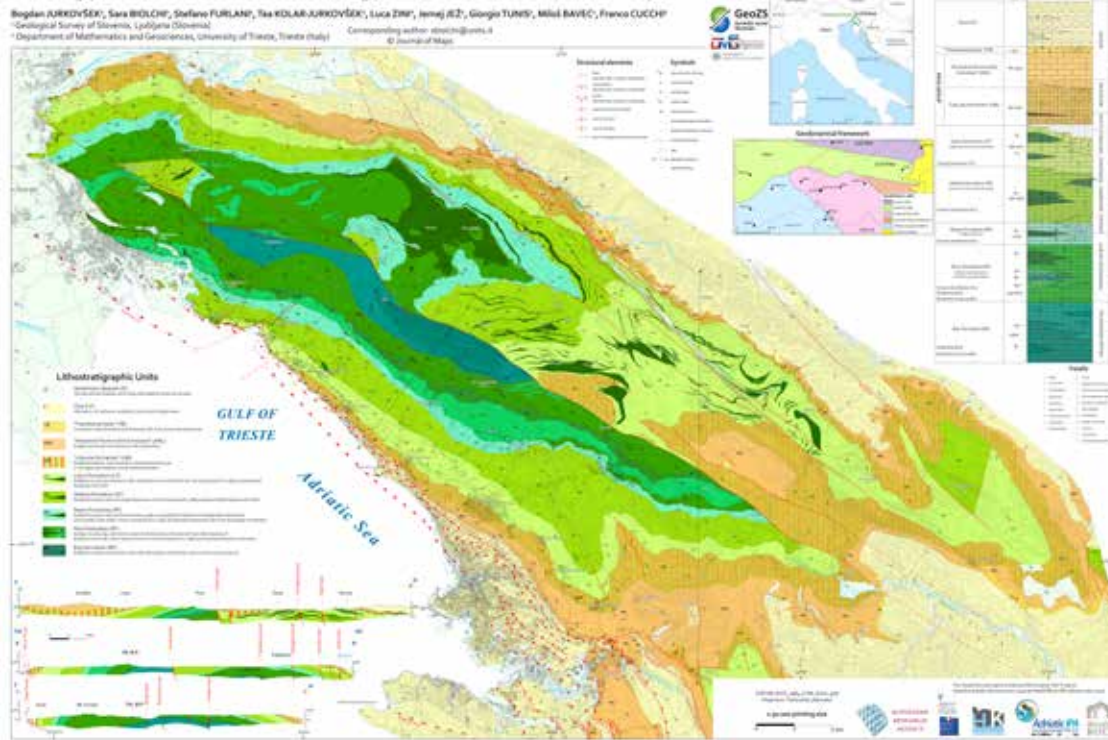
Prve geološke raziskave na ozemlju Krasa segajo v pozno 18. stoletje in so se uveljavile v začetku 19. stoletja, vendar pa gre v teh primerih bolj za zgodovinsko kot znanstveno vrednost. Podrobnejše in sodobnejše študije in raziskave so se začele v drugi polovici 19. stoletja, ko so avstrijski geologi in paleontologi postavili temelje geološke kartografije, uporabne za poznavanje geološkega razvoja območja in njegove okolice.

Čeprav so prve geološke karte, ki jih je izdelal A.C. Morlot, iz leta 1848, od T. Taramellija, pa iz leta 1874, je bil najpomembnejši napredek v geologiji Krasa in sosednjih območij dosežen v letih od 1859 do 1920 (Slika 3.2.1), za kar je zaslužen G. Stache, nadarjeni geolog in paleontolog, dolgoletni direktor Avstrijskega geološkega zavoda (Geologische Staatsanstalt). Njegovo, leta 1889 natisnjeno, delo *Die Liburnische Stufe und deren Grenz-Horizonte* (Liburnijski nivo in njegove meje) je temeljno delo, prav tako so pomembna tudi njegova druga dela - skupaj tvorijo osnovo za kasnejše delo geologov na Krasu.

Slika 3.2.1: Izvleček zemljevida Görz in Gradisca, ki ga je leta 1920 uredil G. Stache za Avstrijski geološki zavod



Geology of the Classical Karst Region (SW Slovenia - NE Italy)



Slika 3.2.2. Geološka karta Krasa, izdelana v okviru projektov INTERREG Italija - Slovenija: HydroKarst in RoofOfRock (Jurkovšek et al., 2016)

Po prvi svetovni vojni so Kras podrobno preučevali predvsem italijanski geologi: C. D'Ambrosi od 1925 do 1955, A. Comel od 1927 do 1940 in F. Kossmat od 1935 do 1938. Objavili so številne liste geoloških kart in njihovih tolmačev za „Carta geologica delle Tre Venezie“ (Geološka karta treh Benetk) v merilu 1:100.000.

Po drugi svetovni vojni so se nadaljevale raziskave številnih italijanskih in slovenskih geologov, vendar ločeno, z razvojem nove tradicionalne lokalne geološke kartografije v merilu 1 : 25.000 in 1 : 100,000. Najpomembnejši geologi v tem obdobju so bili za Italijo B. Martinis od 1949 do 1975, za Jugoslavijo pa M. Pleničar od 1961 do 1973 in S. Buser od 1968 do 1982. V tem obdobju je zlasti L. Placer začel na sodoben način proučevati kompleksne geostrukturne značilnosti Krasa in okolice, od leta 1969 do danes pa je napisal številna dela o postkredni alpsko-dinarski geodinamiki. Zadnje obdobje podrobnejših geoloških raziskav v Sloveniji, ki jih je v devetdesetih letih prejšnjega stoletja začel B. Jurkovšek, je privedlo do izdelave geoloških kart južnega in severnega dela tržaško-komenske planote (Jurkovšek et al., 1996; Jurkovšek, 2008, 2010).

Od leta 1999 je Geološka služba Avtonomne dežele Furlanije-Julijske krajine v sodelovanju z Univerzo v Trstu preko projektov Tehnično-geološka karta (CGT) in Formacijsko-geološka karta (GEO-CGT) izdelala nove digitalizirane geološke karte v merilu 1:5.000 in 1:10.000 nekaterih območij Dežele, vključno z listi »Trieste«, »Caresana«, »Gorizia« in »Grado«, ki vključujejo matični Kras. Z združitvijo le teh je leta 2013 izšla geološka karta italijanskega dela matičnega Krasa v merilu 1:50.000 (Cucchi & Piano, 2013).

V začetku 21. stoletja se je tudi zaradi skupnih evropskih INTERREG projektov sodelovanje med italijanskimi in slovenskimi geologi močno okrepilo. Z združitvijo omenjenih sodobnejših italijanskih in slovenskih geoloških kart in zahvaljuč se čezmejnemu sodelovanju je leta 2016 izšla geološka karta v merilu 1:50.000 celotnega čezmejnega območja matičnega Krasa (Slika 3.2.2).

3.2.2 Speleološke in hidrogeološke raziskave

Kar zadeva geomorfologijo in speleologijo, lahko za prvega raziskovalca štejejo Posidonija iz Apameje (135 - 50 pr. n. št.), a žal vemo le, da omenja ponor Reke, ki pod površjem teče do Timave. Šele tisočletje pozneje se je Ferrante Imperato začel ukvarjati z izviri Timave, da bi ugotovil ali je Reka, ki ponikne v Škocjanskih jamah, tista, ki se ponovno pojavi v teh izviri. To je skušal dokazati s plovci in svoja opažanja objavil leta 1599. A. Kircher je svojo razlago »hidrofilacije« kot teorije o podzemnih rezervoarjih, povezanih z morjem, ponazoril s primerom iz Retijskih Alp. Slika zajema dejansko območje Slovenije, označeni pa so tudi izviri Timave, ki izvirajo izpod »Timavus Mons«. V zvezku *Mundus Subterraneus* (1665) je Kirchner na karti označil »usta«, iz katerih je pritekla Timava in jih je opeval že Vergil, ter pripomnil, da so že dolgo domnevali, da vode pritekajo iz Škocjana.

Za rojstvo znanstvene speleologije na območju klasičnega krasa je zaslužen J. V. Valvasor, ki je leta 1687 opisal hidrogeologijo Cerkniškega jezera in okoliških krajev, v svojem najbolj znanem delu *Slava vojvodine Kranjske* opisuje tudi najbolj znane jame Kranjskega krasa, kot je Postojnska. Čeprav se Valvasor (1689) za Kras ni tako poglobljeno zanimal kot za kraške pojave Notranjske in Dolenjske, so njegove objave vzbudile veliko zanimanje za kraške pojave na splošno.

Leta 1748 je dvorni matematik J. A. Nagel po cesarjevem naročilu prišel na Kranjsko, da bi videl in poročal, kaj je res v poročilih o »nenavadnih in čudežnih pojavih«. V svojem poročilu s Krasa je opisal jamo Vilenico, ki je bila takrat že dobrih 100 let »turistična jama«. Njegov opis spremlja več lepih ilustracij. Ne smemo pozabiti, da to ozemlje ni le zibelka znanstvene speleologije, ampak tudi speleološkega turizma. Prva podpisna knjiga obiskovalcev Škocjanskih jam sega v leto 1819, obstaja pa listina iz leta 1633, ki pravi, da je grof Petač, lastnik zemljišča, na katerem se je odprla jama Vilenica pri Lokvah, odstopil občini del izkupička od obiska jame, ki se torej lahko dokumentirano pohvali kot prva turistična jama na svetu.

Razvoj speleologije na območju Krasa je v veliki meri povezan z gospodarskim življenjem Trsta. Ko je Karl VI. leta 1719 Trstu podelil status svobodnega pristanišča, sta se pomorski promet in pomembnost mesta občutno povečala: ocenjujejo, da je leta 1780

čez Trst potekala četrtnina vse trgovine cesarstva. V enem stoletju je mesto doživelo velike spremembe, pristanišče so povečali in zgradili nove soseske, posledično se je povečala tudi potreba po vodi. *Teresianischer Aquädukt* (akvadukt Marije Terezije), ki je bil zgrajen že sredi 18. stoletja, je dovajal vodo s flišnih pobočij, naslonjenih na Kras, in napajal fontane na glavnih trgih. Vendar pa pretoki nikoli niso bili tako visoki, da bi dokončno rešili probleme oskrbe z vodo v mestu in pristanišču, kar je spodbudilo speleološke raziskave podzemlja Reke in Timave.

V začetku 19. stoletja so prevladovala raziskovanja navdušenih in znanja željnih posameznikov. Dober primer je Eggenhöfer, ki je leta 1816 preplaval Reko od ponora preko Mariničeve in Mahorčičeve jame do Male Doline. Kmalu zatem so se začela organizirana raziskovanja.

Vključenost občine Trst in zanimanje nekaterih uglednih mestnih osebnosti za to temo so dokumentirani že od začetka 19. stoletja. Leta 1828 je bila imenovana komisija za vodo, ki je ocenila vodne vire od Nabrežine (Aurisina) do Škocjana, nekoliko kasneje, leta 1838, pa je A. F. Lindner začel sistematično raziskovati dihalnike (*»buchi soffianti«*), kjer so ob poplavih Timave narasle vode izrivale zrak naraščajočega podzemnega vodonosnika. Namen teh raziskav je bil določiti vmesno točko, kjer bi dosegli podzemni tok Reke in Timave. Tako je bila odkrita Labadnica pri Orleku, takoj za mejo v Italiji (Abisso di Trebiciano). Raziskovanje je bilo za tiste čase izjemen podvig, saj je trajalo pet mesecev, številne ozke prehode so razširili tudi z uporabo razstreliva. 5. aprila 1841 sta se L. Kral iz Trebč (Trebiciano) in A. Arič, idrijski rudar, spustila v veliko jamo, po dnu katere je na 326 m globine tekla Reka oziroma Timava. Tako se je odprl prvi prehod k njenemu podzemnem toku. Novica je obkrožila Evropo, jama je do začetka dvajsetega stoletja veljala za najglobljo na svetu.

Med enim od prvih spustov so bili zbrani primerki *Pterostichus fasciatopunctatus*, hrošča, značilnega za zunanji tok Reke, kar je dokazovalo povezavo zunanjega in podzemnega toka Reke in Timave ter enega najzgodnejših primerov uporabe biološkega sledila.

Toda odkritje ni rešilo težav Trsta z vodo, saj je bila nadmorska višina (12 m), kjer so dosegli nivo Reke oziroma Timave prenizka. Fi-

nancirali so izgradnjo fiksnih lestev, proučene so bile značilnosti nihanja vode, da bi ocenili, do kakšnega nivoja lahko reka naraste. V naslednjih letih je gradnja Südbahna (Južne železnice) še dodatno zaostri problem oskrbe z vodo. Projekt vodovodne napeljave iz jam Krasa je bil opuščen, začeli pa so z izkoriščanjem izvira pri Nabrežini (Aurisina).

Na pobudo graditeljev Južne železnice je A. Schmidl v petdesetih letih 19. stoletja začel raziskovati jame na Krasu, da bi ugotovil, kakšne so možnosti za razvoj jamskega turizma.

V osemdesetih letih 19. stoletja so bile ustanovljene številne speleološke skupine različnih tržaških planinskih društev, ki so začele z iskanjem in raziskovanjem jam na Krasu. R. Timeus je v zgodnjem 20. stoletju s serijo poskusov s kemičnimi sledili, z barvili in tudi z radioaktivnim označevanjem vode dokazal vodno povezavo med Škocjanskimi jamami, Labodnico (Abisso di Trebiciano) ter izviri pri Štivanu (San Giovanni). S tem je znanstveno potrdil številne hipoteze in poskuse, pogosto empirične, ki so si od tistih, s katerimi je začel farmacevt Ferrante Imperato ob koncu 16. stoletja, sledili tri stoletja.

Leta 1888 so odkrili Kačno Jamo in leta 1889 so jamarji pod vodstvom A. Hankeja (SK DÖAV) dosegli dno, kjer se pojavijo visoke vode Reke. V letih 1894 do 1895 je petim domačim delavcem uspelo v 315 dneh zgraditi lesene stopnice in lestve do dna 186 m globokega navpičnega vhodnega brezna, kar je omogočilo vstop v jamo brez dodatne opreme. Ta konstrukcija je bila edinstvena na svetu in je verjetno največji tehnični dosežek raziskovanja jam na Krasu.

Leta 1890 so speleologi prišli do končnega sifona Škocjanskih jam, s čemer je bila jama skoraj v celoti raziskana, z izjemo Tihe jame, ki je bila odkrita šele leta 1904. Hkrati z raziskavami so jama pripravljali tudi za turistično - planinske obiske.

Med prvo svetovno vojno je fronta dosegla tudi Kras. Raziskovanja niso prenehala, temveč so se preusmerila v vojaške namene. Posebna skupina pod vodstvom speleologa A. Bocka je pripravila načrte za preureditev jam v zavetišča, skladišča, bolnišnice itd. Nekateri projekti so bili tudi uresničeni in v nekaterih jamah je bilo dovolj prostora za 2.000 mož!

Konec 1. svetovne vojne je za mesto Trst in tudi za raziskovalce Krasa pomenil veliko spremembo: v naslednjih letih sta vse večji pomen dobivala L. Bertarelli in E. Boegana, ki sta leta 1926 izdala publikacijo *2.000 Grotte* (2.000 jam), sintezo takratnega speleološkega znanja in predvsem prvi poskus popolnega seznama jam Krasa. Leta 1929 je imela velik pomen za raziskovanje ustanovitev državnega zavoda *Istituto Italiano di Speleologia* (Italijanski speleološki inštitut) v Postojni. Inštitut je izdajal osrednjo italijansko speleološko revijo *Grotte d'Italia* (Jame Italije). V naslednjih letih je Boegan poglobil in sintetiziral svoje znanje o podzemnem toku Reke in Timave ter leta 1938 izdal knjigo *Il Timavo*, ki je desetletja ostala ena najboljših »študij o površinski in podzemni kraški hidrologiji«, kot je navedeno v podnaslovu.

Po drugi svetovni vojni se je tako ona slovenski kot italijanski strani Krasa povečalo raziskovanje z namenom širjenja speleološkega znanja in odkrivanja jam, ki so segale v podzemni tok Reka oziroma Timave.

3.3 GEOLOŠKA ZGODOVINA OBMOČJA GEOPARKA

Paleogeografija

Matični Kras dolguje svojo identiteto pretežno beli do svetlosivi kamnini, imenovani apnenec, ki predstavlja njegovo hrbtenico. Ta apnenec je nastajal v starodavnih morjih skozi obdobje skoraj 100 milijonov let. Kalcijev karbonat, ki sestavlja apnenec v obliki mineralov kalcita in aragonita, je topen v sladki vodi in ko so te kamnine izpostavljene nad morsko gladino, voda deluje kot fino dleto, ki kleše apnenec v značilne oblike. Te oblike so po raznolikosti in lepoti na Krasu tako izjemno dobro zastopane, da jih imenujemo kar kraške, sam geomorfološki pojav je po tem območju dobil ime kras.

Čeprav se nepazljivemu obiskovalcu zdijo apnenci na kraški planoti skoraj enaki, lahko pozorno oko opazi razlike v debelini plasti, barvnih odtenkih in svojevrstnih fosilih. Toda izurjen geolog lahko s pomočjo ročne lupe prebere odlomke debele knjige dolge geološke zgodovine v vsakem koščku teh kamnin. Narava plasti in stiki med njimi, predvsem pa notranja struktura kamnine in drobni fosili, imenovani mikrofosili, so strani in črke te geološke kronike. Posredujejo fascinantne informacije o globini, temperaturi, slanosti in prezračenosti starodavnih morij, v katerih so ti apnenci nastali. Pripovedujejo o tem, kako sta izgledala življenje in okolje v geološki preteklosti in kako sta se skozi čas spreminjala. Predpono paleo- uporabljamo za označevanje prazgodovinskih pojavov z besedami, kot so paleotemperatura, paleookolje, paleogeografija ali paleokras. Poglavlja kronike geoparka so res postavljena daleč pred zgodovino človeštva v geološki obdobji krede in paleogena, med mezozoik in kenozoik. Zajemajo časovno obdobje skoraj 100 milijonov let od začetka krede, pred približno 140 milijoni let (mio let), do sredine eocena, pred približno 45 mio let.

Danes poslušamo veliko razprav o podnebnih spremembah, učinku tople grede, dvigu morske gladine, emisijah CO₂ in potencialnih učinkih teh pojavov na družbo, človeštvo in zemeljske ekosisteme. V tej perspektivi je zgodba, ki jo pripovedujejo kamnine Krasa, še posebej zanimiva. Obdobje zgodnje krede je bilo eno

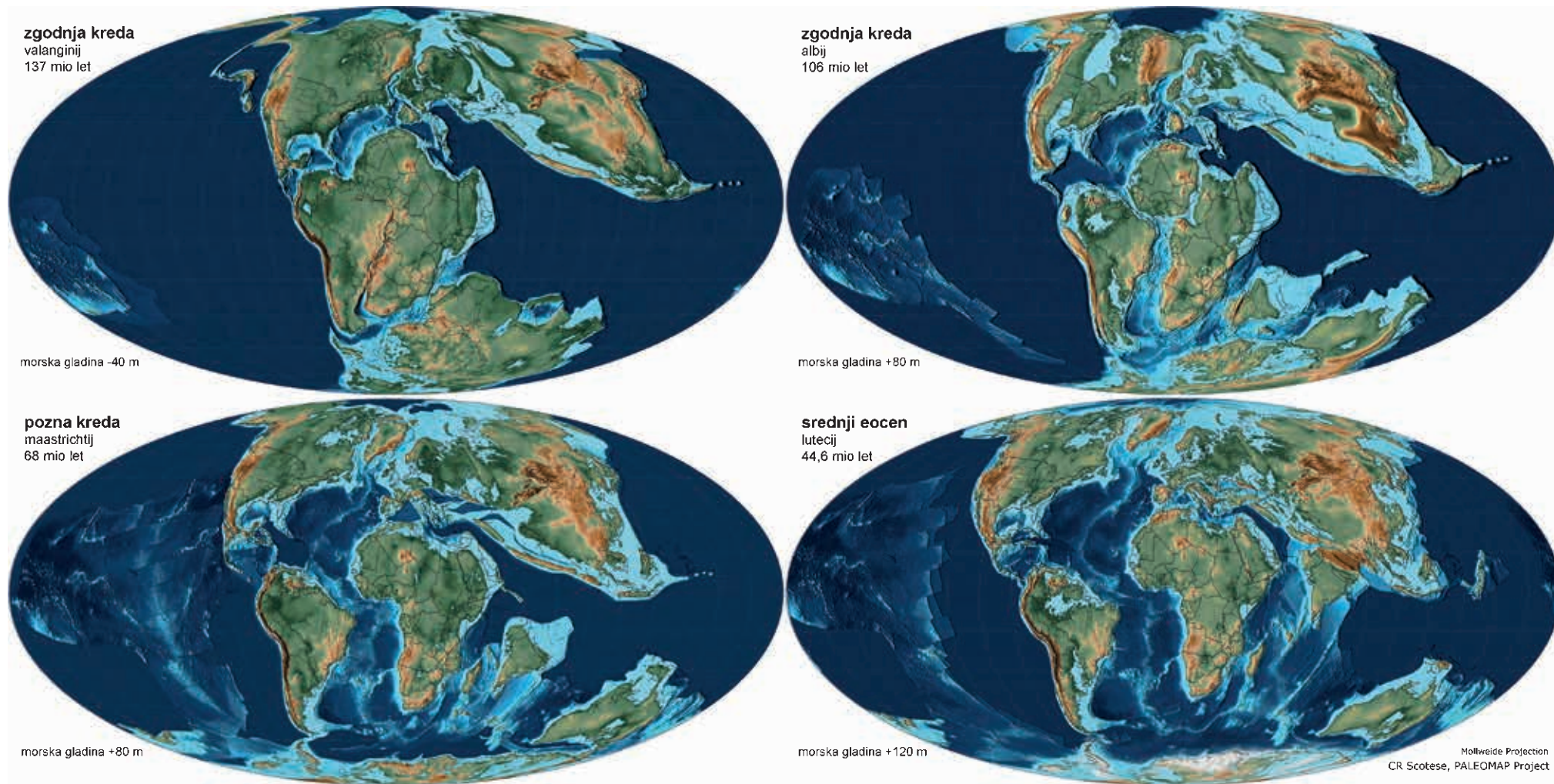
najtoplejših obdobj v Zemljini zgodovini. Takrat je bila povprečna letna temperatura na severni polobli v poletnih mesecih približno 18,4 °C, več kot 4 °C višja od današnje. Pri tako visokih temperaturah ni bilo ledenih pokrovov na polih in gladina morja je bila veliko višja od današnje. Do konca krede je temperatura padla na približno 16,2 °C, do srednjega eocena pa na 13,9 °C. Temperaturnim nihanjem so sledila močna nihanja morske gladine, ki se je večkrat dvignila za več kot 120 m in znižala za več kot 40 m glede na današnjo gladino. Mejo med kredo in paleogenom, ki predstavlja tudi mejo med mezozoikom in kenozoikom, je zaznamovalo veliko izumrtje, povezano s trkom velikega asteroida na območje, ki ga zdaj zavzema polotok Jukatan v Mehikiškem zalivu. Ta dogodek je drastično spremenil življenje na Zemlji in z njenega obličja izbrisal 73 % živih vrst, vključno z dinosavri, amoniti in številnimi drugimi organizmi, ki so milijone let vladali na celinah in v oceanih.

V kredi je bilo ne le okolje, v katerem so nastajale kamnine, ki gradijo Kras, ampak ves svet videti precej drugače kot ga poznamo danes. Šele na začetku pozne krede se je med Afriko in Južno Ameriko odprl južni Atlantski ocean, Indija pa se je dokončno ločila od Madagaskarja in začela svojo pot, ki jo je sčasoma pripeljala do trka z Azijo. Severna Amerika je bila še vedno povezana z Evropo, Avstralija pa z Antarktiko. Proti koncu krede so se prej velike in razčlenjene kopenske mase starega velekontinenta Gondvana premaknile do Evrazije, kar je povzročilo nastanek ogromne Alpsko-Himalajske gorske verige (Slika 3.3.1).

V kredi so zaradi toplega podnebja in visoke gladine morja velike dele celin, ki so danes kopna, prekrivala obsežna plitva, epikontinentalna morja (kar pomeni »na celinah«). To je omogočilo bujen razcvet morskega življenja, vključno s tistimi oblikami življenja, ki so pozneje v kenozoiku uspešno osvojila Zemljo. Med njimi so korale, mehkužci, iglokožci, raki in ribe. Zemljina pola sta bila brez ledu, morska voda pa je počasneje krožila in je bila manj oksigenirana (prezračena). To je od časa do časa vodilo do kopičenja črnih, z organskimi snovmi bogatih sedimentov na morskem dnu.

Območje Krasa sestavljajo sedimentne kamnine nekdanje Jadransko-dinarske karbonatne platforme (Slika 3.3.2). Karbonatna platforma se razvije, ko je nakopičenje apnenca v morju tolikšno, da se na morskem dnu zgradi relief. Najvišji del te tvorbe

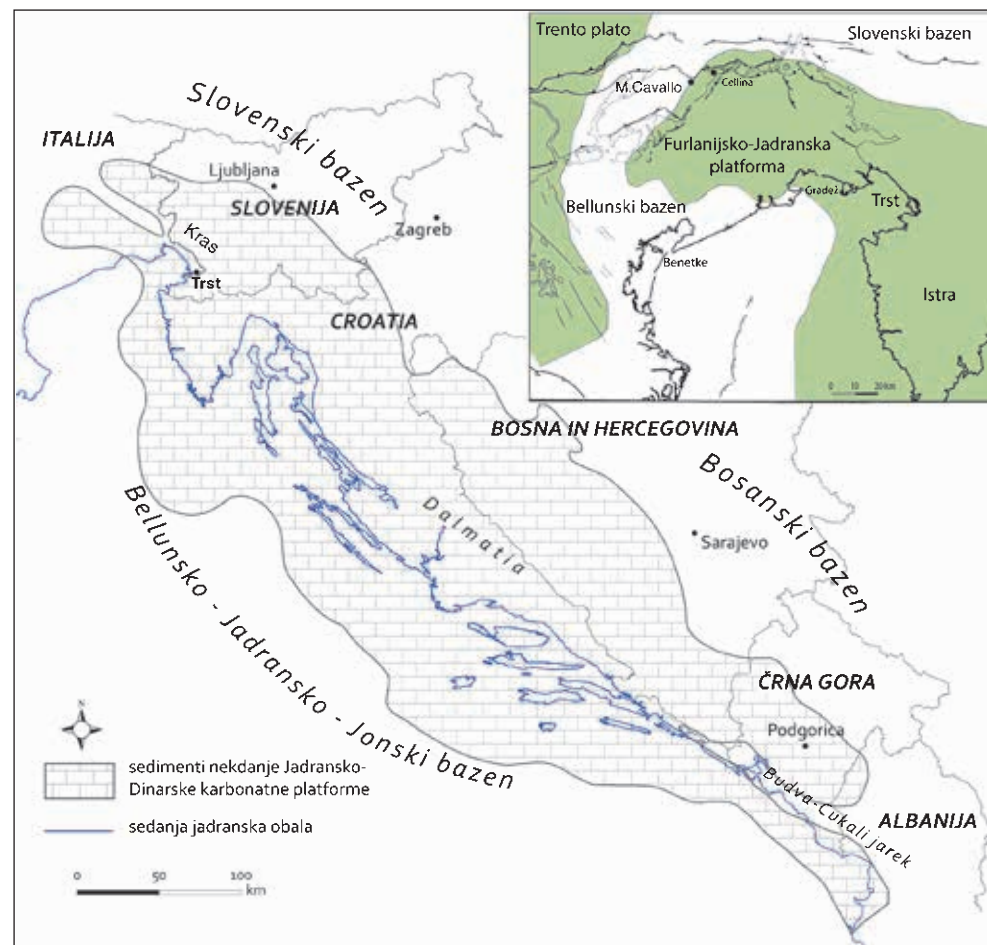
je pogosto blizu morske gladine in raven (zaradi česar se imenuje „platforma“), tako da nastane območje z relativno plitvo vodo, podobno laguni. Na zunanjih robovih platforme različno strma pobočja povezujejo njen vrh z okoliškim globokim oceanskim



Slika 3.3.1: Spreminjajoči se svet od zgodnje krede do srednjega eocena, v času nastajanja kamnin, ki gradijo Krasi (po Scotese, 2014)

dnom na način, ki spominja na nagnjen pas grušča ob vznožju gore. V nekaterih primerih so lahko te platforme zelo velike. Sodobna primera sta na primer Bahami v Mehiškem zalivu ali Veliki koralni greben v Avstraliji. Jadransko-dinarska karbonatna platforma je bila res velika, kar dokazujejo njene kamnine, ki se pojavljajo od severovzhodne Italije, po celotni dolžini Dinaridov, vse do Črne gore. Platforma se je razvila, ko je razpad velekontinenta, imenovanega Pangea, z odprtjem oceana Tetida povzročil nastanek dveh ločenih celinskih mas, Lavrazije in Gondvane. Sprva je bila Tetida samo zaliv, kasneje je postal široka morska pot, ki se je raztezala približno v smeri vzhod - zahod na zemljepisnih širinah tropov. Eden od sestavnih delov Gondvane je bila Afriška litosferska plošča. Jadransko-dinarska karbonatna platforma je nastala na Jadranski mikroplošči, ki je bila sprva del Afriške plošče in se je v mezozoiku od nje ločila kot samostojna plošča. V kredi se je Jadranska mikroplošča nahajala približno 2.000 kilometrov južneje, znotraj (sub)tropskega podnebnega pasu. Na teh zemljepisnih širinah so bili idealni pogoji za nastanek apnenca. Platforma je obstajala milijone let, od jure do zgodnjega eocena, dokler tektonski premiki, povezani s trkom med litosferskimi ploščami, niso povzročili dviga Alpske verige in potopitve platforme v globino oceana. O tem dogodku pričajo flišni peščenjaki, ki izhajajo iz erozije dvigajočih se gora in so se odložili, ko je območje, kjer je bila nekoč platforma, na začetku kenozoika (pred 66 mio let) zasedlo globoko morje.

Debelo karbonatno kamninsko zaporedje Krasa je nastalo v notranjem delu Jadransko-dinarske karbonatne platforme na območju, ki spominja na današnjo bahamsko laguno. Italijanski del tega območja se imenuje tudi Furlanska platforma in ustreza severozahodnemu delu Jadransko-dinarske karbonatne platforme, ki je bila v času krede omejena z dvema krakoma globokega morja: Slovenskim bazenom na severovzhodu in Bellunskim bazenom na zahodu (Slika 3.3.2). Okolje na tej platformi se skozi obdobje krede več milijonov let ni veliko spremenilo. Izrazitejša diferenciacija se je začela v mlajšem delu pozne krede, ko so na platformo začele delovati tektonske sile, povezane z alpsko orogenezo.



Slika 3.3.2: Današnji zemljevid z območjem, na katerem se pojavljajo kamnine Jadransko-dinarske karbonatne platforme (prirejeno po Dragičević & Velić, 2002) in detajl severnega dela s Furlansko-jadransko platformo (prirejeno po Consorti et al., 2021)

Slika 3.3.3: Geološki stolpec, ki prikazuje geološke enote geoparka (Br - breča, K - Komenski apnenec, T - Tomajski apnenec) (po Jurkovšek et al., 2016 in Consorti et al. 2021)

starost	kamnine	lito-stratigrafske enote	litološki stolpec	okolje nastanka	debelina [m]	
PALEOGEN	menjavanje laporovcev in peščenjakov (fliš)	Fliš		oceanski bazen	> 400	
		Prehodne plasti		pro-deleta		
	apneneci	foraminiferni apneneci	Miliolidni in Alveolinsko-numulitni apnenec	odprta platforma	80-450	
		apneneci	Liburnijska formacija	morsko do sladkovodno	30-450	
	KREDA	rudistni apneneci	Lipiška formacija		odprta platforma	500-1000
			Sežanska formacija		medplimska platforma	
Repenska formacija			platforma med. - zunan. plimska linja			
apneneci, dolomiti in breče		Povirska formacija	Apnenec Monte Coste Člen Repen Člen Zolla	nadplimsko - kras	350-1100	
		Brška formacija		laguna		
				dolomitizacija		kras

Kamnine in fosili geoparka

Zaradi dolgotrajne stabilnosti okolja sedimentacije se je po vsej Jadransko-dinarski karbonatni platformi naložila debela skladovnica karbonatnih sedimentov. Značilnosti teh usedlin geologom nedvoumno povedo, da so bile odložene v toplém, plitvem morju. V teh vodah so uspevali mikroskopsko majhni organizmi, kot so foraminifere, kokolitoforidi in diatomeje. Na karbonatni platformi je bilo na tisoče oblik koral, iglokožcev, ramenonožcev, rakov in drugih živalskih skupin. Poleg njih se je razvila svojevrstna skupina školjk, imenovanih rudisti. Te nenavadno oblikovane školjke so se prvič pojavile na začetku krede, se razmahnile v pozni kredi in skupaj s številnimi drugimi rastlinami in živalmi ob koncu krede izumrle. Kamnine Krasa vsebujejo tudi zapise o večkratnih kratkotrajnih in dolgotrajnih okopnitvah, obdobjih, ko se je vrh platforme dvignil nad morsko gladino.

Zaporedje kamnin Krasa z debelino skoraj 1.500 metrov je razdeljeno na več geoloških enot, ki združujejo genetsko sorodne kamnine. Eden od načinov predstavitve takšnih enot, ki jih geologi imenujejo *formacije* - včasih nadalje razdeljene na manjše dele, imenovane členi, ali združene v večje, imenovane *grupe* - je litostratigrafski stolpec (Slika 3.3.3). Pri tej vrsti upodobitve so formacije nanizane od najstarejše na dnu do najmlajše na vrhu. Litostratigrafski stolpec Krasa odseva glavne faze razvoja okolja na tem območju v skoraj 100 milijonov let dolgem obdobju. Prostorska razporeditev formacij je prikazana na geološki karti. Za nekatere od teh enot slovenski in italijanski geologi uporabljajo različna imena, nekateri deli zaporedja so tudi drugače razčlenjeni. V tej knjigi je bila sprejeta poenostavljena shema, v kateri so kamnine Krasa razdeljene na njihove najbolj prepoznavne enote. Naslednji opis jih predstavlja v stratigrafskem vrstnem redu, to je od najstarejših do najmlajših.

♦ Spodnje- do zgornjekredni apnenci, dolomiti in breča

To so najstarejše karbonatne kamnine Krasa, ki so se odlagale v času zgodnje krede, pred približno 140 do 90 milijoni let, večinoma v mirnem okolju plitve lagune, ki je spominjala na današnje tropске otoke. Večina teh kamnin je apnenec, pojavlja se tudi dolomit. Medtem ko je apnenec pretežno sestavljen iz minerala kalcita, je dolomit kamnina, v veliki meri sestavljena iz minerala dolomita, ki je tesno povezan s kalcitom (oba sta karbonatna minerala), vendar ima nekoliko drugačno kemično sestavo in drugačno strukturo. Med najstarejšimi kamninami Krasa pogosto najdemo temnosiv dolomit.

Okolje se v obdobju krede na območju Krasa ni dramatično spreminjalo, vendar je ob nihanju morske gladine zaradi plitve vode zlahka okopnelo. Pri tem je pomembno upoštevati, da se gladina morja lahko spreminja v različnih časovnih obdobjih in iz različnih razlogov. Vsi poznamo plimo in oseko, nihanje morske gladine, ki se pojavlja vsak dan in je posledica gravitacijske privlačnosti lune. Obstajajo pa tudi pojavi, ki lahko povzročajo te spremembe v daljših časovnih obdobjih. Taki so na primer nastanek ali taljenje ledenih pokrovov na polih ali navpični premiki Zemljine skorje navzgor ali navzdol, na primer tisti, ki povzročajo rast gorske verige. Karbonatne platforme so še posebej podvržene tem spremembam, ker je velik del njihovega površja tako plitev, da lahko že zmerno nihanje morske gladine povzroči okopnitev ali potopitev velikih območij. V časih nizke morske gladine so obsežni deli platforme okopneli in izpostavili apnenec raztapljanju in oblikovanju kraških oblik, ki so povsem podobne tistim, ki nastajajo danes. Pojavi, ki nakazujejo kraško preperevanje v geološki preteklosti, kot so kraške votline, zapolnjene s sedimenti in sigo, se imenujejo paleokras - izurjeno oko jih prepozna v kamninah Krasa. Obstajajo dokazi, da je to območje karbonatne platforme v času krede večkrat okopnelo, do izrazito dolgotrajne kopne faze pa je prišlo pred okoli 110 mio let. Ta faza sovpada z globalnim znižanjem morske gladine (geologi ga imenujejo „evstatični padec morske gladine“). O njej priča plast breče (sedimentna kamnina, sestavljena iz sprijetih oglatih kosov starejših kamnin), ki se v ozkem pasu razteza čez Kras. Ta breča je verjetno nastala, ker so bile kamnine platforme, ko so bile izpostavljene na kopnem, razdro-



Slika 3.3.4: Breča, ki priča o daljših obdobjih okopnitev karbonatne platforme (zahodno od Povirja) (foto: Bogdan Jurkovšek)

bljene in erodirane v votline, nastale zaradi potekajočega kraškega raztapljanja (Slika 3.3.4).

Po tem obdobju kopne faze se je gladina morja ponovno dvignila in na območju Krasa spet vzpostavila morská okolja. Apnenci, nastali v tem obdobju, vsebujejo številne fosile, kot so foraminifere, vrsta enoceličnih organizmov, in alge dazikladaceje. Najdemo lahko tudi med nevihtami odložene lupine rudistov, ki so ponekod nakopičene v plasteh, vendar jih je malo.

Ponekod se znotraj tega karbonatnega zaporedja pojavljajo rjavkasto obarvana nepravilna telesa kalcitnih mineralizacij v sicer dolomitni matični kamnini. To je kalcitiziran dolomit, imenovan tudi dedolomit.

♦ **Zgornjekredni rudistni apnenci s plastmi ploščastih apnencev, bogatih s fosili**

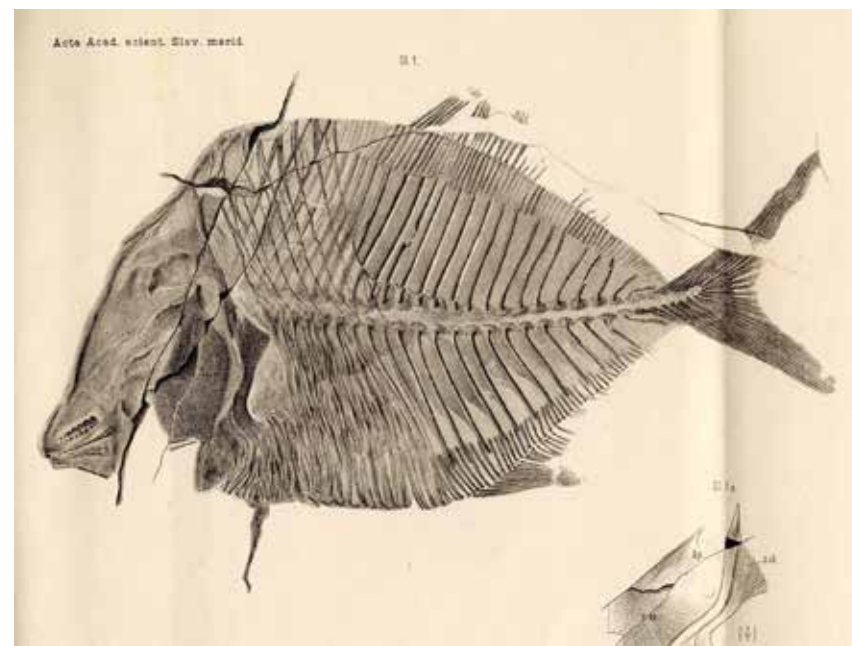
Tudi v pozni kredi je apnenec nastajal v plitvem morju na Jadransko-dinarski karbonatni platformi. Kroženje vode v plitvi laguni na območju današnjega Krasa ni bilo enakomerno razporejeno. V predelih, kjer je bilo kroženje vode počasnejše, so bile koncentracije kisika nižje. Poleg tega, čeprav je bilo morsko dno dokaj ravno, je bilo v nekaterih predelih morje globlje. To je vodilo do nastanka nekaterih najbolj zanimivih in paleontološko pomembnih kamnin v geoparku, ploščastih apnencev. Temno sivi, tankoplastnati, laminirani apnenci vsebujejo tanke plasti ali leče roženca - trde, goste kamnine, sestavljene iz mikrokristalnega kremená - in imajo lahko ob lomljenju močan vonj po bitumnu (Slika 3.3.5). To je zato, ker vsebujejo visoko koncentracijo organskih snovi, ki se je lažje ohranila v vodah z nizko vsebnostjo kisika. Slednja lastnost omogoča tudi hitro fosilizacijo in odlično ohranitev tudi najfinejših struktur organizmov. Takšni apnenci se pojavljajo kot posamični debeli paketi znotraj različnih debeloplastnatih plitvomorskih apnencev, ki pripadajo različnim formacijam zgornje krede, stariim med 95 in 80 mio let. Eden od njih, imenovan Komenski apnenec po vasi Komen (znan tudi kot Komenski skrilavec - in v starejši literaturi slavnega hrvaškega paleontologa Gorjanovič-Krambergerja iz leta 1895 celo ribji skrilavec), vsebuje ostanke rib, različnih plazilcev in rastlin v izjemni ohranjenosti (Slika 3.3.6).



Slika 3.3.5: Zgornjekredni ploščasti in laminirani Komenski apnenec z rožencem pri vasi Skopo (foto: Stanko Buser)



Slika 3.3.6: Fosil ribe iz Komenskega ploščastega apnenca pri Komnu (foto: Bogdan Jurkovšek) in risba holotipa (prvega opisanega primerka) fosilne ribe *Coelodus vetteri* iz monografije Gorjanovič-Krambergerja o fosilnih ribah, ki je izšla leta 1895.

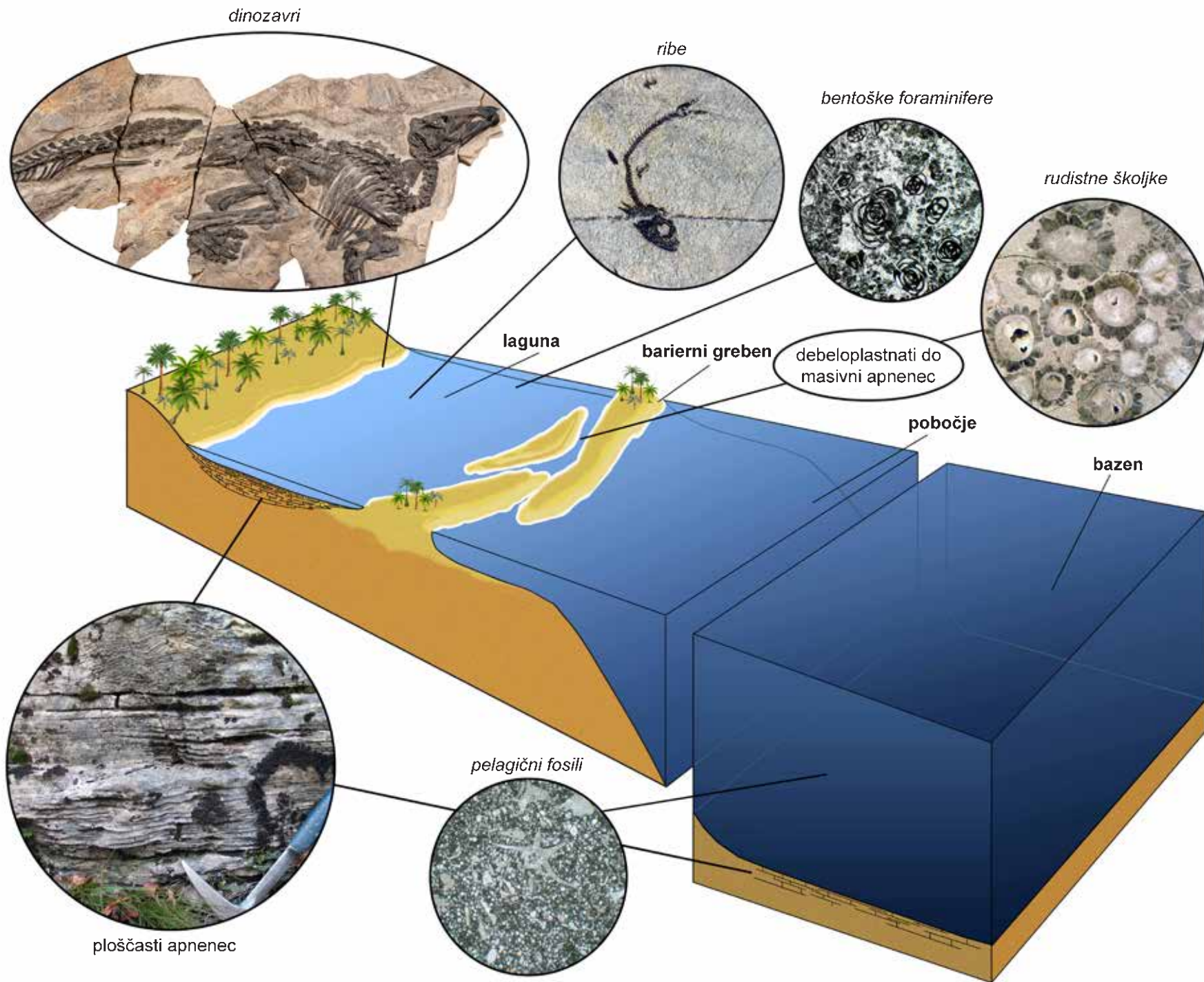


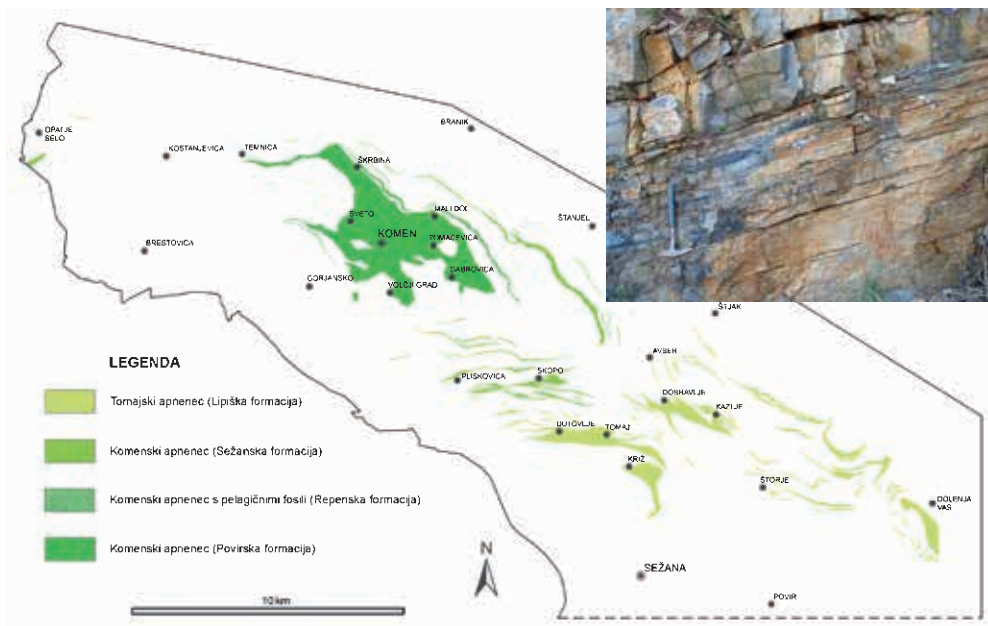


Slika 3.3.7: Rekonstrukcija poznokrednega plitvomorskega okolja z značilnimi prebivalci, najdenimi kot fosili na Krasu (slika: Barbara Jurkovšek)

Drugi, nekoliko mlajši ploščasti in laminirani apnenec s tankimi lečami ali plastmi roženca je Tomajski apnenec. Pogosto vsebuje številne in dobro ohranjene fosile rib, amonitov, planktonskih krinoidov in drugih prebivalcev odprtega morja (Slika 3.3.7). Prisotnost fosilnih rastlin s prevladujočimi iglavci kaže na neposredno bližino kopnega južno od lagune (Slika 3.3.8; glej 4. poglavje).

Slika 3.3.8: ▶
 Okolje nastajanja ploščatega ter debeloplastnatega in masivnega (neplastnatega) apnenca na plitvomorski karbonatni platformi, na robu platforme (bariernem grebenu) in v obdajajočem globokomorskem bazenu (model: Vlatko Brčić; foto: Bogdan Jurkovšek in Marino Ierman, Museo Civico di Storia Naturale di Trieste)





Slika 3.3.9: Zgornjekrednji ploščasti apneneci različne starosti na območju slovenskega dela Krasa (prirejeno po Jurkovšek et al., 2013). Desno zgoraj: Laminirani Komenski apnenec z lečami roženca v Škrbini (foto: Bogdan Jurkovšek)



Slika 3.3.10: Rudistni apnenec v cestnem useku pri Divači (foto: Bogdan Jurkovšek)

Komenski in Tomajski apnenec najdemo predvsem v osrednjem in severnem delu Krasa (Slika 3.3.9). Nedvomno sodita med najstarejše gradbene materiale na Krasu. Tudi še v poznem 19. in zgodnjem 20. stoletju so domačini nabirali plošče teh kamnin za tlakovanje in kritino. Ko so te kamnine izpostavljene atmosferskim dejavnikom, pri preperevanju nastane debela plast rdečkasto rjave prsti, imenovane *terra rossa* (jerovica). Na takih tleh zelo dobro uspeva trta.

Poleg črnih ploščastih apnencev večji del zgornjekrednjih plasti Krasa gradi siv in svetlosiv plastnat apnenec. Ena najbolj značilnih lastnosti te kamnine je številčnost rudistov. V tem obdobju so se rudistne školjke, popolnoma prilagojene na to, da so živele pritrjene na različne podlage, razvile v neverjetno število vrst različnih oblik, ki geologom pomagajo določiti relativno starost kamnin. Najbolj tipične spominjajo na kravji rog. Lupini sta popolnoma različni, pri čemer je velika stožčasta lupina običajno tista, ki je pritrjena na morsko

dno, majhna zgornja lupina v obliki kapice pa služi kot pokrov. Med pozno kredo so se rudisti bohotili v plitvem morju na karbonatni platformi in tvorili obsežne kolonije. Njihove lupine predstavljajo pomemben sestavni del krednih karbonatnih kamnin in so eden od geoloških pečatov Krasa. V nekaterih primerih so se razrasli v tako velikem številu, da se zdi, da so kamnine skoraj v celoti sestavljene iz njihovih lupin (Sliki 3.3.10 in 3.3.11).

Obsežna nahajališča rudistnega apnenca na območju Krasa najdemo na primer pri Lipici, Kazljah, Vrhovljah, Povirju, Gorjanskem, Nabrežini in Briščikih. Te kamnine še vedno pridobivajo v številnih kamnolomih kot dragocen arhitektonski kamen.

V apnencu so rudistne školjke lahko bolj ali manj številne, razdrobljene na različno velike kose ali ohranjene cele. Glede na to ter glede na barvo kamnin in njihov videz, ko so narezane in spolirane, so primerne za različne vrste uporabe. To je prineslo veliko lokalnih imen,



Slika 3.3.11: Polirana plošča Lipiškega apnenca s presekom rudistnega grozda (foto: Bogdan Jurkovšek)

ki jih lastniki kamnolomov uporabljajo za identifikacijo kamnin, ki jih pridobivajo in prodajajo. Nekateri primeri so Lipica (Slika 3.3.11), Repen, Kopriva in Granitello (glej poglavje 5.1).

Apnenec, ki pripada tej enoti, zaradi svoje strukture in homogene teksture predstavlja komercialno najbolj dragoceno kamnino na območju Krasa. Kamnolom *Cava Romana* pri Nabrežini (Aurisina) v Italiji sega v 1. stoletje pr. n. št. Največji kamnolom Lipiškega apnenca (ki je enak italijanskemu apnencu Aurisina) je danes Lipica 1 v Sloveniji, kjer pridobivajo velike bloke masivnega rudistnega apnenca (glej 4. poglavje).

Drugi značilni fosili, ki jih je mogoče najti v zgornjekrednih apnenicah, so školjke vrste *Chondrodonta ioannae*. Videti so kot listi z veliko rebri in so lahko dolgi nekaj centimetrov (Slika 3.3.12). Pri Sežani in v okolici Svetišča na Tabru v Repentabru (Monrupino) najdemo bogata nakopičenja hondrodontnih lupin.



Slika 3.3.12: Zgornjekredni apnenec s fosilom hondrodontne školjke, najden severno od Sežane (foto: Bogdan Jurkovšek)



Slika 3.3.13: Paleokraška površina, propoznavna po majhni vdolbini v avtocestnem useku pri Kozini. Viden je barvni kontrast med svetlosivim plitvomorskim apnencem in temnosivim apnencem, nastalim v močvirskem kopenskem okolju (foto: Bojan Otoničar)

✦ Zgornjekredno-paleocenski apnenec, priča velikih sprememb na kredno-paleogenski meji

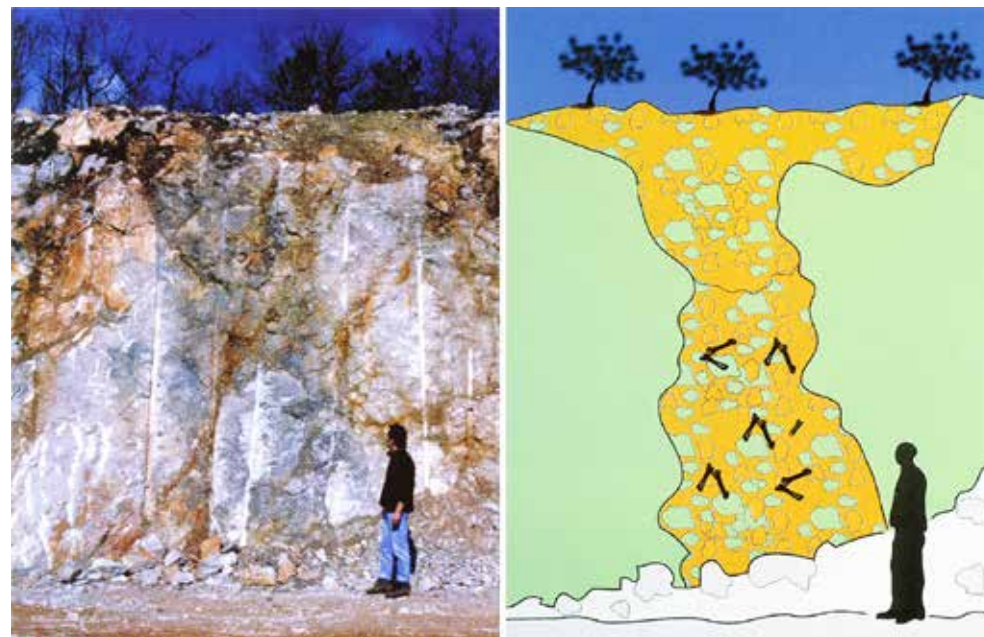
Na koncu krede so se zgodile velike okoljske spremembe. Nekateri deli Jadransko-dinarske karbonatne platforme so ponovno pogledali iz morja in bili podvrženi intenzivnemu zakrasevanju. Nastali so tako površinski kot podzemni kraški pojavi (Slika 3.3.13). To se je zgodilo zaradi premikanja litosferskih plošč, ki so privedla do približevanja Afriške celine Evropski, kar je na koncu povzročilo nastanek Alp in številnih drugih gorskih verig, kot so Pireneji, Karpati in Himalaja. Kot posledica tega dviga so za Jadransko-dinarsko karbonatno platformo postala značilna okolja s plitvejšo vodo, ki je ponekod zaradi vnosa meteorne sladke vode postala manj slana. Ta okoljska sprememba se je odrazila v fosilnem zapisu teh kamnin, ki je zelo raznolik in vključuje živalske in rastlinske fosile, značilne tako za ko-

penska okolja kot za okolja s somornico ali slano vodo. Rastlinstvo je bilo na okopnelih delih platforme tako bujno, da so v teh kamninah v Vremškem Britofu, Rodiku ter na širšem območju Lipice in Štorja nahajališča premoga. Pridobivali so ga v 19. in na začetku 20. stoletja.

Širitev kopnih območij nad morsko gladino je omogočila življenje tako dvoživkam kot večjim kopenskimi živalim. To dokazujejo odkritja fosilnih ostankov krokodilov ter kosti in zob rastlinojedih dinosavrov, ki pripadajo več družinam (Hadrosauridae, Iguanodontidae in Dromeosauridae). Najbolj odlično ohranjeni fosili so bili najdeni v temnih, tanko laminiranih apnencih iz tega obdobja, ki izdajajo blizu Ribiškega naselja (Villaggio del Pescatore) pri Trstu (Slika 3.3.14). Tam so našli dve popolni okostji hadrozavrov vrste *Tethyshadros insularis*. Poleg hadrozavrov ta apnenec vsebuje tudi ostanke pterozavrov, krokodilov, rib in drugih vretenčarjev (glej 4. poglavje). Fo-



Slika 3.3.14: Laminirani apnenec blizu Ribiškega naselja (Villaggio del Pescatore), v katerih so bili najdeni fosili dinosavrov (foto: Sara Biolchi)



Slika 3.3.15: Mesto najdbe kosti dinosavrov v breči s kosi apnenca Liburnijske formacije, ki zapolnjuje paleokraško brezno v apnencu Lipiške formacije v avtocestnem useku pri Kozini (po Košir et al., 1999)



Slika 3.3.16: Kostni dinosaurji, krokodilov in drugih kopenskih vretenčarjev v paleokraški breči (levo) (foto: Matevž Novak) in struktura dinosaurjskih kosti pod mikroskopom (5x in 40x) (desno) (iz Košir et al., 1999).



Slika 3.3.17: Opuščen kamnolom Slivno - Slivna, ki razgalja paleokraško brečo (po Consorti et al., 2021)

silne ostanke zgornjekrednih vretenčarjev, predvsem dinosaurjeve zobe in kosti, so našli tudi v apnenčevi breči v paleokraškem breznu pri Kozini (Sliki 3.3.15 in 3.3.16).

V opuščenem kamnolomu Slivno - Slivna vidimo brečo, sestavljeno iz različno velikih blokov apnenca (Slika 3.3.17). Tudi ta podorna breča priča o daljšem kopnem obdobju, ki ga je spremljal razvoj obsežnega paleokraškega sistema. Slivenska breča, znana tudi pod kamnoseškim imenom Napoleon Slivna ali Breccia Carsica Marble, se je široko uporabljala kot okrasni gradbeni kamen.

Znotraj zgornjekredno-paleocenskega apnenca je zabeležen zelo pomemben trenutek geološke zgodovine: meja med kredo in pale-

ogenom (meja K-Pg), ki označuje eno najbolj uničujočih množičnih izumrtij, ki so se kdaj zgodila na planetu in sovpada s trkom velikega asteroida. Spomene, ki so se zgodile na meji K-Pg, so bile tako hude, da so geologi na to točko postavili mejo med mezozoikom in kenozoikom. Številne živalske in rastlinske vrste, tako na kopnem kot v oceanih, so izumrle, vključno z dinosaurji in amonoidi ter rudiisti, ki jih v kamninah, mlajših od tega dogodka, ni mogoče več najti. Na Krasu je meja K-Pg dobro vidna pri Dolenji vasi.

✦ **Paleocenski in eocenski foraminiferni apneneci**

Ob koncu paleocena se je gladina morja počasi spet začela dvigovati in morske razmere so spet prevladale. Nova sekvenca apnencev beleži to fazo zgodovine Krasa. Fosili v paleocenskih in eocenskih kamninah nam povedo, kako se je življenje v morjih spremenilo po koncu mezozoika. Najdemo številne oblike alg in foraminifer, ki pa se zelo razlikujejo od tistih, ki jih lahko opazujemo v krednih kamninah. Predvsem med foraminiferami so se pojavile številne nove vrste, ki so postajale postopoma vse večje. V najmlajših plasteh teh kamnin so tako velike, da jih lahko vidimo s prostim očesom. Zaradi prisotnosti različnih velikih bentoških (živečih na morskem dnu) foraminifer, ki so se v nekaterih plasteh nakopičile v velikem številu, te apnence zlahka prepoznamo (Slika 3.3.18). Nekateri foraminifere spominjajo na starodavne kovance, zato so jih paleontologi poimenovali numuliti (iz latinske besede *nummus*, kar pomeni kovanec) (Slika 3.3.19), medtem ko so imele druge, imenovane alveoline, posebno strukturo, za katero je značilna prisotnost številnih kamric, ki so, če jih opazujemo z ročno lupo, videti kot majhne okrogle luknjice (Slika 3.3.20). Geologom različne vrste fosilov v kamninah pomagajo pri določanju starosti kamnin.

✦ **Fliš globokega srednjeeocenskega oceanskega bazena**

Najmlajše kamnine, ki zaznamujejo območje Krasa, so popolnoma drugačne od tistih starejših. Za razliko od apnenca, ki sestavlja večji del Krasa, so to večinoma peščenjaki in bolj ali manj glinaste kamnine (meljevci, glinavci in laporovci), ki se izmenjujejo v zaporedju, dobro poznanem pod izrazom fliš (Slika 3.3.21).

Sedimenti, ki sestavljajo te kamnine, izhajajo iz erozije starejših kamnin in pričajo o dviganju Alp. Medtem ko so gore rasle, so bile vse starejše kamnine izpostavljene dežju, vetrovom in drugim atmosferskim dejavnikom. Zato so bile erodirane, delci njih pa z rekami odplavljeni v morje. Od časa do časa so taki peski in glinice, ko še niso bili litificirani (sprijeti), v obliki podmorskih plazov zdrsnili z roba platforme po celinskem pobočju v oceanski bazen. Takšni plazovi ustvarijo goste podmorske tokove, polne sedimenta, ki jih



Slika 3.3.18: Foraminiferni apnenec z numuliti in alveolinami zahodno od Kozine (foto: Matevž Novak)



Slika 3.3.20: Alveolinidna foraminifera, kakor jo vidimo pod mikroskopom (foto: Matevž Novak)



Slika 3.3.19: Kovancem podobni numuliti, naravno izluženi iz preperele kamnine (foto: Matevž Novak)



Slika 3.3.21: Menjavanje plasti laporovca in peščenjaka, ki tvori flišno zaporedje južno od Gore (foto: Bogdan Jurkovšek)

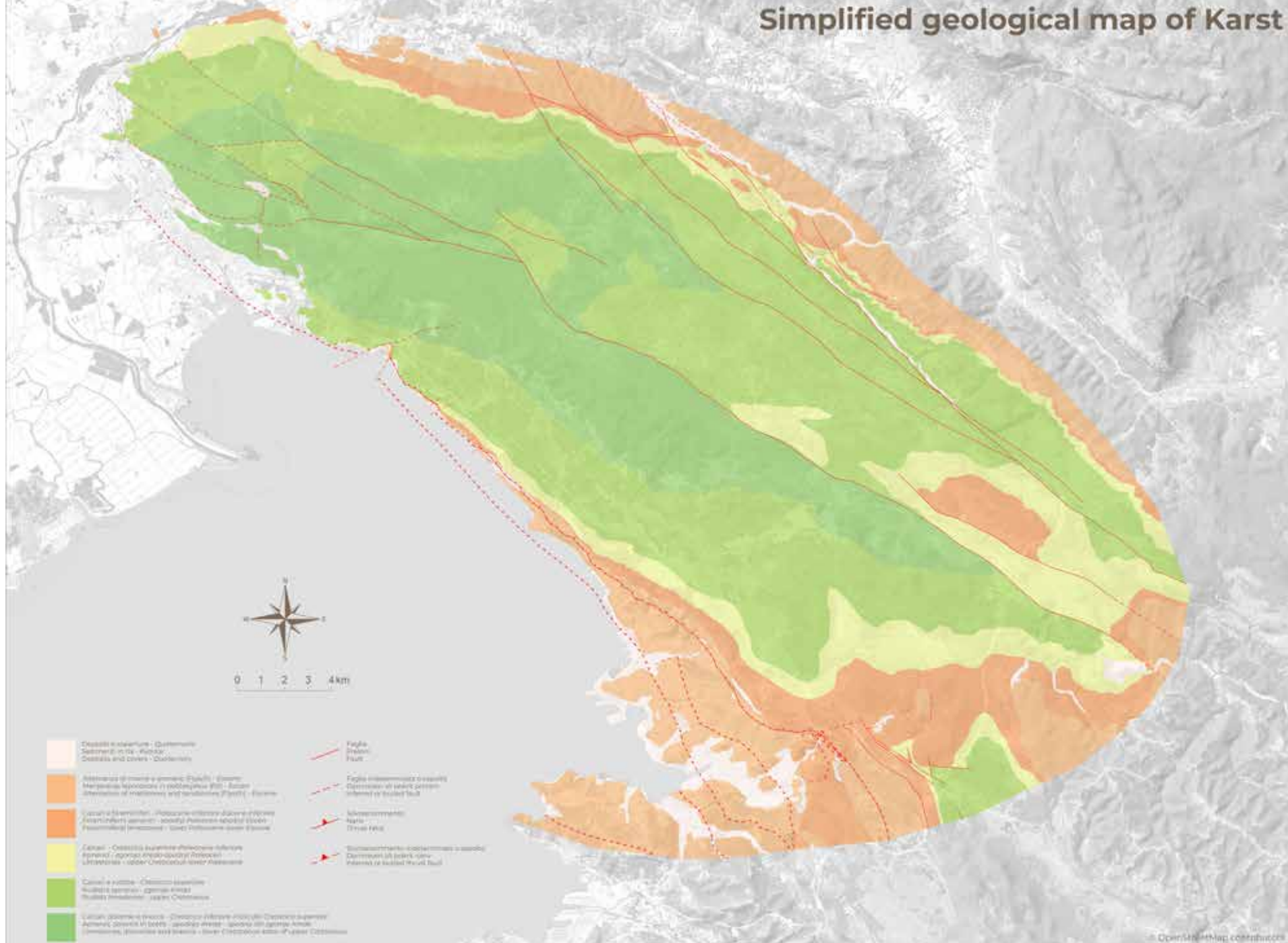
geologi imenujejo turbiditni (kalni) tokovi. Ko ti tokovi zdrsnejo v globlje dele morja, izgubijo hitrost in pri tem iz njih počasi padajo sedimentni delci. Podmorske sedimente, ki jih ustvarja turbiditni tok, imenujemo turbiditi. Fliš sestavljajo predvsem turbiditi, urejeni v tanke plasti. Na površini nekaterih plasti so vidni sledovi plazenja in vrtnja, ki so jih večinoma naredile neznane živali na nekdanjem peščenem morskem dnu. Takšne fosilne sledi imenujemo ihnofosili. Poleg teh flišne kamnine včasih vsebujejo veliko rastlinskih delcev, ki razkrivajo prisotnost bujne vegetacije na bli-

žnjih nastajajočih kopnih. V bližini gradu Miramar je mogoče najti nekaj velikih blokov apnenca, bogatih s fosili numulitov in alveolinitid. Geologi so opazili, da so podloženi in prekriti z nagubanimi in deformiranimi plastmi fliša. To kaže, da so ti bloki pravzaprav deli ogromnega plazju, ki je zdrsnil, ko se je fliš še odlagal. Takšni dokazi pričajo, da je ponekod dvigovanje, ki je povzročilo nastanek Alp, prineslo kamnine kenozojske platforme na površje, od koder so se zrušile v morje, kjer so se nalagali flišni sedimenti (glej 4. poglavje, geotočka št. 27).

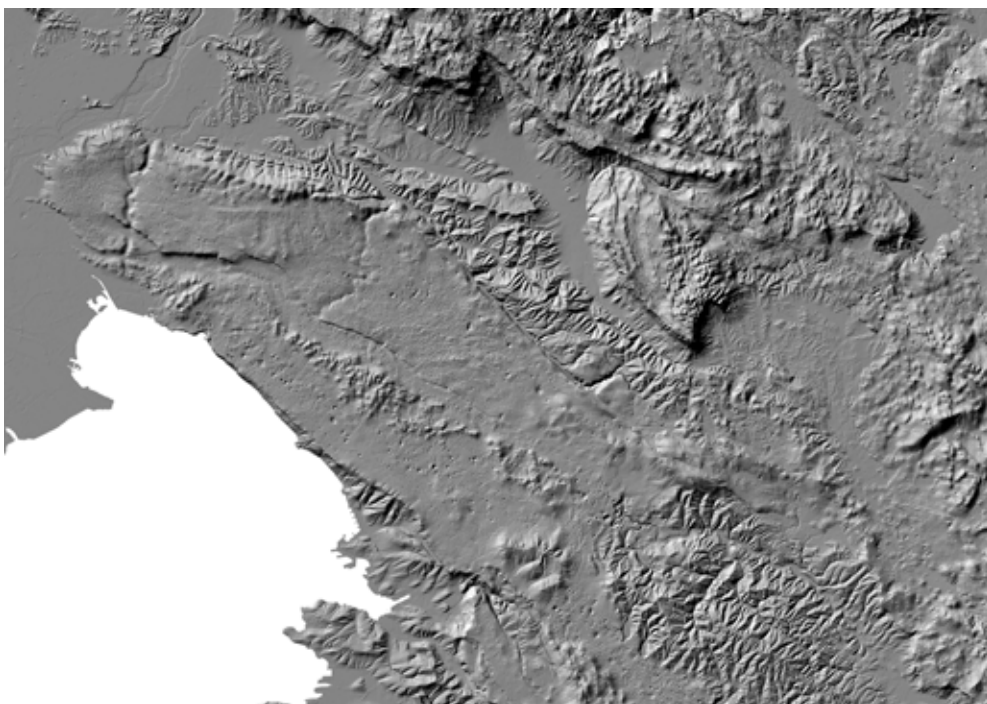
Carta geologica semplificata del Carso

Poenostavljena geološka karta Krasa

Simplified geological map of Karst



- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Depositi superficiali - Quaternario
Sedimenti in situ - Karstici
Depositi and covers - Quaternary Metarocce (metarocce e arenarie Epatiche) - Eocene
Metarocks (metarocks and sandstones Epatiche) - Eocene Calcari e calcaree - Paleogene-Miocene (calcari e calcaree) - Paleogene-Miocene Calcari - Cretaceo superiore (calcari) - Cretaceo superiore Calcari e calcaree - Cretaceo inferiore (calcari) - Cretaceo inferiore Calcari calcaree e calcaree - Cretaceo inferiore (calcari) - Cretaceo inferiore | <ul style="list-style-type: none"> Faglia
Fault Faglia inferenziale (osservata)
Inferred or suspected fault Microstrutturale
Dipole FMS Surtassamento (osservato o sospeso)
Inferred or suspected thrust fault |
|---|---|



Slika 3.4.1: Relief matičnega Krasa in okolice izdelan v okvir projekta HYDROKARST Interreg Italia-Slovenija 2007-2013

3.4. Geološka struktura območja Krasa

Današnja oblika površja območja Krasa je rezultat dolge zgodovine tektonskih deformacij, ki se je začela pred milijoni let. Njegovo strukturo lahko poenostavljeno povzamemo kot široko planoto, ki se spušča proti jugozahodu, kjer se nahajata mesto Trst in Tržaški zaliv (Slika 3.4.1).

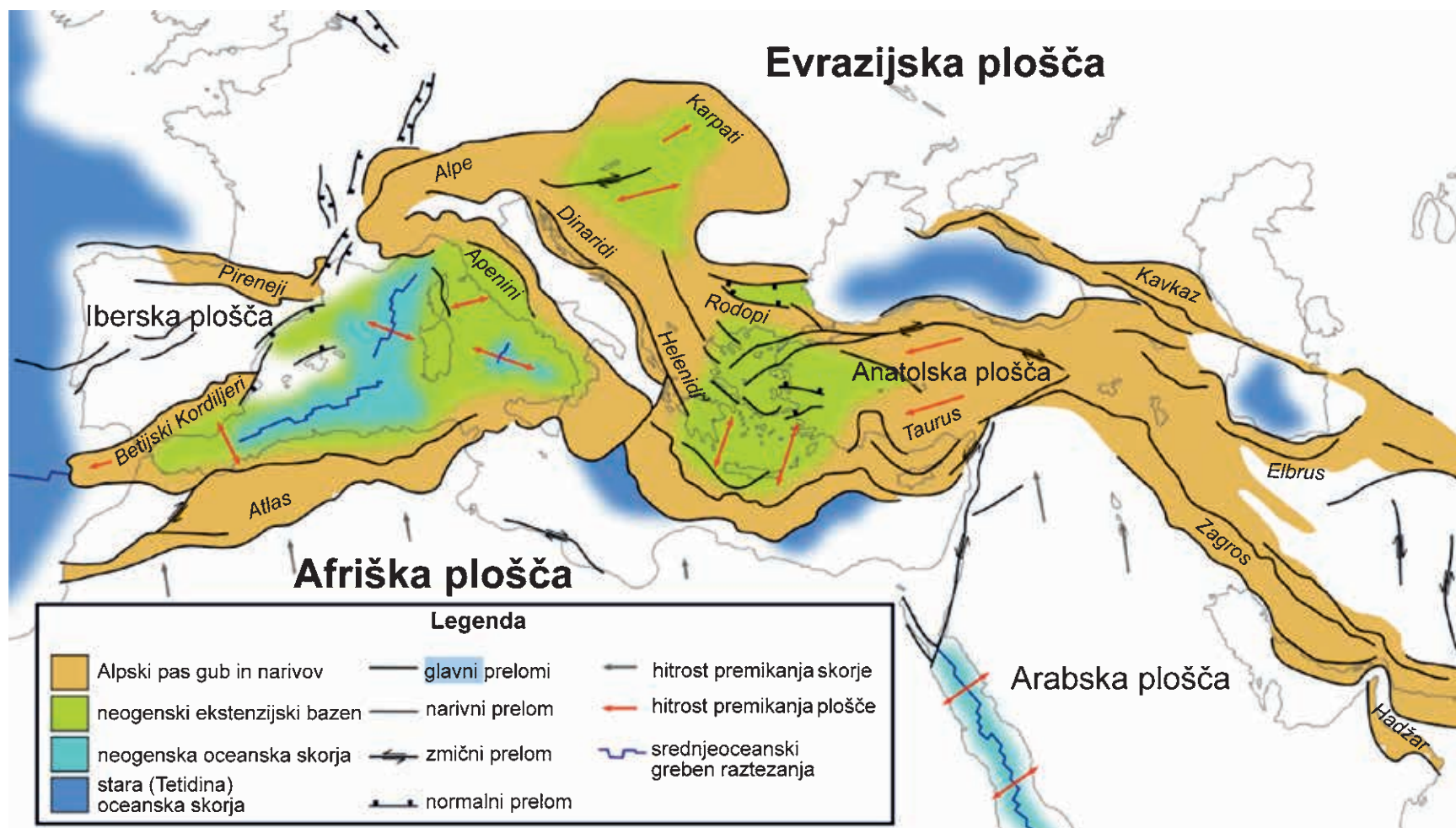
Ta oblika ozemlja je posledica orogenetskih faz, ki delujejo na tem območju v zadnjih 70 do 80 milijonih letih, in sicer od krede do danes. Orogeneza je proces, v katerem nastajajo gorovja zaradi zблиževanja (konvergence) dveh tektonskih plošč. V tem primeru sta ti dve plošči Jadranska (najsevernejši, odcepljeni del Afriške plošče) in Evrazijska plošča (Slika 3.4.2).

3.4.1 Dinarska orogeneza

V orogenetski fazi je nastala Dinarska veriga, gorski pas, ki se začne na italijansko - slovenski meji in konča na območju med Albanijo in Grčijo (Slika 3.4.2). Območje Krasa se nahaja v severnem predelu Dinaridov. Kot smo že omenili, so Dinaridi posledica konvergence med dvema ploščama. Ti plošči je v kredi (pred 70 do 80 milijoni leti) ločeval starodaven ocean imenovan Tetida. Ko sta se plošči začeli zблиževati, so se kamnine oceanskega dna začele podrivati. Oceanska skorja je namreč gostejša od tiste na kontinentalnih ploščah. Zato se ob trku kontinentalne z oceansko ploščo oceanska potopi pod kontinentalno in tone v Zemljino notranjost. Med potekom tega zблиževanja proces nastajanja gorskega pasu doseže vrhunec, ko se vse gostejše (oceanske) kamnine podrinejo in med seboj trčita dve enako gosti celinski skorji. V geologiji se plošča, ki se podriva, imenuje spodnja plošča, druga plošča pa zgornja plošča. Za preprosto ponazoritev razvoja orogeneze in lepljenja delov tektonskih plošč (akrecije) pri nastajanju gora si lahko zgornjo ploščo predstavljamo kot buldožer ali snežni plug, ki pluži zgornje dele kamnin spodnje plošče in jih koplje na stiku obeh plošč. Ta fronta je debelejša v bližini buldožerja, torej v bližini narivajoče se zgornje plošče, in vse tanjša proti spodnji plošči, kar oblikuje nekakšen klin. Geologi območje, kjer deluje buldožer, imenujejo zaled-

◀ Slika 3.3.22: Poenostavljena geološka karta območja matičnega Krasa, izdelana za center za obiskovalce geoparka v Naravoslovno-didaktičnem centru v Bazovici; legenda upošteva isto poenostavljeno skupino geoloških enot geološkega stolpca na sliki 3.3.3.

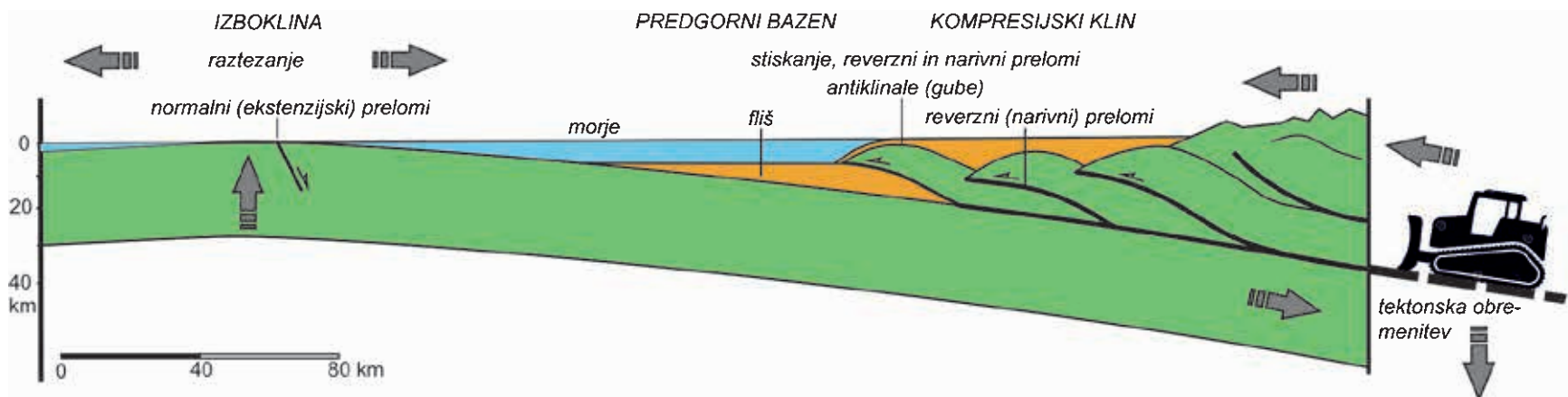
Slika 3.4.2:
Tektonska karta Evrope



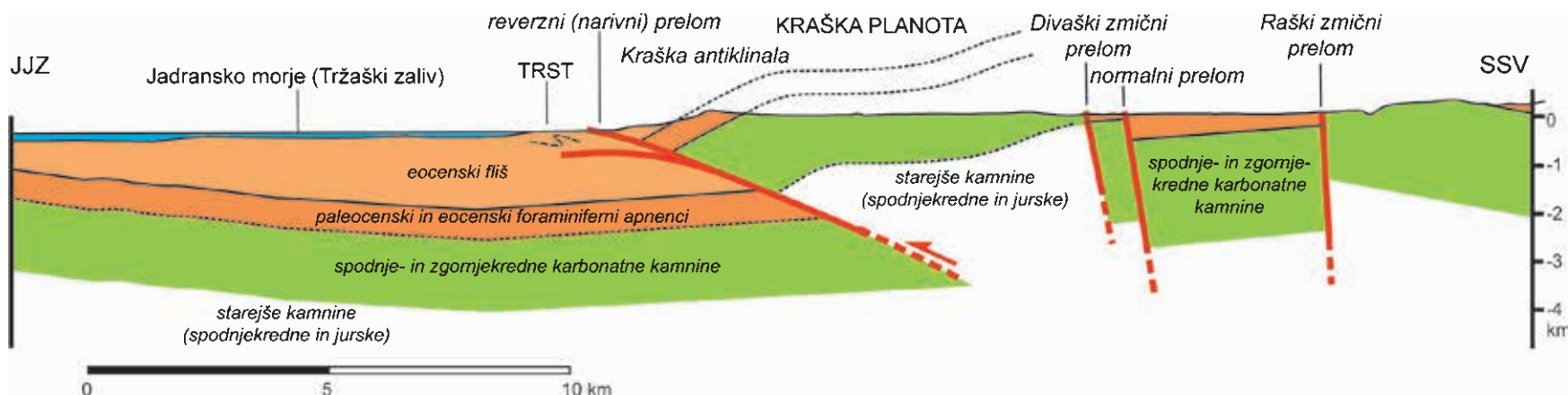
je, predgorje pa območje, kamor se pomika klin. Če se vrnemo k območju Krasa, si lahko predstavljamo, da buldožer začne stiskati, gubati in lomiti kamnine od severovzhoda proti jugozahodu, pri čemer nastaja napredujoč klin, katerega najbolj zunanji del je Kras. Ta naravni buldožer se je premikal nad podrivajočo se ploščo s hit-

rostjo le nekaj milimetrov na leto, vendar je deloval milijon let in ustvaril Dinarski gorski pas. Na sprednji strani napredujočega klina se je spodnja plošča zaradi njegove teže upognila in ustvarila bazen za odlaganje sedimentov, ki so nastali z erozijo tega velikega klina in tvorijo fliš. Ta proces se je končal pred 20 milijoni let. Zato je

Slika 3.4.3:
Poenostavljena skica
razvoja dinarske
orogeneze



Slika 3.4.4:
Geološki prerez



geološka struktura Krasa danes v grobem enaka kot pred 20 milijoni let in predstavlja veliko nesimetrično gubo, in sicer antiklinalo (izbočeno gubo v obliki črke A), katere južno krilo je bolj nagnjeno kot severno.

3.4.2 Struktura in zgodovina Krasa

Če si zamislimo, da bi navpično prerezali območje Krasa, bi lahko opazovali njegovo notranjo zgradbo, in sicer kraško antiklinalo (Slika 3.4.4).



Slika 3.4.5: Mehanizem nastanka gube, ki deformira brisačo

Kot smo že omenili, je ta antiklinala nesimetrična, kar pomeni, da je eno krilo bolj strmo od drugega. Krilo, ki se spušča proti jugozahodu, je bolj nagnjeno kot krilo, ki se spušča proti severovzhodu. Razlog za to asimetrijo je, da so bile kamnine potisnjene od severovzhoda proti jugozahodu. Da bi razumeli ta proces, si lahko predstavljamo, da potiskamo brisačo po mizi (Slika 3.4.5). Ko brisačo potiskamo, so gube asimetrične, ker roka potiska v eno smer.

Če se vrnemo h kamninam, ki se danes pojavljajo na površju Krasa, geološka karta kaže, da se v sredini kraške planote pojavljajo starejše kamnine, to so spodnje- do zgornjekredni rudistni apneneci z vmesnimi plastmi s fosili bogatega ploščastega apnenca (glej poglavje 3.3; zelena polja na Sliki 3.3.22), proti robovom kraške planote se pojavljajo mlajše kamnine (oranžna polja na Sliki 3.3.22).

Na geološki karti so prikazane tudi rdeče črte, ki prečkajo območje. Te rdeče črte so glavni prelomi. Na splošno prelomi predstavljajo nezveznosti v kamninah, ki nastanejo kot posledica tektonski faz stiskanja (kompresije) ali raztezanja (ekstenzije) med geološkim ra-

zvojem območja. Prelome lahko delimo na: 1) reverzne prelome, ki so površine, ob katerih se pri stiskanju en kamninski blok premika navzgor glede na drugi blok; 2) normalne (ekstenzijske) prelome, ob katerih se kamninski blok premika navzdol glede na drug blok; in 3) zmične prelome, ob katerih se dva bloka premikata bočno. Na območju Krasa obstajajo vse tri vrste prelomov. Geološka karta in prerez kažeta reverzni prelom na jugozahodu, ki seka površje na območju Trsta. Ta reverzni prelom imenujemo tudi narivni prelom, to je reverzni prelom z majhnim naklonom, ki je nastal v zadnji kompresijski fazi dinarske orogeneze skupaj s kraško antiklinalo. Obe strukturi sta posledica stiskanja kamninskih skladov. Severneje sta dva večja preloma: Divaški in Raški (glej poglavje 4). Oba sta zmična preloma, nastala v mlajši fazi, v kateri so se reaktivirali stari normalni prelomi (reaktivacija pomeni, da prelom v geološkem času spremeni svojo kinematiko; npr. prelom, ki je bil reverzen, se lahko zaradi spremembe napetostnih tektonskih sil v geološkem času ponovno aktivira kot normalen prelom ali kot zmičen prelom). To pomeni, da sta bila Divaški in Raški prelom na začetku svojega nastanka normalna preloma, nato pa so premiki ob njiju spremenili smer v vodoravno. V splošnem normalni (ekstenzijski) prelomi nastanejo, kadar se kamninske plasti raztegujejo. V našem primeru pa smo pisali samo o kompresijski fazi (fazi stiskanja), in sicer dinarski orogenezi in kompresijski strukturi (reverzних in narivnih prelomih). Da bi razumeli tektonske mehanizme, ki so v tem primeru ustvarili normalne prelome, si je treba ogledati poenostavljen model na Sliki 3.4.3 in buldožer. Buldožer ustvarja kompresijski klin ter gube in reverzne (narivne) prelome. Z debelitvijo klina se večja obremenitev na spodnjo ploščo, kar povzroči izbočenje in raztezanje v predgorju, s tem pa pogoje za nastanek normalnih prelomov. Ti normalni prelomi so del kompresijskega klina, ko buldožer doseže svoj položaj. Zdaj ostaja nerešeno samo še eno vprašanje, in sicer zakaj sta Raški in Divaški prelom zdaj zmična preloma. Po koncu glavne faze krčenja v dinarski orogenezi se je približevanje Jadranske plošče nadaljevalo in rahlo spremenilo smer premikanja od severovzhoda proti severu (neo-alpinska faza). Ta sprememba vključuje rotacijo kamninskih blokov in reaktivacijo starih normalnih prelomov v zmične.

3.5 Geomorfologija območja geoparka

Kras je nizka karbonatna planota, ki leži med Tržaškim zalivom in Vipavsko dolino, na nadmorski višini od nekaj do okoli 500 metrov. Na jugozahodu jo omejujeta Tržaški zaliv in nižinska nekarbonatna flišna pokrajina, na severozahodu pa aluvialna Furlanska nižina. Flišno gričevje nad 600 metrov nadmorske višine loči Kras od Pivške kotline. Kras je na jugovzhodu dobro ločen od flišnih območij Brkinov in doline Reke na eni strani, na drugi, južnejši strani, se postopoma zliva s kraškimi območji Čičarije, Podgorskega krasa in Matarskega podolja. Kraška planota se razprostira v dolžini 46 km od jugovzhoda proti severozahodu in je tudi nagnjena v to smer, od Lokve na 450 metrov nadmorske višine do Doberdoba (Doberdò) na 98 m nadmorske višine. Široka je približno 15 km in obsega okoli 750 km².

Kras spada v Sredozemlje in ima sredozemsko podnebje, a nanj vplivata njegova skrajna severna lega in nadmorska višina. Poletja so vroča in suha, zime pa precej mrzle z značilnim mrzlim severovzhodnikom - burjo. Največ dežja pade jeseni. V osrednjem delu Krasa, v Komnu, ki je od morja oddaljen le deset kilometrov, je na nadmorski višini 290 metrov povprečna letna temperatura 12°C. Količina padavin je razmeroma visoka, saj se dolgoletna povprečja gibljejo od 1.400 do 1.650 milimetrov na leto, medtem ko na obali pade le 1.000 milimetrov na leto.

Zakrasevanje Krasa poteka že več kot 10 milijonov let in prvotno morfologijo površja danes le s težavo prepoznamo. Izgled površja Krasa je, tako kot se kaže danes, posledica litoloških danosti in nekoliko manj tektonsko-strukturnih.

Od morja proti severovzhodu si sledijo različne morfološke enote, vse orientirane v smeri severozahod – jugovzhod:

- ✦ obmorski kras med Devinom (Duino) in Nabrežino (Aurisina);
- ✦ hribovito območje med Sv. Primožem (San Primo), Gorko (Gurca), Banovskim (Belvedere) in Globojnarjem (Calvo);
- ✦ uravnana pokrajina med Sesljanom (Sistiano), Nabrežino (Aurisina) in Bazovico (Basovizza);
- ✦ hribovito območje, ki poteka od Grmade preko Volnika do Tabora;

- ✦ široka, uravnana pokrajina med Doberdobom (Doberdò), Kostanjevico na Krasu, Komnom, Dutovljami in Divačo. Južno stran tega območja opredeljuje strukturno pogojena depresija, povezana z nizom prelomov med Jameljco (Colle Nero), Brestovico in Divačo;
- ✦ severno hribovje, ki loči Kras od Vipavske doline;
- ✦ od zgoraj omenjenih morfoloških enot sta ločena fluviokraška dolina Glinščice (Val Rosandra) in severni del kraške uravnave Matarskega podolja s slepimi dolinami na njegovem severovzhodnem robu.

Zaradi topnosti kraških kamnin in geoloških nezveznosti v njih, velikih količin padavin in dotokov alogenih voda iz obrobni nekarbonatnih kamnin, se je tu razvilo veliko število značilnih površinskih in podzemnih kraških oblik. Njihovo proučevanje je pomembno za razumevanje geološke, hidrogeološke in podnebne dinamike ne le Krasa, temveč tudi širšega prostora.

Drobne skalne oblike površinskega reliefa

Najizrazitejša škraplišča so nastala na debeloplastovitem do masivnem zgornjekrednem apnencu na širšem območju Lipice, Opčin (Opicina), Šempolaja (San Pelagio) in Briščikov (Borgo Grotta Gigante) ter na delu Krasa okoli Divače. Ta tip apnenca na površju in podtalnim pokrovom praviloma ne razpada tako hitro kot mlajši, običajno tanjše plastoviti paleocenski apnenec. Slednji se zato pogosteje preoblikuje zaradi kraških površinskih procesov, medtem ko so večje kamnite gmote krednega apnenca ostale večinoma nedotaknjene. Škraplje gradijo do pet metrov visoke skalne gmote (»kamniti zobje«), ki jih ločijo zakrasele razpoke. Gozd na Krasu je bil večinoma izkrčen, območje okoli škrapelj pa uporabljeno za pašnike. Podtalne skalne oblike, ki oblikujejo skalni relief spodnjih delov škrapelj in ponekod pod tlemi preoblikovani vrhovi, predstavljajo najstarejše faze nastajanja kamnitih zob. Kasneje je na površju izpostavljene gole skale preoblikovala deževnica, kar dokazujejo žlebiči in kanali ter škavnice, ki jih prekrivajo (Slika 3.5.1 A, B). Zraščanje nekdanje večinoma golega kraškega površja je povzročilo modifikacijo drobnih kraških oblik, ki so primarno nastale v pogojih neposredne izposta-



Slika 3.5.1:

A) Škrapljišče blizu brezna Colognatti

(foto: Furio Finocchiaro);

B) Žlebiče in škavnice je izdolbla deževnica (Repen)

(foto: Bojan Otoničar)



vljenosti dežju, pod lišaji, mahovi in tlemi. Na ta način nam skalni relief govori o razvoju kraškega površja in njegove rabe (od krčenja gozdov preko paše do ponovnega pogozdovanja).

Srednje veliki površinski kraški pojavi

Kras členijo številne zaprte kraške depresije. Med njimi prevladujejo vrtače (Slika 3.5.2), pogoste so tudi udornice, uvale (doli), suhe doline in kopasti griči. Površje je pogosto kamnito, saj tanka tla niso zvezna in kamnito površje ni popolnoma prekrito.

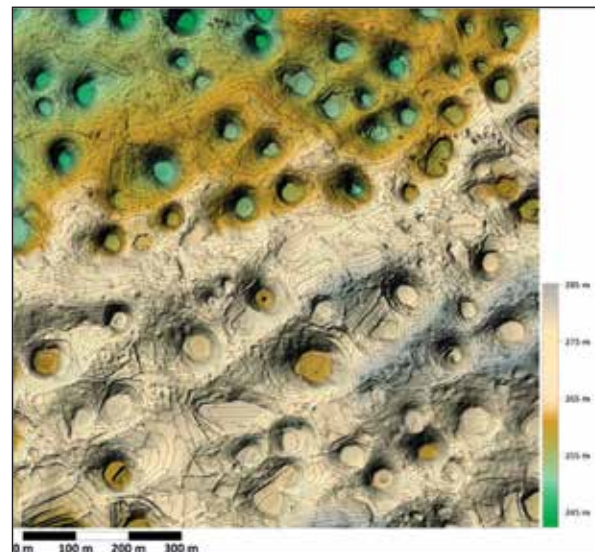
Vrtače najrazličnejših oblik, zapolnitev (terra rossa) in antropogenih predelav (očiščene, s suhozidi okoli njih, arheološka najdišča, vinogradi, zelenjavni vrtovi ali obdelovalne njive) (Slika 3.5.3) so na Krasu zelo pogoste. Ker so tla na Krasu velikokrat prisotna le na dnu vrtač, so tam zelenjavni vrtovi in njive pogosti. Dna vrtač so izravnali, s pobočij odstranili kamenje in ga nasuli v kupe ali zložili v suhozide (Slika 3.5.3). Tla vrtač so pogosto uporabljali tudi za skladiščenje vode (tako imenovane kale) (Slika 3.5.4).



Slika 3.5.2:
Vrtača pri Padričah (Padriciano)
(foto: Furio Finocchiaro)



Slika 3.5.3: Antropogeno preoblikovana vrtača neposredno pod obzidjem prazgodovinske naselbine Debela Griža pri Volčjem Gradu pri Komnu (foto: Bojan Otoničar)



Slika 3.5.5: Na digitalnem modelu reliefa (DMR) Lipiškega Ravnika v jugovzhodnem delu Krasa je razvidno, da so tam značilne vrtače s strmimi skalnimi pobočji in antropogeno izravnanimi tlemi. V nekaterih vrtačah so zemljo izkopalili in jo odpeljali v okolico vasi za uporabo v vinogradih in vrtovih. Konturni interval je en meter (iz Mihevc & Mihevc, 2021)

Slika 3.5.4: Prčedolski kal pri Opčinah (Opicina) (foto: Furio Finocchiaro)

Na Krasu je identificiranih več kot 22.400 vrtač, od tega 5.900 na italijanski strani in 16.500 na slovenski strani meje s skupno površino približno 20 km². Na nekaterih območjih Krasa, kot so Bazovica (Basovizza), Opčine (Opicina), Divača, Briščiki (Borgo Grotta Gigante), Gorjansko, Doberdob (Doberdò) in Martinščina (San Martino del Carso), je gostota vrtač večja od 70 na km².

Največ vrtač (62 %) ima povprečni premer do 50 metrov, 31,5 % ima premer med 50 in 100 m (Slika 3.5.5), le okoli deset jih ima premer večji od 500 m. Njihova povprečna globina je približno 30 m. Večje udornice na matičnem Krasu so globoke od 50 do 200 m in široke do nekaj sto metrov, njihova prostornina pa lahko doseže več milijonov kubičnih metrov. Udornice so razporejene po celotnem območju Krasa. Največje koncentracije večjih udornic, sedemindvajset, so na območju Divače, v zaledju ponorov reke Reke in pri Sežani. Označujejo podzemni tok reke Reke in nekatere največje jame Krasa, kot so na primer tiste v jamskem sistemu Škocjanske jame - Kačna jama. Nekaj manjših koncentracij udornic je tudi na severnem delu Krasa, južno od Kobjeglave ter na območju med Kazljami

in Štorjami. Na izbranem območju divaškega Krasa (31 km²) je bilo ugotovljeno, da je delež udornic med zaprtimi depresijami približno štiri odstoten in predstavljajo okoli sedem odstotkov celotne površine, vendar pa je skupna prostornina udornic več kot štirikrat večja kot skupna prostornina vrtač.

Na uravnanim območju med Nabrežino (Aurisina) in Bazovico (Basovizza) imajo kraške depresije zelo velik razpon premerov in globin glede na njihovo genezo (raztapljanje ali udor) in starost (evolucija).

Visoko koncentracijo vrtač (s pogostnostjo nad 40 na km²) najdemo na široki planoti goriško (Gorizia) - tržiškega (Monfalcone) Krasa. Za planoto, ki se nahaja na nadmorski višini 100 do 200 m, je značilno veliko število po velikosti in globini podobnih vrtač s povprečnim premerom med 50 in 80 metri.

Čeprav je površje Krasa gosto pokrito z vrtačami (Slika 3.5.5), le-te predstavljajo manj kot 10 % celotne površine (brez hribovitega dela Krasa). Enostavno razlago nastanka reliefa na Krasu otežuje precej pogosto pojavljanje brezstropih jam, kar kaže na to, da je ponekod



precejšen del površinskih reliefnih oblik dejansko nastal pri preoblikovanju podzemnih jam.

Tako kot brezstrope jame, bi lahko tudi udornice obravnavali kot odraz podzemnega krasa na kraškem površju.

Razen že omenjenih izravnav, na samem Krasu ni kraških oblik velikih dimenzij, z izjemo morda uvale pri Senadolicah (Slika 3.5.6). Uvala Senadolska Dolina ali Dol predstavlja podolgovato v smeri jugovzhod - severozahod potekajočo sklenjeno kraško kotanjo, dolgo nekaj več kot pet kilometrov in v obodu široko čez kilometer, na dnu katere je več lepo oblikovanih vrtač. Odprta je le proti severozahodu, kjer pri Senadolicah preide preko rahlega pregiba v skoraj 100 metrov nižjo uravnano jugozahodnega dela Krasa.

Nastanek uvale lahko pripišemo pospešenemu raztapljanju v območju razpoklinske cone Raškega preloma v primerjavi s počasnejšim raztapljanjem zaglinjene in zabrečene zdrobljene oziroma pretрте notranje cone Raškega preloma - ali pa gre celo za ostanek stare slepe doline, ki je odvajala vodo iz že povsem erodiranega sosednjega flišnega območja.

Kontaktni kras in suhe doline

Na območju Krasa je najbolj znana ponikalnica Reka (v Italijanskem delu Krasa se imenuje Timava), ki na koncu velike Vremske doline ponikne v Škocjanske jame (Slika 3.5.7). Nekaj manjših potočkov ponika tudi pri Danah in Senožečah. Vrhpoljsko dolino pri Kozini lahko štejemo za »fosilno« slepo dolino. Najbolj znane in značilne so slepe doline ob severovzhodnem obrobju Matarskega podolja ob nejasno določeni jugovzhodni meji Krasa.

Čeprav je na Krasu vrsta manjših, pogosto še aktivnih in bolj ali manj reliefno izrazitih suhih dolin, pa izstopata dve – Mali Dol (Pletni Dol) (Slika 3.5.8), ki prečka Kras med dolino Branice in Brestoviškimi Dolom, ter najizrazitejši in največji - Doberdobski dol (Vallone), ki prečka goriško (Gorizia) - tržiški (Monfalcone) Kras med Vipavsko dolino in Tržičem (Monfalcone).

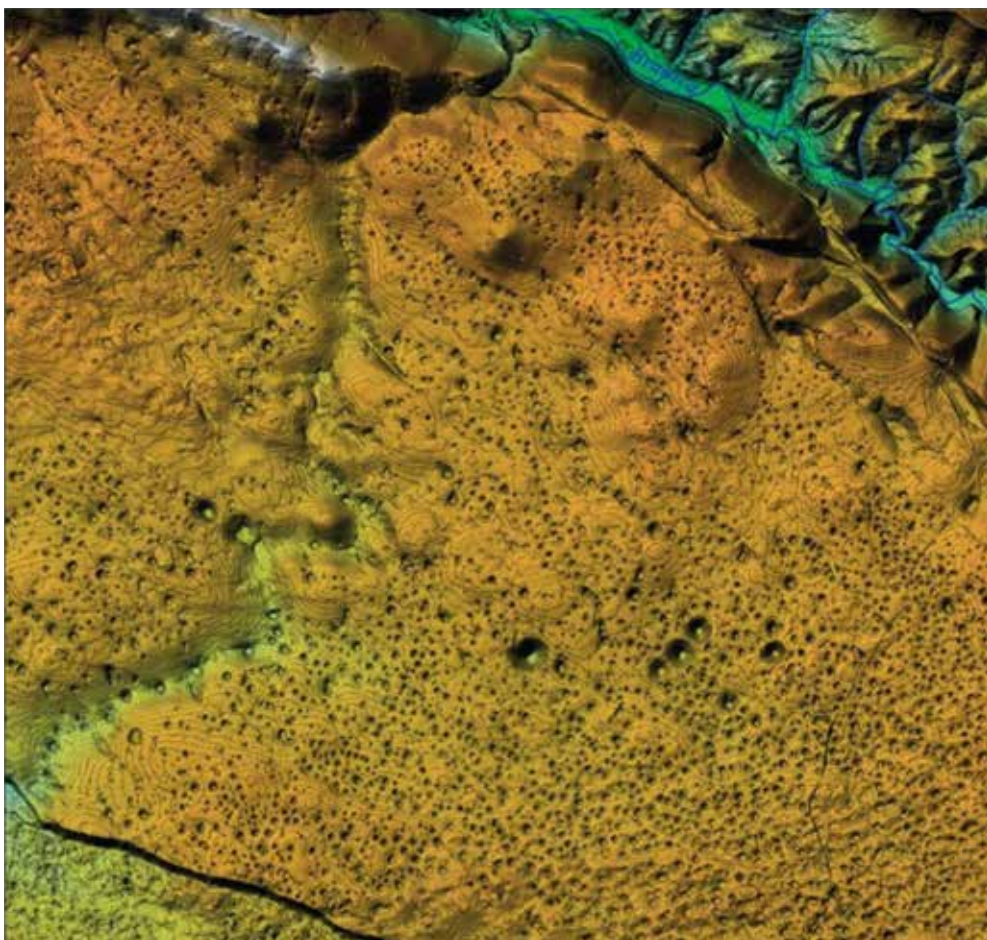
O nastanku obravnavanih suhih dolin se še vedno razpravlja. Nekateri avtorji menijo, da gre za ostanke starih površinskih vodotokov, ki so tekli preko krasa po površju, drugi menijo, da gre morda za brezstrope jame, ki so nastale z zniževanjem kraškega površja, tretji



Slika 3.5.6: Uvala Senadolski Dol pri Senadolicah na jugovzhodnem delu Krasa poteka vzdolž Raškega preloma v smeri severozahod – jugovzhod (foto: Bojan Otoničar)

Slika 3.5.7: ▶
Slepa dolina reke Reke pred ponorom v Škocjanske jame. Uravnano površje, ki se rahlo spušča proti severozahodu Krasa (osrednji del fotografije), ob straneh zamejuje hribovita (foto: Matej Blatnik)





Slika 3.5.8: DMR uravnane pokrajine osrednjega dela Krasa s številnimi vrtačami in suhim dolom Mali Dol. Tudi v dnu suhe doline so se že izoblikovale vrtače. Strm breg v spodnjem levem kotu slike se je izoblikoval vzdolž Divaškega preloma. Konturni interval je 5 metrov. (iz Mihevc & Mihevc, 2021)



Slika 3.5.9: Veliki ali Brestoviški Dol v severozahodnem delu Krasa je tektonsko pogojena depresija, razvita ob regionalnem Divaškem prelomu, ki se še posebej dobro odraža v razmeroma strmih severovzhodnem pobočju depresije (leva stran fotografije) (foto: Matej Blatnik)

Slika 3.5.10: ▶
Fluviokraška dolina Glinščice
(Val Rosandra)
(foto: Furio Finocchiaro)

pa menijo, da gre morda za združitev različnih kraških depresij, kot so polja, jame in uvale.

Že omenjeni Brestoviški Dol (Slika 3.5.9), kjer slovenski del matičnega Krasa doseže najnižjo nadmorsko višino, le nekaj deset metrov nad morjem, in kjer se Kras oskrbuje z vodo iz vrtin, je tektonsko pogojen. Depresija se je razvila ob regionalnem Divaškem prelomu.



Fluviokras doline Glinščice (Val Rosandra)

Glinščica (Val Rosandra) leži na skrajnem jugovzhodnem robu Krasa (Slika 3.5.10). Je kanjonska dolina, ki jo je v paleogenskem apnencu izdolbel hudournik Glinščica in predstavlja redek primer kraške rečne doline s površinsko hidrologijo. Njegov izvor je predvsem posledica prisotnosti prelomov, narivov in razlik v stopnji erozije med apnencem in laporjem. Predstavlja lep primer litološko in strukturno pogojene morfogeneze. Za celotno območje, še posebej pa za Steno, so značilni površinski in podzemni kraški pojavi. Raziskanih je okoli 100 jam, med katerimi so nekatere dolge tudi več kot 100 metrov. Ena najlepših med njimi je jama Savi, bogata s sigami, katerih prirastnice kažejo na geokemične in fizikalne spremembe v okolju kot posledice podnebnih sprememb in dinamike kraškega sistema. Dolina Glinščice (Val Rosandra) je bila poznana in ob-

ljudena že v preteklosti in so jo uporabljali za prevoz soli z obale v vasi v notranjosti. Jame s prazgodovinskimi ostanki, ruševine gradov in gradišč, mlini, podeželske cerkve, ruševine rimskega vodovoda in opuščeni kamnolomi pričajo o intenzivni in starodavni poselitvi območja. Zaradi posebnih klimatskih in geomorfoloških razmer ter njene geografske lege je Glinščica (Val Rosandra) tudi poseben in pomemben življenjski prostor številnim organizmom.

Obalni kras

Vzdolž obale med Nabrežino (Aurisina) in Ribiškim naseljem (Vilaggio del Pescatore) so apnenci bogati z površinskimi in podzemnimi kraškimi pojavi. Morski aerosoli prispevajo k razvoju različnih kraških pojavov, njihove oblike pa še poudarjajo. Mešanica sladke in morske vode ne povzroča le nastanka morskih zajed, temveč tudi jam in izvirov. Zmerno nagnjena obala do Sesljana (Sistiana) pos-



Slika 3.5.11: Devinski (Duino) klif (foto: Rodolfo Riccamboni)

tane proti Devinu (Duino) visok klif (Slika 3.5.11). Kromatski kontrast skale, morja in vegetacije ustvarja edinstveno in fascinantno pokrajino v vsakem letnem času.

Jame

Na območju geoparka je raziskanih skoraj 5.000 jam, od tega 3.000 v Italiji in skoraj 1.800 v Sloveniji. Številčna razlika je posledica dejstva, da so v Sloveniji v katastru jam evidentirane le tiste jame, ki so daljše ali globlje od 10 metrov, v Italiji pa tudi manjše. Le približno deset jam je daljših od 1.000 metrov.

Pokazalo se je, da v približno 45 % jam prevladujejo horizontalni rovi, v 30 % pa vertikalni. Približno 25 % jam ima kompleksno obliko, v kateri se brezna izmenjujejo z vodoravnimi rovi.

Osnovni podatki o jamah in brezni so shranjeni v katastru jam Jamarske zveze Slovenije, ki ga vodi in usmerja Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, ter v Deželnem jamarskem katastru Avtonomne Dežele Furlanije - Julijske krajine, ki ga vodi in objavlja na

spletu Geološka služba, v sodelovanju z vsemi Jamarskimi društvi in jamarskimi zvezami Furlanije - Julijske krajine.

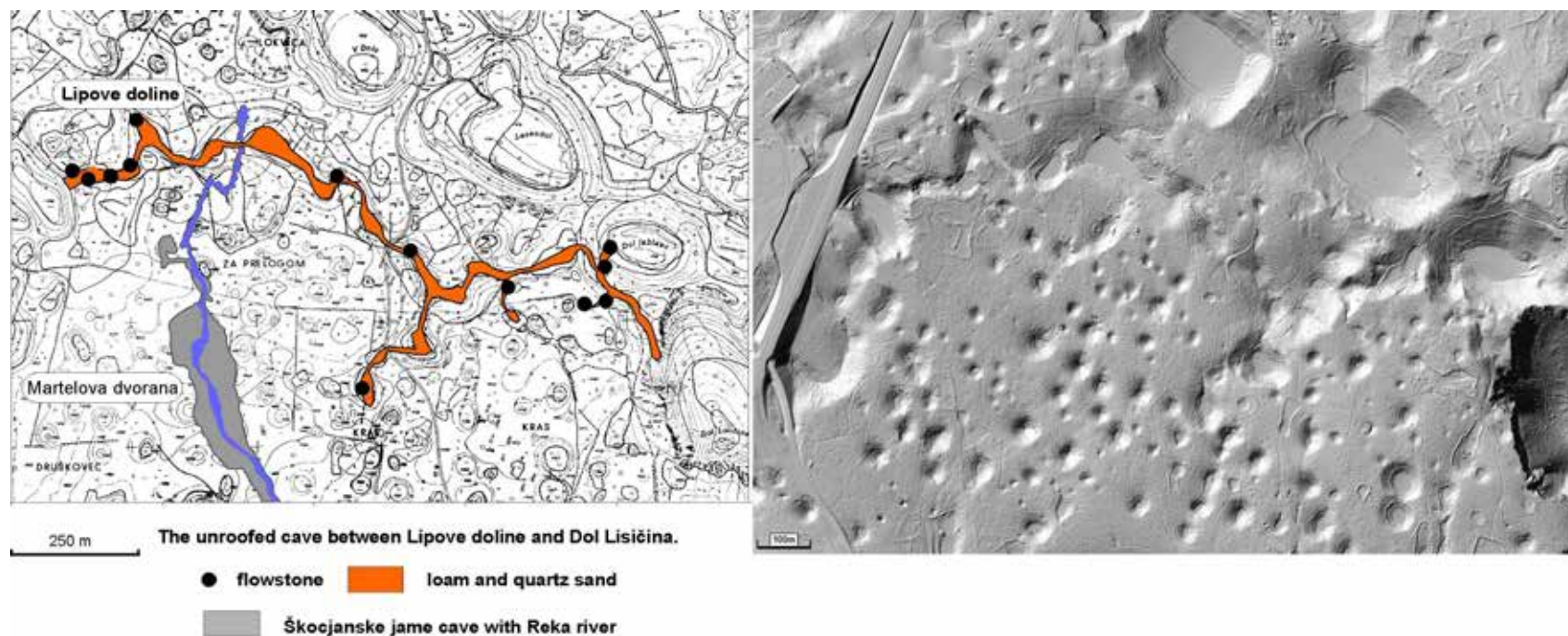
Najdaljšo mrežo jamskih kanalov na Krasu ima skoraj 20.500 metrov dolga Kačna jama, medtem ko je najgloblja 378 metrov globoka jama Claudio Skilan.

Na Krasu se danes jame, ki so nastale predvsem v stalno zaliti oziroma freatični hidrološki coni, nahajajo na različnih nivojih in conah. Tako predstavljajo poseben element svetovne vrednosti freatične jame med Divačo, Sežano in Opčinami (Opicina), ki se nahajajo na različnih nivojih, so skupaj s Škocjanskimi jamami izjemnega pomena za proučevanje in razumevanje kraških hidrogeoloških sistemov ter s tem povezanega geološkega razvoja določenih kraških in kontaktnih kraško/fluvialnih območij. Najgloblje pod kraškim površjem so jame, katerih spodnji deli so še stalno ali občasno poplavljeni. Te lahko sekajo ponori in udornice (Škocjanske jame) ali globoka stopničasta brezna in strmi fosilni epifreatični kanali (Kačna Jama, Jama 1 v Kanjeducah, Brezno v Stršinkni Dolini - Jama Sežanske Reke, Labadnica (Abisso di Trebiciano) in jama Lazzaro Jerko). Suhe jame, ki se danes nahajajo tik pod površjem v vadozni coni, so običajno starejše, rovi pa subhorizontalni ali rahlo nagnjeni, predstavljajo fosilne ali reliktnne freatične jame, ki so v preteklosti odvajale znaten delež kraške podzemne vode proti izvirom. Med tovrstne jame spadajo Divaška jama, Vilenica, Jakofčičeva jama, Gustinčičeva jama v Blažčevi Dolini, Lp2 (Lipica), Lipiška jama, Škamprlova jama, jama Claudio Skilan, Pečina pri Salcerju (Grotta di Padriciano), jama Impossibile, Lisičja luknja (Grotta Antonio Federico Lindner), - Briška jama (Grotta Gigante), Pejca v Iascu (Torri di Slivia) in Pečina v Rubijah (Noè). Te jame so pogosto dostopne skozi navpična brezna ali pa so tako blizu površja, da je kraška denudacija razprla njihove stropove (Slika 3.5.12).

Slika 3.5.12: Denudirana/brezstropa jama Zidaričeva pejca (Grotta Azzurra) (foto: Furio Finocchiaro)



Slika 3.5.13:
 Topografska karta z
 lokacijo denudirane
 jame v Lipovih dolinah
 nad Škocjanskimi
 jamami (levo) (iz Mihevc
 2001) in Lidar DMR
 (Agencija RS za okolje)
 istega območja (desno)



S tem povezano relativno dvigovanje ozemlja oziroma znižanje erozijske baze in hkratno znižanje kraškega površja zaradi denudacije potrjujejo številne denudirane jame ali jame brez stropov (npr. denudirana jama s kapnikom v Lipovi dolini nad Škocjanskimi jamami (Slika 3.5.13), velika denudirana jama pri Povirju, različne denudirane jame pri Sežani in denudirana jama s stalagmiti blizu Bliške jame (Grotta Gigante). Danes so te jame del kraškega površja, vendar je njihova oblika v bistvu relikv freatičnega/epifreatičnega podzemeljskega krasa. Jame so bile namreč kasneje preoblikovane v vadozni hidrogeološki coni, nato pa na kraškem površju podvržene celo površinskim procesom. Denudirane jame in jame, ki se danes nahajajo v vadozni coni, so morda nastale istočasno in so podobne starosti, razlikujejo se le zaradi drugačne lokacije glede na morfologijo površja. Na Krasu so danes najstarejše jame tiste, ki so najbližje kraškemu površju, vključno z jamami na območju Tabora, Volnika

(Monte Lanaro) in Grmade (Monte Ermada), kjer je Grofova jama, s sedimentni starimi vsaj 10 milijonov let, še posebej zanimiva in pomembna.

Brezna so na matičnem Krasu številna in predstavljajo vertikalne rove, ki so lahko samostojni ali predstavljajo vhode v horizontalne jame. Tu velja omeniti vhod v najdaljšo jamo Krasa, Kačno jamo, brezno Abisso della Volpe in samostojno Lipiško brezno. Vhod v Kačno jamo se nahaja v veliki vrtači, na dnu katere se odpira 186 metrov globok sistem vzporednih brezen. Abisso della Volpe je globok 181 metrov, Lipiško brezno pa je samostojna jama in z 210 metri verjetno predstavlja najgloblje znano enotno navpično brezno Krasa.

Izvor velikih brezen na Krasu še ni povsem pojasnjen, saj ni jasno, ali gre za brezna, ki so nastala v vadozni coni s pronicanjem vode s površja, ali gre vsaj v nekaterih primerih za subvertikalne freatične in/ali epifreatične kanale.

3.6 Hidrogeologija območja geoparka

Vodonosnik Krasa

Vsakič, ko se sprehodimo po Kraški planoti, nas bo presenetila edinstvenost in pestrost pokrajine, ki nas obdaja. Včasih je dovolj le nekaj korakov, da pridemo iz gozda na suha kamnita tla, preko brd in humov do brezen in vrtač, od mehkih travnikov do neprepustnih apnenčastih skalnatih površij. Vse to nam pripoveduje zgodbo, dolgo milijone let, v katerih je voda kot neumorni kipar oblikovala vsako skalo in jo naredila izvirno in edinstveno. Na krasu ostane voda na površju le kratek čas. Obsežna mreža geoloških nezveznosti (lezike, prelomi, razpoke, ...), ki jih kraški procesi povečujejo in širijo, omogoča enostavno pronicanje in hitro naraščanje vode pod površjem, kar ustvarja enega najpomembnejših in najbogatejših vodonosnikov na celotnem območju Sredozemlja (vodonosnik je telo kamnine in/ali sedimenta, ki vsebuje vodo, ki iz njega v znatnih količinah tudi izteka). Simbol vodonosnika Krasa so Škocjanske jame in izviri Timave, ki s povprečno pretočnostjo 30 m³/s predstavljajo najpomembnejši izvir geoparka.

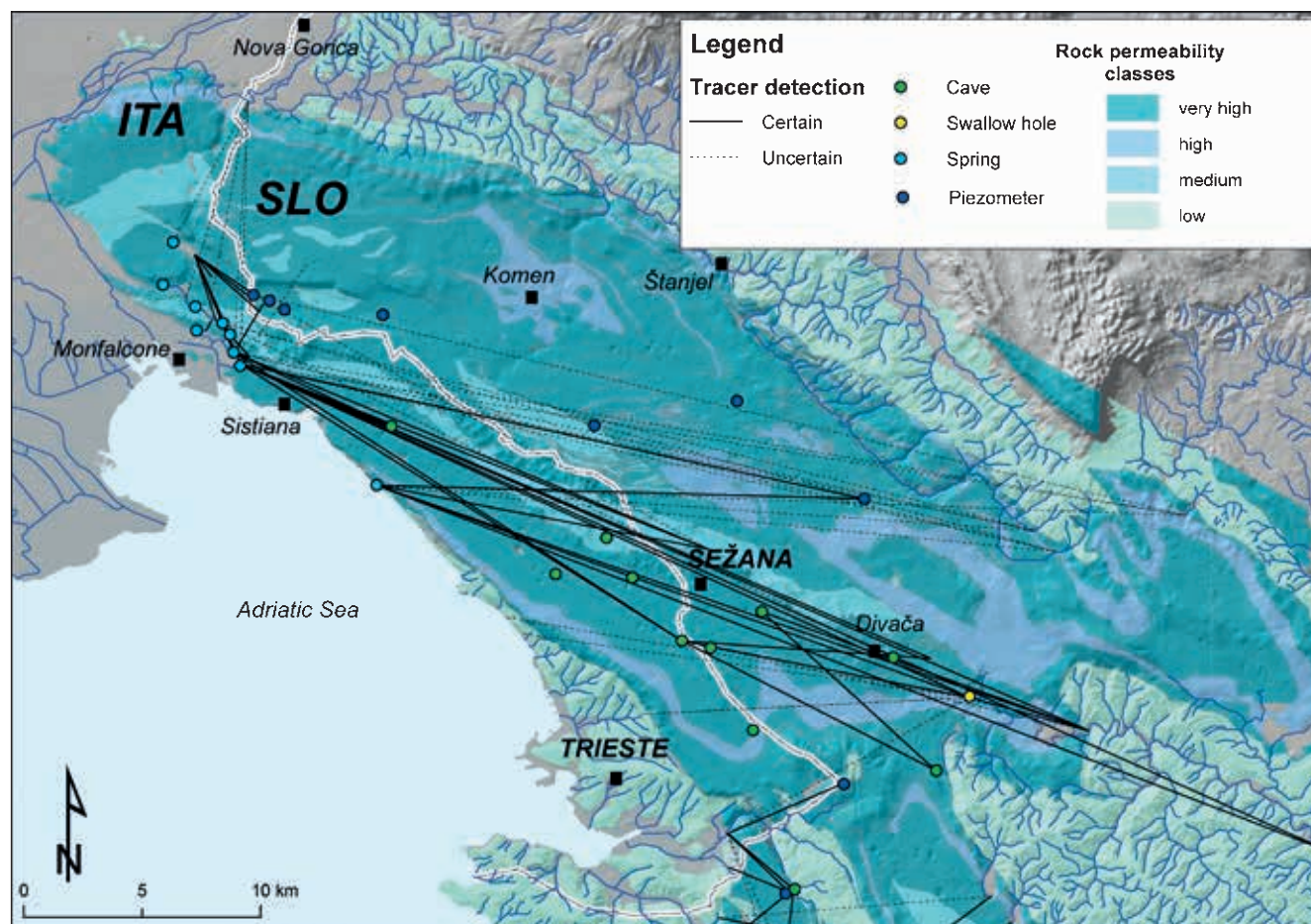
Toda od kod vsa ta voda prihaja? In zakaj se pojavi ravno na tem mestu?

Odgovora na ti vprašanji dobimo v geologiji.

Kot smo opisali že v prejšnjih poglavjih, na Krasu obstajajo kamnine dveh različnih

litologij: karbonatne kamnine (apnenec in v manjši meri dolomit) in siliciklastične kamnine, ki jih tukaj predstavlja fliš (menjavanje laporja in peščenjaka, s silikatno oziroma kremenično komponento, ki prevladuje nad karbonatno). Ti dve litološki enoti imata različne hidrogeološke značilnosti in vsaka po svoje vplivata na napajanje in odvodnjavanje vodonosnika. Prvi so namreč izrazito zakraseli in omogočajo infiltracijo ter podzemni tok (visoka prepustnost), drugi ne zakrasevajo, kar daje prednost površinskemu toku in predstavlja oviro podzemnemu toku (nizka prepustnost).

Iz hidrogeološke karte je razvidno, da fliš skorajda obdaja Kras,



Slika 3.6.1: Hidrogeološka karta Krasa (prirejeno po Zini et al., 2022)

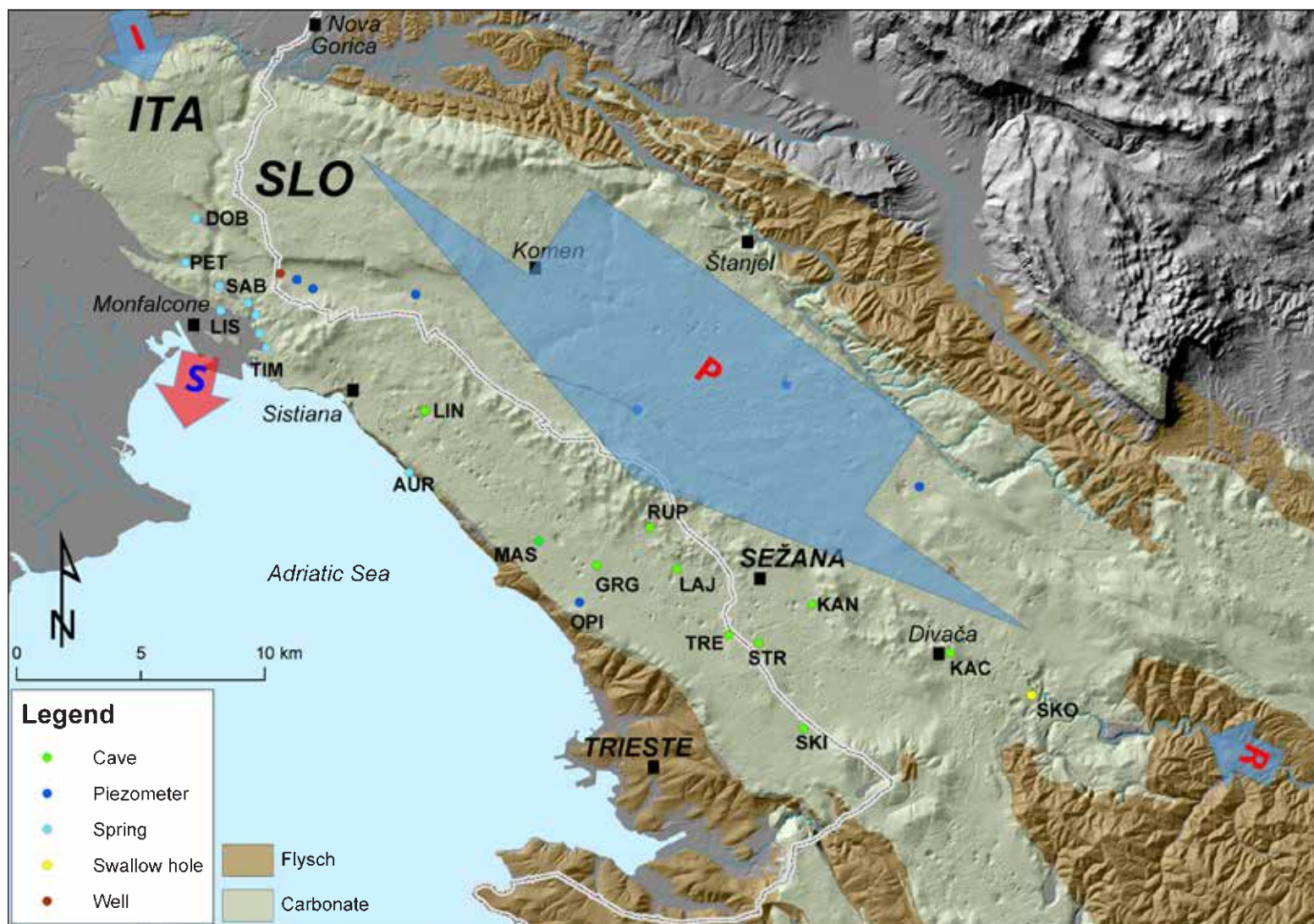
saj je prisoten skoraj neprekinjeno tako v severnem kot vzhodnem delu Krasa (Slika 3.6.1). Njegova prisotnost predstavlja hidrogeološko pregrado, ki vpliva na akumulacijo vode v apnencu in usmerja tok podzemne vode proti severozahodu do območja med Nabrežino (Aurisina) in Tržičem (Monfalcone), kjer pregrada manjka, zato se lahko podzemna voda ponovno pojavi v številnih izvirih.

Polnjenje vodonosnika

Vodonosnik Krasa se napaja s treh različnih virov: s padavinami, površinsko vodo iz Reke in Raše ter dotoki iz medzrnskega vodonosnika soške nižine (Slika 3.6.2).

Glede na razprostranjenost Krasa in obilne količine padavin na tem območju predstavljajo padavine glavni prispevek k polnjenju

Slika 3.6.2: Hidrološko-litološka karta Krasa z glavnimi vodnimi objekti: SKO - Škocjanske jame, KAC - Kačna jama; KAN - Jama 1 v Kanjaducah; SKI - Jama Claudio Skilan (Grotta Claudio Skilan); STR - Brezno v Stršinkni dolini - Jama Sežanske Reke; TRE - Labadnica (Abisso di Trebiciano); LAJ - Jama Lazzaro Jerko (Grotta Lazzaro Jerko); GRG - Briška jama (Grotta Gigante); RUP - Repensko brezno (Abisso di Rupingrande); OPI - piezometer pri Opčinah (Opicina); MAS - Abisso Massimo; LIN - Lisičja luknja (Grotta Lindner); AUR - izviri pri Nabrežini (Sorgenti di Aurisina); TIM - izviri Timave (Sorgenti del Timavo); LIS - izviri pri Lisertu (Sorgenti del Lisert); SAB - Sabliško jezero (lago di Sablici); PET - Prelosno jezero (lago di Pietrarossa) ter DOB - Dobrdojsko jezero (lago di Doberdò). Modre puščice označujejo različne prispevke k hranjenju vodonosnika, rdeča puščica pa povprečni pretok izvirskih sistemov (prirejeno po Zini et al., 2022)





Slika 3.6.3: Vremski požiralnik. Sledilni preizkus s fluorescentno zelenim barvilom (uraninom) (foto: arhiv Oddelka za matematiko in geoznanosti Univerze v Trstu (DMG))

vodonosnika Krasa, ki se nahaja na prehodnem območju med sredozemskim in celinskim podnebjem. Povprečna količina padavin se giblje na Krasu od okoli 1.000 mm/leto ob obali do 1.800 mm/leto v notranjosti; v porečju Reke pa celo do vrednosti nad 2.000 mm/leto. Zaradi intenzivnega in obsežnega zakrsevanja kamninskega masiva, nizke vegetacije in pogosto zanemarljive količine tal na površju ni hidrografske mreže, temveč padavinska voda hitro pronica in polni podtalnico.

Pomemben prispevek vodonosnika Soške nižine lahko opazimo v severozahodnem delu Krasa med Mirnom in Zagajem (Sagrado), kjer so vode Soče in Vipave v neposrednem stiku z apnencem. Na tem območju vrsta požiralnikov usmerja pretok površinske in podzemne vode proti vodonosniku Krasa. Na ta način so vode, ki proni-

cajo na številnih mestih, ustvarile razčlenjeno kraško omrežje, ki odvaja vode proti izvirskemu območju med izviro Mačila (Mucille) in Timava.

S hidrodinamičnega vidika je najbolj zanimiv prispevek Raše in notranjske Reke k vodonosniku. Ti vodotoki tečejo po površju dokler so na flišu, ko pa dosežejo apnenec, jih v globine odvaja vrsta ponorov. Pretoki Raše so razmeroma skromni, struga pa ostaja dlje časa suha, medtem ko so pretoki Reke izrazito večji in prispevajo v povprečju več kot četrtino dotoka k celotnemu vodonosniku Krasa.

Vodonosni sistem Reka/Timava

Notranjska Reka izvira na pobočju hriba Dletvo na meji med Slovenijo in Hrvaško. Več kot 50 km teče po flišu, dokler približno sedem kilometrov vzvodno od Škocjanskih jam ne preide na apnenec. V tem delu reke je kras že razvit in Reka izgubi del vode. Ta pojav je še posebej izrazit pri Gornjih Vremah, kjer v obdobjih nizkega pretoka vse vode Reke poniknejo, tako da je struga reke nizvodno suha (Slika 3.6.3).

Ko je pretok večji od približno $1 \text{ m}^3/\text{s}$, Vremski požiralnik ne more požirati vse vode, zato Reka nadaljuje svoj tok proti Škocjanskim jamam. Reka vstopi v več kot šest kilometrov dolge Škocjanske jame na nadmorski višini 317 metrov, prečka nekaj zelo globokih udornic (Mala dolina je globoka 120 metrov, Velika dolina pa več kot 165 metrov) in po približno 3,5 kilometra dolgi velikanski podzemni soteski, široki od 10 do 60 metrov in visoki tudi preko 100 metrov, izgine v sifon Mrtvega jezera na 212 metrih nadmorske višine.

Notranjska Reka ima izjemno spremenljiv pretok, ki se giblje od preko $380 \text{ m}^3/\text{s}$ ob poplavah do $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ v sušnem obdobju. Pretoki so lahko tako visoki, da podzemni kanali ne morejo odvajati vse vode, tako da se gladina podtalnice nenadoma dvigne in poplavi dele jam, ki običajno niso zaliti. Zrak se pri tem skozi večje ali manjše votline iztiska proti površju in na površje skozi tako imenovane dihalnike, ki so jih v 19. stoletju označevali z nemškim izrazom „luftloch“ (Slika 3.6.4). Zahvaljujoč tem dihalnikom so speleologi odkrili in raziskali številne jame, ki vodijo do podzemnih kanalov Reke: Jama v Kanjaducah (Jama 1 v Kanjaducah), Brezno v Stršinkni dolini - Jama Sežanske Reke, Labadnica (Abisso di Trebiciano) in Jama Lazzaro

Jerko. Reko je mogoče doseči tudi v jamskem sistemu Brezno treh generacij – Kačna jama.

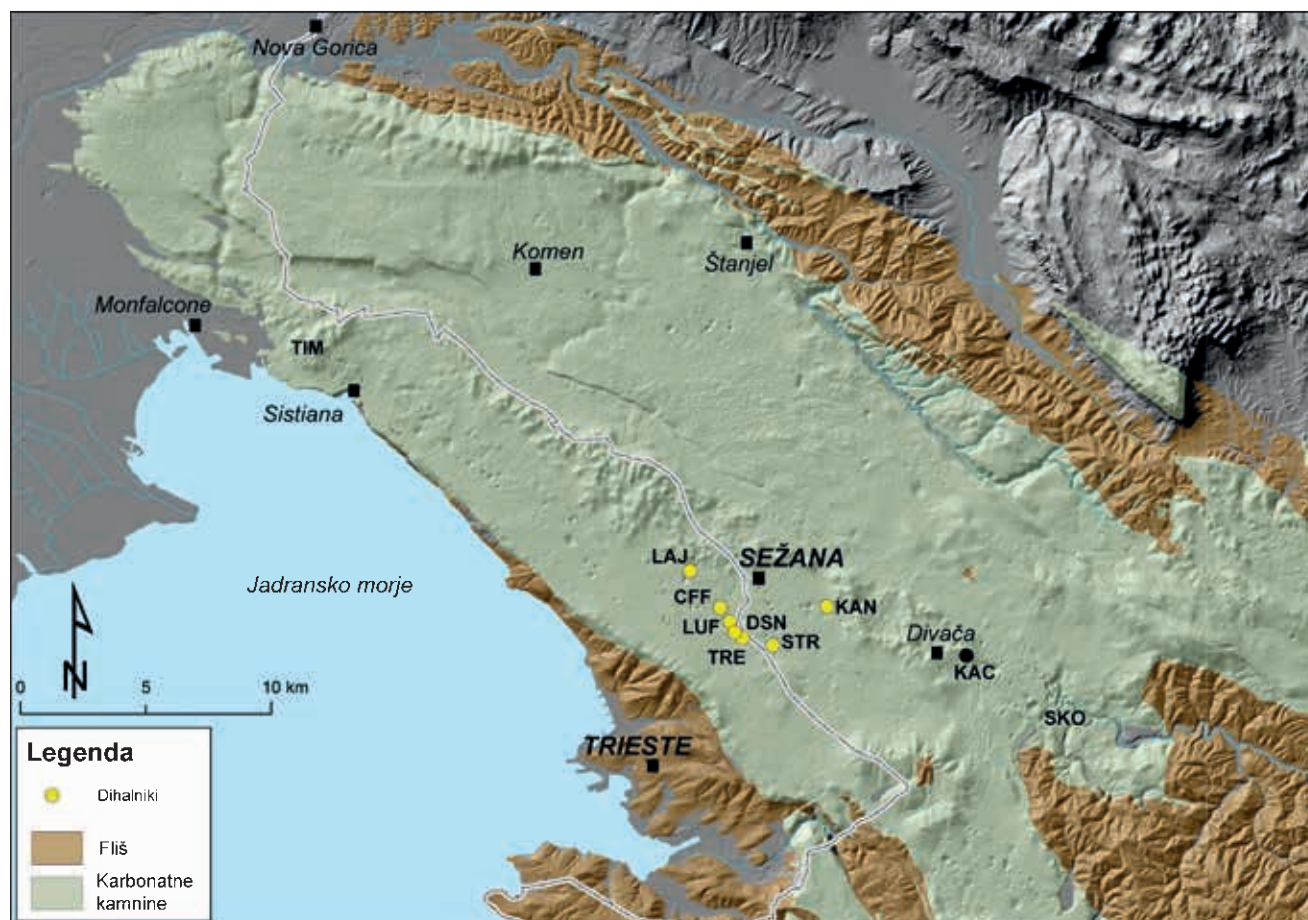
Kačna Jama je ogromen podzemni kompleks, oblikovan v krednih apnencih približno en kilometer zahodno od Divače in približno 800 m zahodno od Mrtvega jezera v Škocjanskih jamah. Vhod v jamo se odpre na nadmorski višini 435 metrov s 186 metrov globokim vhodnim breznom, ki vodi do večjega sistema rovov, razporejenih na dveh nivojih, ki sežejo v najnižji točki do globine 280 metrov pod vhod.

Zgornji nivo je hidrološko neaktiven, a bogato zasigan, medtem ko sestavlja spodnji nivo, do katerega pridemo iz zgornjega preko niza prepletajočih se brezen in rovov, kompleksen sistem aktivnih subhorizontalnih rovov. Tu Reka, ko so vode nizke, prosto teče do sifona na 156 m nadmorske višine. Sifon lahko odvaja največ 15 m³ vode na sekundo. Če so pretoki večji, se nivo vode v jami dvigne in aktivira se vrsta občasno pretočnih rovov, ki lahko odvajajo skupaj od 130 do 150 m³ vode na sekundo. Pri večjih pretokih gladina podtalnice še naraste in celo soteska Škocjanskih jam začne poplavljeni.

Leta 2010 je bilo odkrito Brezno treh generacij, ki je povezano z novimi galerijami Kačne jame, tako da tvorita skupaj več kot 20 km dolg podzemni jamski sistem. Brezno treh generacij dolguje svoje ime dejstvu, da so speleologi med raziskovanjem našli sledi starih izkopavanj, ki so bila izvedena verjetno že konec 19. stoletja.

Pet kilometrov nizvodno od Kačne jame je Jama v Kanjaducah (Jama 1 v Kanjaducah). Gre za 330 metrov globoko jamo z okoli 1,5 km rovov, na dnu katere je, na nadmorski višini približno 20 metrov, rov izjemnih dimenzij (600 metrov dolg, 50 metrov širok in 60 metrov

visok), po katerem teče Reka. Čez nadaljnja 2,6 km se vode Reke ponovno pojavijo v podzemnem sistemu Jame Sežanske Reke - Brezno v Stršinki Dolini, na dnu katerega se pretakajo v širokem rovu le približno 15 metrov nad morsk gladino. Jama ima dva ločena vhoda - prvi, Jama Sežanske Reke, se odpre na 354 metrih nadmorske višine in vodi do vhodnega sifona, drugi, Brezno v Stršinki Dolini (344



Slika 3.6.4:
Dihalniki: SKO Škocjanske jame, KAC Kačna jama, KAN Jama 1 v Kanjaducah, STR Brezno v Stršinki dolini – Jama Sežanske Reke, TRE - Labadnica (Abisso di Trebiciano), DSN Dolina dei Sette Nani, LUF Jama Luftloch, CFF Jama »Pozzo presso il casello ferroviario di Ferneti – Grotta Decapitata, Abisso Nagasaki«, LAJ Jama Lazzaro Jerko



Slika 3.6.5: Reka oziroma Timava na dnu Labadnice (Abisso di Trebiciano) (foto: Alberto Maizan)

m n. v.), pa vodi do izstopnega sifona. Vhodni sifon so raziskali jamski potapljači do globine 60 metrov. Iz te jame teče Reka skozi niz sifonov, od katerih so nekateri še neznan, do Labadnice (Abisso di Trebiciano). To je ena najbolj znanih jam na Krasu in je imela pomembno vlogo pri hidrogeoloških raziskavah Krasa. Potem, ko je bila leta 1841 raziskana, je veljala več kot osemdeset let za najglobljo jamo na sve-

tu. Danes je skupno dolga več kot 2.400 metrov in globoka 370 metrov (Slika 3.6.5). Nedavna jamska potapljaška raziskovanja so potrdila prisotnost velikih poplavljenih kanalov, ki so dolgi nekaj sto metrov in segajo 40 metrov v globino, precej pod morsk gladino.

Naslednja jama, ki tudi doseže vode Reke oziroma Timave, je Grotta Meravigliosa Lazzaro Jerko, ki se odpre v Colu (pri Repentabru) na nadmorski višini 302 m, 3,5 km severno od Labadnice (Abisso di Trebiciano). Jama je pretežno vertikalna, s številnimi brezni, ki vodijo v dve veliki dvorani, na dnu katerih teče voda na nadmorski višini približno štiri metre.

Lazzaro Jerko je zadnja znana jama, v kateri je mogoče neposredno opazovati Reko oziroma Timavo. To je verjetno posledica dejstva, da so nizvodni kanali popolnoma poplavljeni in pod morsk gladino. Povezava med vsemi temi jamami z Nabrežinskimi izviri (Aurisina) ter izviri Timave in Sardoča (Sardos) je bila večkrat potrjena s številnimi sledilnimi poizkusi z različnimi sledili.

Ob poplavah in sočasno s povečanjem pretočkov v Škocjanskih jamah se gladina podzemne vode lahko dvigne tudi za več deset metrov (do več kot 100 m) in poplavi najgloblje dele nekaterih brezen in jam (Repensko brezno (Abisso di Ruppigrande) in brezno Massimo, Jama Claudio Skilan, Jama Lisičja luknja – (Grotta Lindner), Dolenca jama in Drča jama).

Izviri

Vzdolž obale med Nabrežino (Aurisina) in Tržičem (Monfalcone), kjer se stikata apnenec in fliš, topografsko nizko nad morjem in pogosto pod morsk gladino, se pojavljajo številni izviri, ki odvajajo vode Kraškega vodonosnika. Začenši od jugovzhoda so prvo območje izvirov Nabrežinski izviri (Slika 3.6.6). Skupno devet izvirov je v lini-



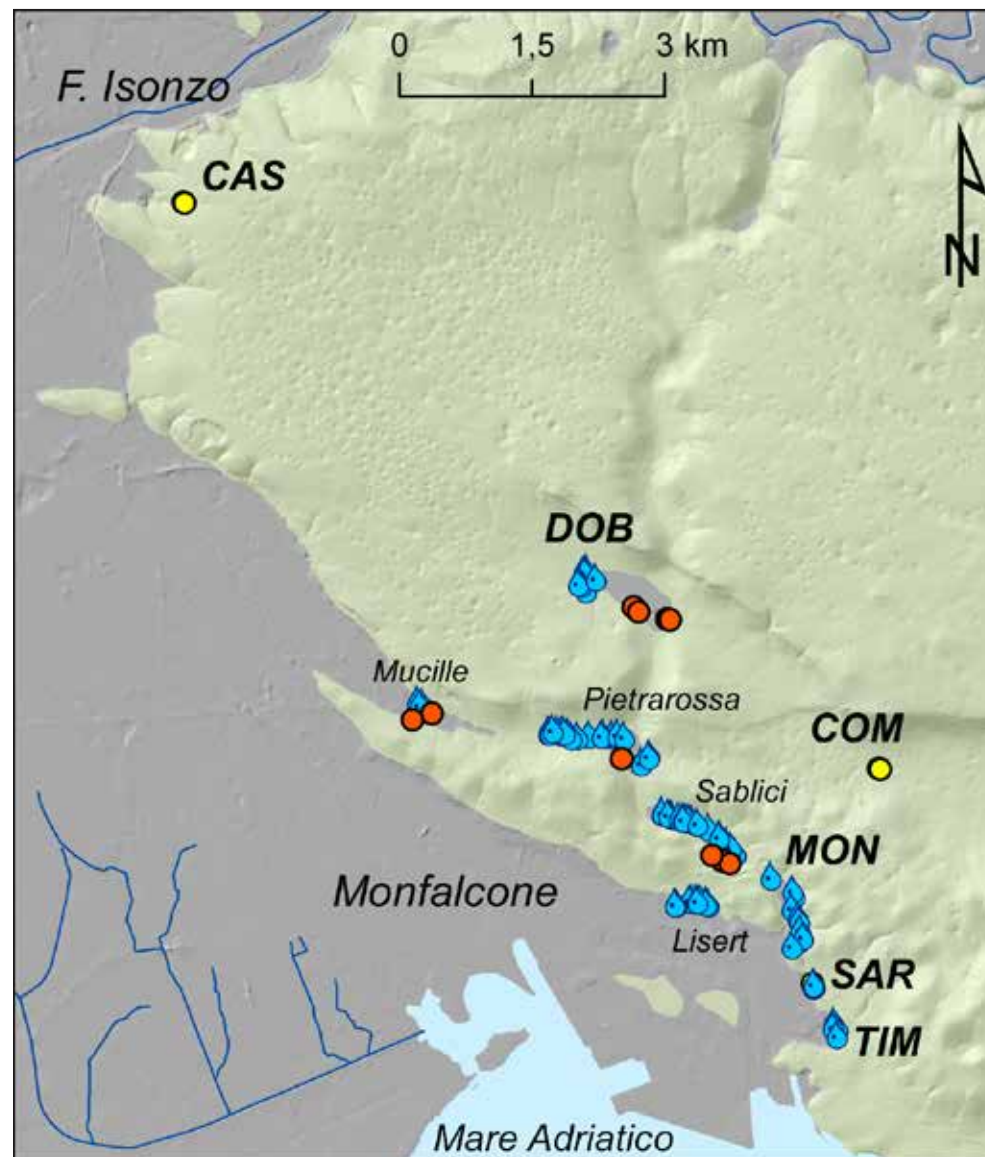
ji na dolžini približno 350 m blizu stika apnenca in fliša, ki se na tem območju nahaja na obali. Vode se danes zbirajo v umetnem drenažnem jarku, vzporednem z obalo, ki je od leta 1857 do 1971 služil kot akvadukt za vodooskrbo Trsta.

Med Nabrežino (Aurisina) in Ribiškim naseljem (Villaggio del Pescatore) se nahaja druga skupina izvirov, ki so pogosto pod morsko gladino in niso vsi stalni. Njihov povprečni skupni pretok je ocenjen na 0,5-1 m³/s in je zelo spremenljiv, odvisno od režima. Največji izviri se nahajajo pod morsko gladino zahodno od Sesljanskega (Sistiana) zaliva.

Na skrajnem zahodnem območju med Doberdobom (Doberdò) in Tržičem (Monfalcone) se pojavlja razčlenjen sistem izvirov, kraških jezer in vrtač, ki ustvarja edinstven hidrogeološki sistem in ekosistem (Slika 3.6.7).

Doberdobsko jezero (Lago di Doberdò) je najsevernejše v nizu kraških jezer, ki vključuje tudi Močila (Mucille) ter Prelostno (Pietrarossa) in Sabliško (Sablici) jezero. Te kraške depresije, katerih dno se nahaja na nadmorski višini med enim in petimi metri, lahko smatramo kot kraška okna, ker je voda kraškega vodonosnika na površju. V vsakem od jezer so stalni izviri in ponori, ki uravnavajo vodni režim. V času poplav se pretok izvirov hitro poveča in ponori včasih ne uspejo odvesti vse vode, ki priteka v jezera, tako da se lahko gladina v nekaj urah dvigne za več kot deset metrov.

Tak režim je bil značilen za celotno območje do šestdesetih let prejšnjega stoletja. Kasnejša gradnja odvodnih kanalov v Prelostnem (Pietrarossa) in Sabliškem (Sablici) jezeru pa je spremenila hidrodinamiko tega območja in omejila dvigovanje vodostaja.



Slika 3.6.7: Izviri in vodne točke zahodnega dela Krasa

◀ Slika 3.6.6: Nabrežinski izviri v obdobju poplav. Viden je blatni vodni tok čez obalo (foto: arhiv DMG)



V Štivanu pri Devinu (San Giovanni di Duino) se nahajajo izviri Timave, ki predstavljajo enega najznačilnejših kraških pojavov Krasa. Sistem štirih izvirov zbrani v treh krakih se izliva v en sam kanal, ki se po dveh kilometrih izlije v morje v Tržiškem (Monfalcone) zalivu. Trije izviri predstavljajo kompleksen preplet širokih rovov, ki segajo do 83 metrov globoko pod morsko gladino, skupno pa so dolgi več kot 1.500 metrov.

Poleg izvirov Timave obsega območje tudi izvire Sardoča (Sardos) (Slika 3.6.8), od leta 1929 pa je celotno območje izvirov namenjeno za vodooskrbo Trsta.

Hidrodinamika vodonosnika

Izviri Timave so osrednje stičišče hidrogeologije celotnega Krasa, saj odvajajo večino vod, ki napajajo vodonosnik. Na to mesto se pod različnimi režimi stekajo vode Reke, tiste, ki zatekajo iz Soče in Vipave, ter padavine celotnega Krasa.

Vsaka poplava ima edinstveno obnašanje, saj pretok vode v vodonosniku ni povezan samo s količino padavin, temveč tudi s hidrogeološkimi razmerami pred posameznim dogodkom (nizka voda, poplava, ...) in porazdelitvijo padavin v zaledju.

Vode Reke, ki poniknejo v Škocjanske jame, vplivajo na celoten vzhodni del Krasa do Devina. V svojem podzemnem toku se mešajo s padavinskimi vodami, ki pronicajo s površja Krasa v podzemlje, in na koncu skupaj izvirajo v vseh obalnih izviroh od Nabrežine (Aurisina) do Štivanja pri Devinu (San Giovanni di Duino) (Slika 3.6.9).

Med najintenzivnejšimi poplavami se aktivirajo nekateri prelivni jamski rovi, te vode pa iztekajo tudi iz izvira Sardoč (Sardos). Vendar pa vode Reke oziroma Timave ne dosežejo najzahodnejšega dela Krasa (soškega Krasa), kjer prevladujejo drugi dotoki.



Slika 3.6.9: Izviri Timave med poplavo (foto: Luca Zini)

Vode soškega Krasa se napajajo iz dveh izvorov: z vodami, ki jih prinašata reki Soča in Vipava, ter padavinami, ki pronicajo v podzemlje na tem območju. Vode soško-vipavskega sistema so glavni vir oskrbe v tem sektorju Krasa in napajajo izvire od Močil (Mucille) do kanala Mošenice (Moschenizza). V sušnih obdobjih, ko so pretoki Reke v Sloveniji zelo nizki (nekaj sto litrov na sekundo), se s tem virom v veliki meri napajajo tudi izviri Timave.

V tem primeru izvir Sardoč (Sardos) predstavlja stično točko med zahodnim sistemom, ki ga napaja sistem Soča - Vipava, in vzhodnim, povezanim z Reko oziroma Timavo. Glede na različne hidrogeološke režime prevlada prispevek enega sistema nad drugim oziroma se med seboj v različnih razmerjih mešata.



GEODIVERZITETA V SLIKAH: GEOLOŠKE ZANIMIVOSTI GEOPARKA

4.1 Predstavitev geodiverzitete in geotočk geoparka

Na enak način kot biotska raznovrstnost, je geološka raznovrstnost (geodiverziteta) opredeljena kot pestrost neživih elementov narave – vključno z njenimi minerali, kamninami, sedimenti, fosili, tlemi, oblikami reliefa, topografijo, geološkimi in morfogogenetskimi procesi ter hidrološkimi oblikami. Poleg tega, da ima geodiverziteta svoje lastne vrednosti, »nosi« življenje na Krasu in ima tako velik vpliv na biodiverzitetu in njen razvoj. Geodiverziteta je vedno prisotna v vseh oblikah: od mikroskopskega do makroskopskega življenja. Dandanes koncepta geodiverzitete in biodiverzitete vodita k boljšemu upravljanju turizma in varovanja narave. V sedmi točki Deklaracije o pravicah do spomina na Zemljo, podpisane v Dignu (Francija) leta 1991, je poudarjeno zapisano: »Vedno smo se zavedali potrebe po ohranjanju naših spominov – naše kulturne dediščine. Zdaj je prišel čas za zaščito naše naravne dediščine. Preteklost Zemlje ni nič manj pomembna kot preteklost človeka. Čas je, da se naučimo varovati to Zemljino dediščino in s tem spoznamo preteklost Zemlje, da se naučimo brati to ‚knjigo‘, zapis v kamninah in pokrajini, ki je bil večinoma napisan pred našim prihodom.»

Obstaja torej geološka dediščina, ki jo predstavljajo tisti kraji, ki imajo znanstveni pomen in omogočajo razumevanje zgodovine ali razvoja območja. Ti kraji, imenovani geotočke, so vredni ohranjanja in so del tega, kar imenujemo »naravna dediščina«: skupek biotskih in abiotskih vidikov, ki opredeljujejo območje.

Naravna pestrost mineralov in kamnin skupaj z geološkimi, geomorfološkimi, pedološkimi in podnebnimi procesi ustvarja pogoje za razvoj življenja in njegovo pestrost. Glede na to ni dvoma, da je geopark Kras-Carso edinstven, tako da ga lahko prepoznamo kot univerzalni simbol kraških pojavov, značilnih za zmerno podnebje.

Na tem območju, ki ga zaznamujejo najrazličnejši površinski in podzemni kraški pojavi, posebna hidrogeološka mreža in redki fosili, je bilo z dolgih seznamov geoloških in geomorfoloških naravnih vrednot, ki so uradno uvrščene v italijanski in slovenski register, izbranih 61 geotočk. Te geotočke so simboli za opis geodiverzitete Krasa in njegove znanstvene vrednosti. Prispevajo k razumevanju kraških pojavov in geoloških procesov, ki so jih ustvarili.

V Italiji so geotočke katalogizirane in opisane v Inventarju geotočk Furlanije - Julijske krajine. Podobno je v Sloveniji tovrstnim naravnim vrednotam dodeljen naravovarstveni status v registru, ki ga vodi Zavod RS za varstvo narave in so zavarovane z Zakonom o ohranjanju narave.

Na podlagi znanstvenih kriterijev ter glede na njihov pomen in edinstvenost so geotočke razvrščene kot mednarodno, nacionalno, regionalno ali lokalno pomembne. Ta klasifikacija je nato povezana s prevladujočo geološko značilnostjo, tako da je geotočka nadalje opredeljena kot geomorfološko (GM), geološko (G), paleontološko (P), hidrogeološko (H) ali drugače zanimiva.

Zemljevid in seznam vseh geotočk s kratkim opisom najdete v Prilogi I.

◀ Slika 4.1.1: Geotočka Doberdobsko jezero. Območje Naravnega rezervata Doberdobskega (Doberdò) in Prelosnega (Pietrarossa) jezera zaznamujeta velika geo- in biodiverzitetu (foto: Roberto Valenti)

4.2. Geodiverziteteta v slikah

Med vsemi izbranimi geotočkami na Krasu so v nadaljevanju na kratko opisani najbolj reprezentativni kraški pojavi in pokrajina, ne le zaradi njihove posebne znanstvene pomembnosti, temveč tudi z geoturističnega vidika. Vrstni red opisa je zgolj geografski, od SZ proti JV.

4.2.1 Kraška jezera (geotočka št. 3)

Na zgradbo južnega dela soškega Krasa so vplivale številne tektonske strukture, ki potekajo v smeri ZSZ-JV in vplivajo na zgradbo podolgovatih depresij, kraških polj s štirimi jezeri, ki se neposredno napajajo z vodami Kraškega vodonosnika. Najsevernejše in največje polje oziroma jezero je Doberdobsko (Doberdò) jezero, ki ga na jugu od Prelosnega (Pietrarossa) jezera in naprej Močil (Mucille) ter Sabliškega (Sablici) jezera ločujeta dva nizka hriba. Podlago polj gradijo nekoliko nagnjene plasti apnencev, dolomitov in breč kredne starosti, ki jih ponekod sekajo prelomi. Doberdobsko jezero oziroma polje omejujeta Jameljski prelom (Colle Nero) in manjši prelom, povezan z Brestoviškim prelomom. Ostala tri jezera so vezana na manjše prelome in enega od prelomov, ki je povezan s Palmanovskih prelomom, tektonsko linijo regionalnega značaja, vzdolž katere se stikajo karbonati Krasa in fliš.

Jezera so kompleksen sistem izvirov, kraških jezerc in požiralnikov, ki opredeljujejo hidrogeološki izvirski sistem, značilen za severozahodni del Krasa. Vode, ki tečejo v soškem Krasu, se napajajo iz Soče in Vipave ter avtogene padavinske vode, ki se infiltrira v vodonosnik neposredno s kraškega površja. Vode rek delujejo kot glavno napajanje v tem sektorju območja, saj vzdržujejo pretok vseh izvirov od Močil (Mucille) do kanala Moščenic (Moschenizza). Ob nizkih vodah, ko so pretoki Reke v Sloveniji zelo nizki (nekaj sto litrov na sekundo), se s tem virom v veliki meri napajajo tudi izviri Timave. Za razliko od tega je ob poplavah opazen večji vpliv voda s površja Krasa. Ta vpliv je posledica dviga gladine podzemne vode v vodonosniku Krasa, kar zavira napajanje iz Soče.

Doberdobsko (Doberdò) jezero, katerega dno leži med štirimi in



Slika 4.2.1: Februar 2017: panoramski pogled na Doberdobsko (Doberdò) presihajoče jezero v sušnem obdobju. V ozadju na desni je hrib Črna griža s strmim pobočjem, nastalim vzdolž Jameljskega (Colle Nero) preloma (foto: Chiara Calligaris)

petimi metri nadmorske višine, napajajo kraške podzemne vode, običajno na 4,8 m nadmorske višine. Nivo vode uravnava nekaj izvirov in več požiralnikov. Ob poplavah se pretok izvirov hitro poveča in požiralniki ne morejo odvesti vseh voda, kar povzroči dvig gladine. Ob izjemnih poplavah lahko ta v nekaj urah doseže približno šest metrov. Kraška depresija oziroma dno jezera je pogosto brez vode, tako da lahko Doberdobsko (Doberdò) jezero prištevamo med presihajoča jezera (Slika 4.2.1.).

Stalni izviri in požiralniki, ki uravnavajo vodni režim, so prisotni tudi na Močilah (Mucille). Njihova povprečna gladina je na nadmorski višini 4,60 metra, vendar se lahko ob izjemnih poplavah dvigne za približno 3,5 metra. Prelosno (Pietrarossa) in Sabeljsko (Sablici) jezero napajata dve območji izvirov s približno petnajstimi do dvajsetimi izviri, katerih pretoki so od nekaj litrov na minuto do več deset litrov na sekundo. Do šestdesetih let 20. stoletja je bil hidrogeološki režim teh jezer povsem podoben režimu Doberdobskega (Doberdò) jezera, vendar se je po vrsti osuševalnih del in izgradnji dveh odvodnih kanalov, ki sta presekalata naravne pragove med Pre-

losnim (Pietrarossa) in Sabeljskim (Sablici) jezerom ter med slednjim in Moščeniškim (Moschenizza) kanalom, hidrodinamika tega območja korenito spremenila. Tu je drenažna mreža zapletena in členjena s številnimi podzemnimi kanali, ki odvajajo podtalnico k izvirskemu sistemu, danes zabrisanim z mestnim tkivom Tržiča (Monfalcone).

Da bi bolje razumeli izvor in tok podtalnice, so raziskovalci skozi leta uporabljali različne pristope. Uporabili so tudi metodo monitoringa vode z vrednotenjem električne prevodnosti kot naravnega sledila. Poleg tako pridobljenih podatkov, od leta 2018 izvajajo sledilne poskuse z umetnimi barvili, ki so jih izvedli v nekaterih požiralnikih Doberdobskega (Doberdò) jezera. Rezultati so nepričakovano pokazali, da večina podzemnih voda odteče k izvirov Timave. Po drugi strani pa na izvire Prelosnega (Pietrarossa) jezera, čeprav so geografsko najbližji, le v manjši meri vplivajo vode Doberdobskega (Doberdò) jezera.

4.2.2 Geotočka "Ribiško naselje (Villaggio del Pescatore)" (geotočka št. 6)

Ribiško naselje (Villaggio del Pescatore), ki se nahaja v občini Devin - Nabrežina (Trst), je še posebej pomembno, saj so tam od poznih devetdesetih let izkopali dva popolna in izjemno dobro ohranjena fosila novega rodu in vrste dinosavrov, imenovane *Tethyshadros insularis*. Dve okostji, ki imata še vedno skoraj vse kosti anatomsko povezane, sta dobili vzdevka Antonio in Bruno in sta razstavljeni v Naravoslovnem muzeju v Trstu.

Na tem najdišču so našli še več fosilov, ki pripadajo istemu rodu dinosavrov, pa tudi živali, kot so krokodili, ribe kostnice in nevretenčarji, vključno z deseteronožnimi raki. Geotočka se nahaja v starem kamnolomu apnenca, katerega plasti so skoraj navpične in zato odkrite v naravnem prerezu. Stratigrafski odnosi med kamninami na geotočki so zapleteni, vendar je mogoče prepoznati dve glavni vrsti kamnin. Ena je sivi apnenec, ki ga lahko imenujemo tipični zgornjekredni rudistni apnenec in vsebuje fosilne fragmente rudistnih školjk (školjk, ki so izumrle ob koncu pozne krede, tako kot dinosavri). Druga vrsta kamnine je tanko laminirani apnenec. Tanke lamine so



Slika 4.2.2: Bruno, razstavljen v Naravoslovnem muzeju v Trstu (foto: Marino Ierman, Comune di Trieste, fototeka muzejev Civici Musei di Storia ed Arte, Museo Civico di Storia Naturale di Trieste)

lahko temne ali sivkasto bele in so pogosto zavite v zapletene gube, ki pričajo o deformacijah, do katerih je prišlo, ko je bil sediment sveže odložen in še ne popolnoma litificiran (spremenjen v kamnino). Fosile dinosavrov so našli v teh tanko laminiranih apnencih. Tudi Brunovo okostje je bilo podvrženo gubanju, kot je mogoče spektakularno videti na razstavi v muzeju (Slika 4.2.2).

Bruno je edini dinosaver na svetu, ki leži na gubi v apnenčasti plasti, kar je ukrivilo njegovo okostje za 180 stopinj. Paleontološke raziskave so omogočile določitev starosti teh kamnin v pozno kredo (santonij - kampanij). Sedimentološki in geokemični podatki kažejo, da je laminirani apnenec odložen v zaprtem morskem okolju, blizu kopnega in pod vplivom sladke vode, pogojev, ki so podobni modrim luknjam (z vodo napolnjenim kotanjam v bližini morja, ki so videti kot modre luknje), ki jih najdemo na današnjih tropskih karbonatnih platformah.

4.2.3 *Olistoliti Miramarskega gradu (geotočka št. 27)*

Miramarski grad leži na rtu, ki se razteza proti jugozahodu v Tržaški zaliv. V parku, ki obdaja grad, in tudi ob obali, lahko obiskovalec jasno vidi raztresene velike bloke belkastega apnenca. Skupno je bilo odkritih približno sto apnenčastih blokov s prostornino od približno 500.000 m³ do 1.300.000 m³. Bloki so iz foraminifernih apnencev. Posebej opazna sta dva bloka. Eden se nahaja v bližini majhnega пристanišča Grljan (Grignano). Tam se jasno vidi, da je apnenčasti blok na svoji severovzhodni strani v stiku z dobro plastnatim flišnim peščenjakom. Plasti peščenjaka ob bloku so videti deformirane v zapletene gube, kot da bi apnenčasti blok pritisnil nanje. Zgodovinske fotografije najdišča, posnete pred gradnjo kamnitega zidu, ki je danes pod apnenčastim blokom, pričajo, da se fliš nahaja tudi pod njim in ob njegovem jugozahodnem boku (Slika 4.2.3).

Drugi velik in opazen apnenčasti blok se nahaja med konjušnjicami in samim Gradom, ob cesti, ki vodi do jugovzhodnih vrat. V bližini vhoda v predor, ki meji na blok, je glineno laporasta breča s kosi apnenca ki vsebuje razpršene numulitide. Tudi ta kamnina, popolnoma drugačna od apnenca, kaže močno deformacijo okrog bloka. Tako v pristanišču Grljan kot v bližini grajskih konjušnjic so v kamninah, ki obdajajo bloke, vidne deformacije. Zadnji pomemben dokaz o izvoru apnenčastih blokov pri Miramaru je ta, da je kartiranje razkrilo, da so flišne plasti tudi na blokkih. To pomeni, da se nahajajo *znotraj* flišnih kamnin.

Jasni dokazi o deformacijah ob blokkih so omogočili, da jih interpretiramo kot olistolite. Olistolit je izraz, ki ga geologi uporabljajo za



Slika 4.2.3: Olistolit Miramarskega gradu fotografiran iz pristanišča Grljan (zgodovinska fotografija zbirke Tomè, XIX – XX stoletje)

označevanje velikih kamnitih blokov, ki so del zemeljskega plazua. Drsenje blokov znotraj še nepopolno sprijetih sedimentov pojasnjuje, zakaj so slednji kompleksno deformirani. Celoten Miramarski rt je verjetno zgrajen iz usedlin velikega podmorskega plazua, ki je zdrsnil v morski bazen med odlaganjem flišnega peščenjaka pred 40 do 48 milijoni let. Dejstvo, da so miramarski olistoliti iz apnenca, ki pripada foraminifernim apnencem, dokazuje, da so bili v dogodek vpleteni tudi sedimenti karbonatne platforme, čeprav so mehanizmi razširitve in izvora starodavnega podmorskega plazua še vedno nejasni in trenutno v fazi preiskave.

4.2.4 Škrapljišča v Briščikih (Borgo Grotta Gigante) (geotočka št. 28)

Zahodno od Briščikov (Borgo Grotta Gigante), onkraj železniške proge, med postajo na severu in športnim centrom Prosek (Prosecco) na jugu, se nahaja značilna pokrajina Krasa s subhorizontalnimi ali blago nagnjenimi različno debelimi plastmi čistih apnencev (Slika 4.2.4). V izdankih rudistnih apnencev najdemo tako številne cele lupine fosilnih rudistnih školjk kot tudi njihove fragmente.

Na slabem kvadratnem kilometru veliki površini so tri velike in okoli dvajset manjših vrtač ter najširša in najpopolnejša škrapljišča tržaškega Krasa. Tu najdemo tudi lep primer brezstropne jame ter nekaj deset jamskih vhodov; tudi v jamo, v kateri so našli na stotine



Slika 4.2.4: Škrapljišča pri Briščikih (Borgo Grotta Gigante)
(foto: Chiara Calligaris)



Slika 4.2.5: Panoramski pogled na veliko dvorano Briške jame (Grotta Gigante) in stalagmit Ruggero (foto arhiv Briške jame (Grotta Gigante))

prazgodovinskih artefaktov. Blizu je tudi Briška jama (Grotta Gigante) (CSR2/2VG), jama z največjo dvorano v turistični jami na svetu (Slika 4.2.5).

Dve od treh velikih vrtač, Koprivnik in Školudnjek, sta tipično ulek-njene, skoraj krožne oblike, z zelo strmimi pobočji in ravnim dnom, premera okoli 250 metrov in globine 40 metrov.

Tretja, najsevernejša, imenovana Murnjak, ima eliptičen obod in je dolga 450 m po svoji najdaljši osi v smeri sever severovzhod – jug jugozahod, široka približno 250 metrov in globoka 30 metrov. Vhodno pobočje je precej strmejše od zahodnega. vzdolž jugozahodnega in severovzhodnega obrobja Školudnjeka je deževnica izoblikovala številne značilne in raznolike drobne površinske skalne kraške oblike, vključno z žlebiči, ravnimi in vijugastimi žlebovi, globokimi škrapljami, ki jih prečijo majhni skalni mostovi, ravnimi razširjenimi



razpokami, ponekod pa so značilne subkutane kraške oblike. Glavna značilnost teh škrapljišč so velike škavnice (Slika 4.2.6). Skupno jih je na območju med obema omenjenima vrtačama skoraj 200, od tega približno trideset z daljšo osjo večjo od enega metra in površino večjo od enega kvadratnega metra. Ker so tako velike, so mnoge prilagodili za napajanje živine.

Izmenjavanje sedimentnih zaporedij debelo plastovitih in tanko plastovitih apnencev se odraža v izmenjevanju več deset metrskih pasov pokritega krasa z redkimi izdanki kamnitih zob in pasov z močno zakraselimi apnenci, travniki, grižami in škrapljišči, ki jih prekinjajo velike in majhne vrtače, kar ustvarja edinstveno pokrajino.

Na jugovzhodnem robu Koprivnika je nekaj metrov globok, približno deset metrov širok in okoli sedemdeset metrov dolg, naravni jarek, ostanek podzemne kraške jame, ki ji je denudacija (zniževanje površja zaradi površinske korozije) odstranila strop (brezstropa jama) (Slika 4.2.7).

V bližini železniške proge, blizu roba majhne vrtače, je bila majhna jama Grotta della Tartaruga (CSR1688/4530VG), do stropa zasuta s podornimi skalami in ilovico. Kopanje prehoda je privedlo do odkritja manjših dvoran s stalaktiti, debelimi stebri in ponvico s premerom približno 20 centimetrov, ki zbira preniklo vodo. Arheološka izkopavanja so razkrila več obdobij poselitve od mezolitika do bronzne dobe. Posebej pomembna je mlajša kamena doba s številni ostanki keramičnih posod in kremenastih artefaktov.



Slika 4.2.7: Vhod v brezstropo jama pri Briščikih (Borgo Grotta Gigante) (foto: Chiara Calligaris)

4.2.5 Arheološke jame

Med številnimi arheološko pomembnimi jamami na slovenskem delu Krasa moramo omeniti vsaj dve, ki imata poseben pomen ne le na državni ravni, ampak tudi širše. Jama Bestažovca (geotočka št. 43), ki je dolga 280 metrov in globoka 43 metrov, se nahaja v Tabor-skih brdih ter je ena najvišje ležečih jam na Krasu. Poleg drugih geoloških in geomorfoloških zanimivosti ima številne prazgodovinske arheološke ostanke, med katerimi so še posebej pomembne prazgodovinske risbe, stare vsaj 7.000 let, edinstvene za Slovenijo.

Druga arheološko pomembna jama je Jama na Prevali 2 ali Mušja jama (geotočka št. 54), ki se nahaja jugozahodno od vasi Matavun – v zaledju Škocjanskih jam – pod vrhom Prevale. Vhodno brezno s

◀ Slika 4.2.6: Ena od lepo oblikovanih škavnic na območju Briščikov (Borgo Grotta Gigante) (foto: Furio Finocchiaro)

tremi razmeroma ozkimi vhodi, ločenimi s kamnitimi bloki, vodi v 200 m dolgo in 90 m globoko vodoravno jamo. Pod jaškom v vhodni dvorani je velik stožec grušča, v katerem so arheologi našli: plast oglja z ožganimi živalskimi kostmi; več sto večinoma bronastih in tudi železnih artefaktov; tako ofenzivno kot obrambno orožje (meči, sulične osti, čelade); orodje (sekire, srpi, noži); dele noš (igle, fibule, ovratnice, zapestnice, uhani) in kovinsko posodje (kotli, vedra). Te najdbe kažejo na izjemen vpliv, ki so ga imele Škocjanske jame in okolica kot kulturni prostor, med evropsko in sredozemsko kulturo v pozni bronasti dobi, okoli leta 1.000 pred našim štetjem.

Na italijanskem delu Krasa jama Pečina pod kalom (Pocala, CSR173/91VG), geotočka št. 23, dolga dobrih sto metrov in široka od dvajset do štirideset metrov, predstavlja eno najzanimivejših zaščiteneh paleontoloških najdišč v Furlaniji - Julijski krajini. V njej so našli številne ostanke pleistocenskih živali, predvsem kosti jamskega medveda (*Ursus spelaeus*). Vhod v jamo se nahaja v podolgovati vrtači, ki je preoblikovana brezstropa jama, kar dokazuje siga na njenih stenah. Jama je enotna poševna galerija z neravnim dnom, pokritim s podornimi skalami, ki jih ponekod prerašča siga. Prva stejo leta 1893 raziskala Ludwig Karl Moser in Ivan Andrej Perko. Med nadaljnjimi raziskavami je postala je znana po izjemno velikem številu najdb jamskega medveda. Med letoma 1903 in 1929 so v jami izkopavali tedanji pomembni arheologi, kot so Ludwig Karl Moser, Carlo Marchesetti, Eugenio Neumann in Raffaello Battaglia. Leta 1998 je Naravoslovni Muzej v Trstu ponovno začel z izkopavanji do tedaj nezkopanih jamskih sedimentov, pod vodstvom Ruggera Calligarisa, takratnega kustosa muzeja, in Gernota Rabederja z Univerze na Dunaju.

Kar 97,5 % izkopanih živalskih ostankov pripada jamskemu medvedu, zato jama Pečina pod kalom lahko opredelimo kot 'medvedjo jama'. Po zastopanosti ostankov sledijo jamski lev (*Panthera leo spelaea*) (0,75 %), koze in ovce (*Capra hircus* in *Ovis aries*), govedo (*Bos taurus*), volk (*Canis lupus*) ter jelen (*Cervus elaphus*). Našli so tudi številne mousterijske kremenove artefakte, torej ostanke neandertalske kulture. Na podlagi študij zob jamskega medveda so bili ostanke kosti v jami datirani v zgornji pleistocen (približno 60.000 let



Slika 4.2.8: Pečina in sedimenti v Pečini pod kalom (Pocala)
(foto: Naravoslovni muzej v Trstu, Luciano Gaudenzio in Sandro Sedran)

pred sedanostjo). V zadnjem času so nekaj najdb datirali z radiokarbonsko metodo in ugotovili, da so štiri starejše od 45.000 let (ker je to meja datacijske metode, se ve le, da so starejše sod 45.000 let), en vzorec pa je star med 36.500 in 34.500 let. Najdbe iz jame Pocala so na ogled v Naravoslovnem Muzeju v Trstu.

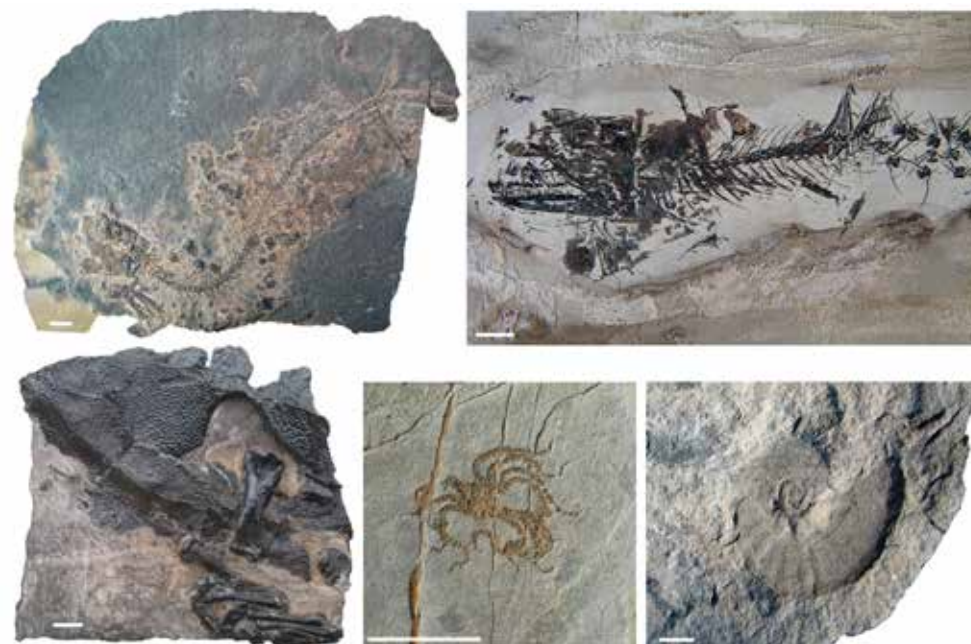
4.2.6 Tomajski apnenec s fosili (geotočka št. 34)

Opušчени kamnolom Tomajskega apnenca Kazlje je eno najpomembnejših najdišč fosilnih vretenčarjev, nevretenčarjev in rastlin iz pozne krede v severnem delu nekdanje Jadransko-Dinarske karbonatne platforme. Paleontološke najdbe s tega najdišča so bile objavljene v številnih znanstvenih publikacijah.

Geološka točka Kazlje se nahaja v gozdnatem območju približno 400 metrov jugovzhodno od središča vasi Kazlje. Tomajski apnenec je tankoplastnat do ploščat apnenec, ki so ga nekoč uporabljali kot material za pokrivanje streh in tlakovanje. Pojavlja se v tanjših horizontih med debeloplastnatimi zgornjekrednimi rudistnimi apneneci in tvori v opuščenem kamnolomu do štiri metre visoke navpične stene. Apnenec je temnosive barve in laminiran. V apnenčastih plasteh se pojavljajo gomolji in leče roženca, trde, goste kamnine, sestavljene iz mikrokristalnega kremena. Prisotnost pelagičnih fosilov, skupaj s fosili kopenskih rastlin, kaže na dobro povezavo med odprtim morjem in laguno, kjer je ta apnenec nastal pred približno 84 milijoni let. Veliko število in raznolikost dobro ohranjenih fosilov, vključno z rastlinami, amoniti, ribami, želvami, morskimi ježki, kačjerepi, planktonskimi organizmi in celo odtisi mehkih delov meduz, so bili najdeni v Tomajskem apnencu na širšem območju in opisani v znanstveni literaturi (Sliki 4.2.9 in 4.2.10).



Slika 4.2.9: Rastlinski fosili, najdeni v Tomajskem apnencu (od leve proti desni: iglavci *Brachyphyllum* in *Araucarites* ter *Magnoliaphyllum*). Merilo: 1 cm (foto: Bogdan Jurkovšek)



Slika 4.2.10: Živalski fosili Tomajskega apnenca (od leve proti desni: ribe *Chirocentrites* in *Enchonodus*, želva, kačjerep in amonit). Merilo: 1 cm (foto: Bogdan Jurkovšek)

4.2.7 Kamnolom rudistnega apnenca Lipica (geotočka št. 45)

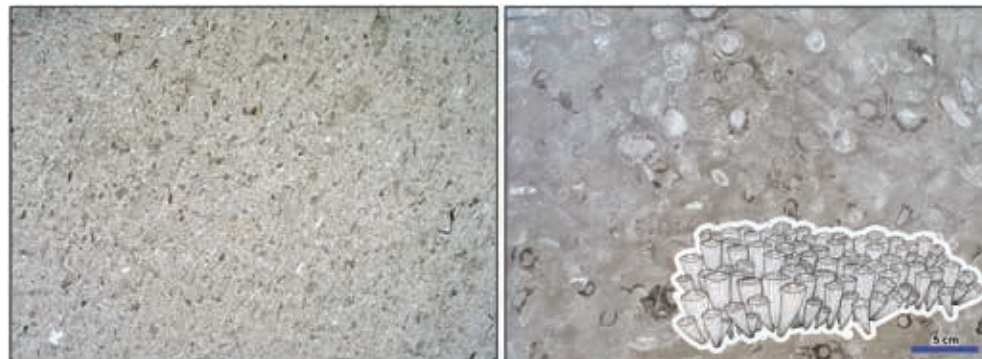
Lipiški apnenec, eden izmed tipov zgornjekrednih rudistnih apnencev, vsebuje številne različke apnenca, ki se med seboj razlikujejo tako po strukturi kot po barvi. Ta apnenec predstavlja gospodarsko najbolj dragoceno kamnino na območju Krasa (Slika 4.2.11). Tako imena teh apnencev kot sam naravni kamen izvirajo iz vasi Lipica.

Kamnine Lipiške formacije so nastale pred približno 85 milijoni let v neposredni bližini "trat" rudistnih školjk, ki so bile v kredi prebivalke plitvih morskih karbonatnih platform in robnih območij oceana Tetida.



Slika 4.2.11: Kamnolom Lipica 1 leži severovzhodno od znane Kobilarne Lipica. V tem kamnolomu izkoriščajo velike bloke masivnega krednega apnenca. Kamnolom se nahaja v gospodarsko najperspektivnejšem delu formacije Lipiškega apnenca v severnem krilu Lipiške sinklinale, velike skledaste gube z osjo, ki je rahlo nagnjena proti jugovzhodu (foto: Matevž Novak)

Ob zahodnem robu kamnoloma prekrivajo Lipiški apnenec mlajše in mehkejše zgornjekredne do spodnjepaleocenske apnenčaste plasti. Zaradi tega je površje proti Lipici manj zakraselo, med apnenčastimi plastmi so pogosto plasti premoga. Premog so na tem območju kopali v 19. in začetku 20. stoletja.



Slika 4.2.12: Danes v kamnolomu Lipica 1 pridobivajo dve vrsti apnenca. Prvi je svetlo olivno siv, homogen, drobno- ali debelo-zrnat tip Lipica unito (enotni). Ima le nekaj milimetrov velike fosile ali fosilne fragmente (levo). Drugi tip je sestavljen iz bolj drobnozrnate osnove, ki vsebuje predvsem rudistne školjke, pa tudi druge fosilne ostanke različnih velikosti. Zaradi prereзов rudistnih lupin, ki spominjajo na cvetove, ta različek imenujemo tip Lipica fiorito (rožasti) (desno). V obeh različkih apnenca so poleg rudistov pogoste foraminiferje, spužve in skeletni deli drugih prebivalcev toplega, prevetrenega plitvega morja nekdanje Jadransko-Dinarske karbonatne platforme (foto in risba: Bogdan Jurkovšek)

4.2.8 Rimski kamnolom Nabrežina (Aurisina) (geotočka št. 24)

V širokem starodavnem rudarskem bazenu, znanem kot Ivere, tik ob kraškem robu blizu Nabrežine (Aurisina), je že od rimskih časov delovalo več površinskih kamnolomov (Slika 4.2.13). Za celotno območje so značilni masivni apnenci, iz katerih so pridobivali velike bloke. To so zelo čisti, homogeni apnenci s svetlosivo osnovno barvo. Razlike med pridobljenimi različki kamna so odvisne od velikosti, vrste, količine in porazdelitve fosilov, ki skoraj vedno nastopajo v fragmentih. Med njimi prevladujejo debelolupinaste školjke, predvsem rudisti z različno velikimi ostanki in podrejeno foraminifere, ostanki alg in redkih mahovnjakov. V visokih gladkih stenah kamnoloma

je mogoče opazovati ne le različne sedimentne strukture, temveč tudi sledi prvotnih tehnik starodavnih izkopavanj in njihov razvoj skozi čas. Plasti z orientacijo SSZ - JJV in naklonom 20° - 30° proti JJV so kamnoseke spodbujale k pridobivanju kamnitih blokov tudi v rovih, nagnjenih proti morju.

4.2.9 Dolina Glinščice (Val Rosandra) (geotočka št. 58)

Dolina Glinščice (Val Rosandra) (Slika 4.2.14) na južni meji italijanskega Krasa je edini primer kraške doline s površinsko hidrografijo v okolici Trsta.

Dolina se zajeda globoko v kenozojske apnenice, laporovce in peščenjake, katerih morfologija in hidrografija sta v veliki meri pogojeni s tektoniko, deloma tudi z litologijo različnih nagubanih in prelomljenih kamnin, na katerih sta erozija in kraška korozija ustvarili poseben relief. Je ena redkih kraških rečnih dolin v Italiji in je kompleksno geoobmočje mednarodne vrednosti. Tu so tudi številni drugi pomembni geološki pojavi, kot so: izdanki apnencev bogatih s foraminiferami alveolinami in numuliti; laporji in gline; aluvialni in drobirski nanosi, včasih cementirani; drobne gube v flišu, tektonsko ogledalo (Faglia del Crinale), slap in soteska s kotlički in koriti; paleopodor in zemeljski plaz z velikimi podornimi bloki; kilometrski jamski sistem in jama bogata z ostanki pleistocenskih živali; izvir Bukovec in kraški izviri Antro di Bagnoli.

Čudoviti pogledi na dolino vključujejo tiste z razgledišč Vedetta di Moccò in Vedetta di San Lorenzo. Z obeh strani so vidna pobočja, ki oklepajo potok Glinščico (Rosandra). Na eni strani



Slika 4.2.13: Rimski kamnolom Nabrežina (foto: Giancarlo Massari)



Slika 4.2.14: Glinščica (Val Rosandra) z vrha Stene s Tržaškim zalivom v ozadju (foto: Furio Finocchiaro)

je hrib Stena, kjer so pobočja strma s pogostimi skalnatimi stenami, stolpiči, drobirskimi pahljačami in velikimi skalnimi bloki, na drugi strani pa jih opredeljuje hrib Kras z antiklinalo in prelomom Crinale, kar vse odraža raznoliko litologijo, kompleksno tektoniko in izjemno geodinamiko območja.

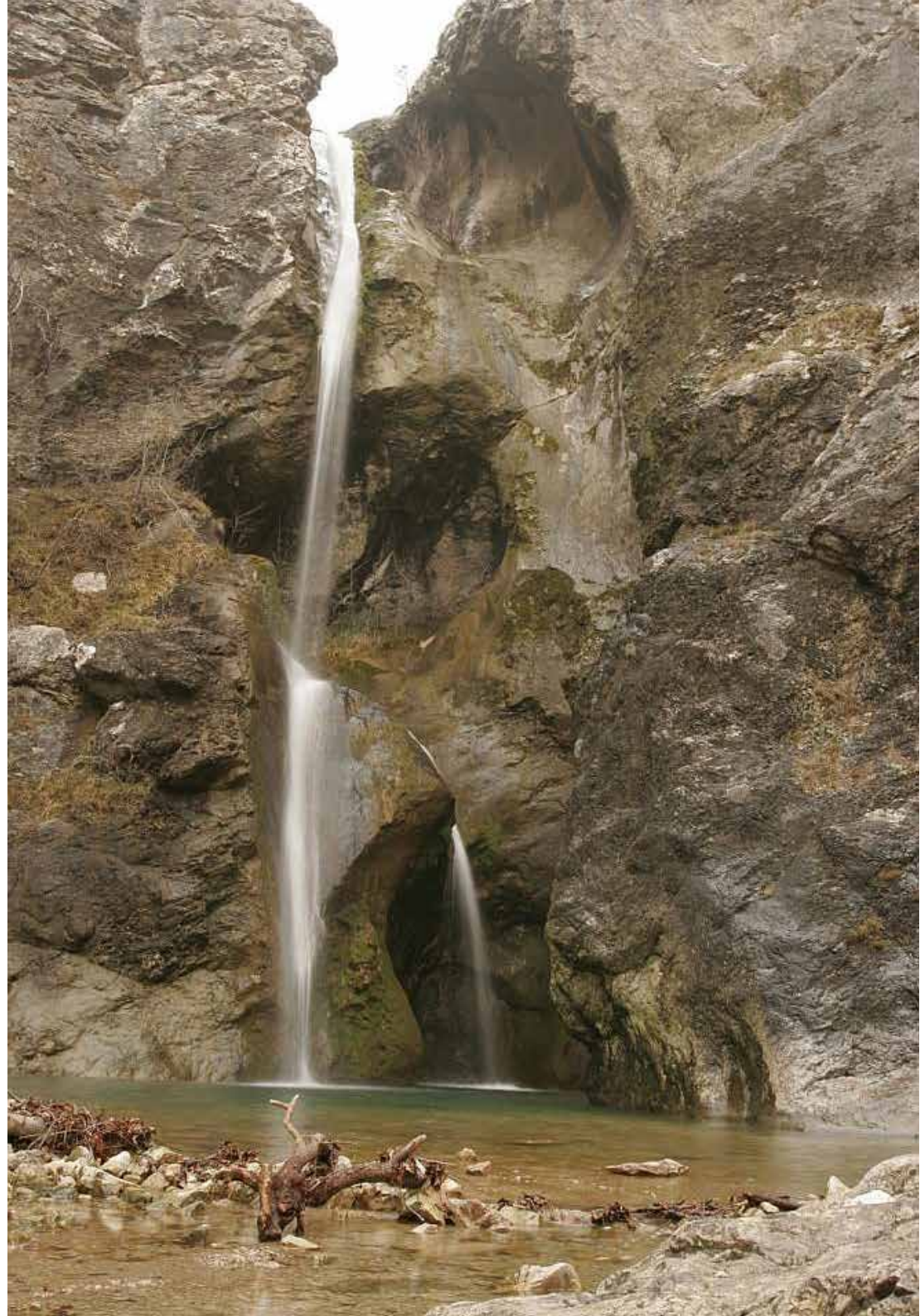
Z razgledišča Vedetta di San Lorenzo lahko vidite tudi staro vijugasto pot Via del Sale in cerkev Santa Maria in Siaris, ki se nahajata na plazu vzdolž severnega pobočja hriba Kras. Slednji je morfološki odraz antiklinalne gube, ki se proti ravnini razvija v kolenčasto gubo in v narivni prelom preko fliša.

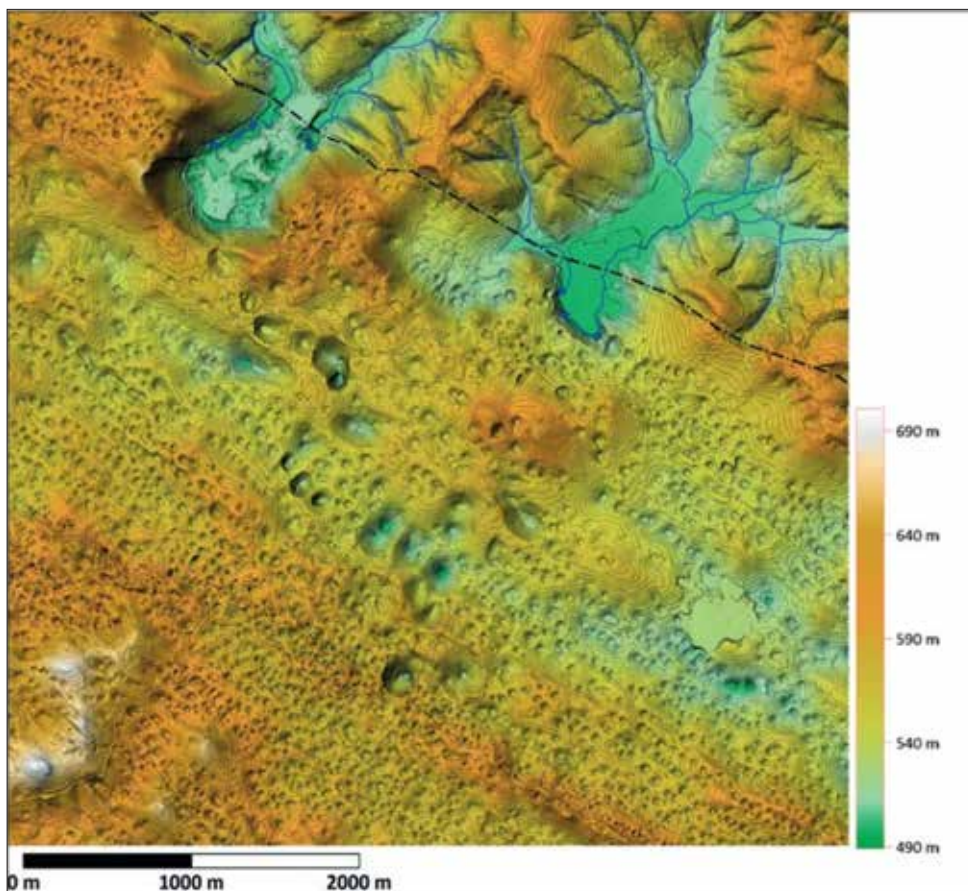
Za dolino je značilen potok Glinščica (Rosandra), katerega vode, ki sprva tečejo po laporjih, nizvodno od Botača (Bottazzo) padajo preko skalnega praga v slikovit 30 metrski slap, tu fliš prehaja v apnenec (Slika 4.2.15). Nizvodno od slapu je potok izdolbel globoko sotesko, polno brzic, kotličev, slapov, korit in globeli. Do Boljunca (Bagnoli) struga reke pogosto spreminja smer glede na smeri glavnih sistemov razpok v kamnini. V soteski potok napajajo številni manjši kraški izviri.

Za Glinščico so značilne tudi jame, kjer je posebej zanimiv hrib Stena z več kot sto raziskanimi jamami. Jama Fessura del vento (CSR930/4139VG) je z globino 143 metrov najgloblja, jama Gualtiero Savi (CSR 5080/5730VG) pa z dolžino 4.180 metrov najdaljša. Ti dve jami sta skupaj z jamama Grotta delle Gallerie (CSR 290/420VG) in Martina Cucchi (CSR 4910/5640VG) del enotnega, obsežnega in členjenega sistema z več kot sedmimi kilometri dolžine in dolgim geomorfoloških razvojem.

V dolini so tudi nenavadna kvartarna nahajališča. Pred zavetiščem CAI, hidrografske desno od Glinščice (Rosandra), se dviga nekaj čez deset metrov visoka subvertikalna stena, sestavljena iz bolj ali manj cementiranih hudourniških naplavin in pobočnih nanosov.

Slika: 4.2.15: Slap potoka Glinščica (Rosandra) ob nizkem pretoku (foto: Franco Cucchi)





Slika 4.2.16: DMR kontaktnega krasa z značilnimi slepimi dolinami. Površinski vodotoki pritekajo iz neprepustnega flišnega območja Brkinov (SV) in ponikajo v uravnano kraško površje Matarskega podolja (JZ) (arhiv IZRK ZRC SAZU)

Slika 4.2.17: Brezoviška slepa dolina je najbolj severozahodna in s tem najplitvejša slepa dolina Matarskega podolja. Leva fotografija: pogled proti SV v smeri Brkinov, s površinskim drenažnim sistemom (foto: Matej Blatnik); desna fotografija: pogled proti JZ na zakraselo uravnavo Matarskega podolja (foto: Matej Blatnik)



To je edini geološki profil kvartarnih naplavin v kraški okolici Trsta. Izmenjevanje sedimentov z različno zrnatostjo in genezo ter naknadno vrezovanje hudournika priča o kompleksnosti geološkega razvoja območja, povezanega tako s tektoniko kot s plio-kvartarnimi podnebnimi spremembami.

Nekaj sto metrov od izhoda iz doline, na dnu hriba Kras, iz poševnega preloma priteka voda. To je izvorna jama Antro di Bagnoli, ki odvaja kraške vode hriba Kras in Socerbske planote.

4.2.10 Slepe doline Matarskega podolja (slepa dolina Odolina) (geotočka št. 61)

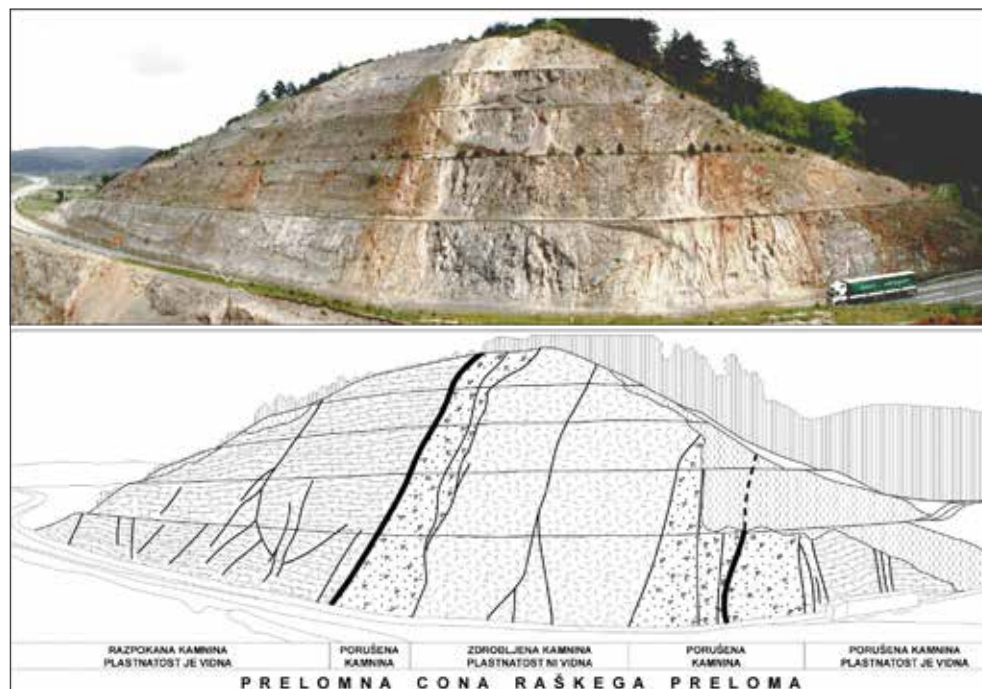
Poleg edinstvene slepe doline Notranjske Reke, ki ponikne v Škocjanske jame, so najbolj značilne in geološko zanimive kontaktne kraške oblike slepe doline Matarskega podolja na JV meji geoparka (Sliki 4.2.16 in 4.2.17).

Obravnane slepe doline predstavljajo sistem 17 vzporednih površinskih tokov, ki tvorijo površinski drenažni sistem na siliciklastičnem flišu Brkinov in ponikajo ob stiku s karbonatnimi kamninami pod 20 km dolgo ter dva do pet kilometrov široko uravnano kraško površje Matarskega podolja. Rotacija Istre v nasprotni smeri urinega kazalca in njeno podpiranje pod obravnavano območje je povzročilo neenakomerno dvigovanje Matarskega podolja in posledično neenakomerno erozijsko vrezovanje slepih dolin v rob tega podolja,

medtem ko so relativnemu znižanju sledile vodne gladine. Slephe doline so se začele vrezovati v korozijsko uravnano z nizkim prečnim in vzdolžnim naklonom, sicer bi se razvile fluvialne doline, ki bi ostale na krasu kasneje kot suhe doline. Nizka prepustnost kraških kamnin je omogočila odlaganje sedimentov pred ponori in posledično izravnavo in korozijo dna slepih dolin, ki se danes nahajajo med 490 in 510 metri nadmorske višine. Ker so se doline vrezovale v rob krasa med neenakomernim dvigovanjem območja, so le-te globlje na JV delu Matarskega podolja, kjer je bilo dvigovanje izrazitejše. Najplitvejša slepa dolina Brezovica v SZ delu Matarskega podolja je vrezana le 50 m globoko, medtem ko je najgloblja Brdanska dana vrezana 250 m globoko v apnenčasto gričevje, njeno dno pa je 120 m pod uravnanim površjem Matarskega podolja. Trenutno je gladina kraške vode tudi ob poplavah globoko pod dnom slepih dolin. Recentni gradient na krasu je tako visok, da se stare naplavine s sufozijskimi procesi izpirajo s površja v kras.



Slika 4.2.18: Dno slepe doline Odolina je prekrito z debelozrnatimi siliciklastičnimi sedimenti kvartarne starosti, ki izvirajo iz fliša (foto: Matej Blatnik). Potok na levi strani ob visokih vodah ponikne kot slap v 117 m globoko jamo



Slika 4.2.19: Na odseku avtoceste Zajčica pri Senožečah vidimo prerez skoraj 100 metrov širokega prelomnega pasu. Z razgledne točke na drugi strani avtoceste, kjer je pojasnjevalna tabla, vidimo tipično conarno razporejenost deformacij kamnin znotraj notranje in zunanje prelomne cone. V notranji prelomni coni vidimo zdrobljeno kamnino, ki ji sledi porušena kamnina, v kateri ni ohranjena plastnatost. V razpokani kamnini zunanje prelomne cone je prvotna plastnatost apnenca še vidna. Severovzhodni tektonski blok (levo) sestavljajo plasti zgornjekrednega rudistnega apnenca, jugozahodni blok (desno) pa plastnati zgornjekredno - spodnjepaleocenski apnenec (foto: Ladislav Placer, Bogomir Celarc; risba: Ladislav Placer)

Odolina (Slika 4.2.18) je značilna slepa dolina Matarskega podolja in ena od treh, ki se nahajajo na slovenski strani območja geoparka. Ponikalni potok Odolina odvodnjava površino 4,3 km². Pri prehodu potoka v apnenec se ozka rečna dolina razširi in oblikuje en kilometer dolgo in 300 m široko slepo dolino, ki je na koncu okoli 60 m globoko vrezana v kraško uravnano. Ob normalnem vodostaju ponikne potok v strugo takoj, ko doseže apnenec, ob močnem deževju pa voda ponikne v 117 m globoko prvotno freatično ponorno jamo, ki je bila kasneje v vadozni coni močno spremenjena. Dno slepe doline je

prekrito z debelo zrnatimi siliciklastičnimi sedimenti kvartarne starosti, katerih izvorni material je fliš. Na primer v ponorni jami v Jezerinski slepi dolini se v zadnjih 12.000 letih niso odložile večje količine klastičnih sedimentov, saj prekriva aluvialne sedimente mlajša siga. Aluvialni sedimenti so danes razrezani z rečno erozijo, na dnu Odoline pa so nastale do 25 m globoke aluvialne vrtače in grezi.

4.2.11 Prelomna cona Raškega preloma (geotočka št. 38)

Skozi Zunanje Dinaride v jugozahodni Sloveniji poteka več dolgih regionalnih prelomov v smeri SZ - JV, ki so nastali v preteklih geoloških obdobjih. Eden izmed njih je Raški prelom (Slika 4.2.19), poimenovan po reki Raši, ki teče na obrobju kraške planote. Raški prelom poteka skoraj v ravni črti od roba Južnih Alp pri italijanskem Huminu do Ilirske Bistrice in naprej proti jugovzhodu, verjetno čez Velebit. Je eden od prelomov, po katerih je Severnojadranski tektonski blok bočno zamaknjen in podrinjen pod Južne Alpe. Glede na položaj potresnih žarišč se domneva, da je Raški prelom danes jugovzhodno od Vremščice potresno aktiven, manj zanesljiva pa je potresna aktivnost ob tem prelomu na območju Krasa in Furlanije.

4.2.12 Jame Krasa

Geološki razvoj geoparka se najbolje odraža v kraških jamah, ki so nastale v hidrogeološkem sistemu Reke oziroma Timave. Tu je nastal eden največjih jamskih prostorov ne samo v Evropi, ampak tudi na svetu.

Slika 4.2.20: Notranjska Reka ponikne v Škocjanskih jamah pod Škocjanom in Motovunom (foto: Matej Blatnik). Preden izgine v podzemlje, se Reka še zadnjič pojavi v Mali in Veliki Dolini

Škocjanske jame (geotočka št. 53) so 6.550 m dolge in 223 m globoke jamske sisteme, sestavljen iz enajstih kraških jam, od katerih imajo štiri ločene vhode na površju (Slika 4.2.20).

Ti aktivni in reliktni oziroma fosilni speleološki objekti so povezani s kraškim površjem preko udornic Male in Velike Doline. Večina jam je nastala v krednem debeloplastovitem apnencu, v paleocenskem plastovitem apnencu pa le manjši del. Čeprav Škocjanske jame lahko opredelimo kot vodno jamo, ki jo je oblikovala ponikalnica Notranjska Reka, glavno jamo praviloma delimo na vodni del (Šumeča jama) in suhi del (Tiha jama). Reka najprej ponikne v Mariničevi jami in Mahorčičevi jami, 80 m pod vasjo Škocjan na nadmorski višini 317 m. Nato teče po površju v Mali Dolini, preči naravni most (Okno)





in nazadnje ponikne v povsem podzemni del Škocjanskih jam pod razglediščem v 160 m globoki Veliki Dolini na 269 m nadmorske višine. V osrednjem delu Škocjanskih jam teče Notranjska Reka skozi več dvoran, nato pa naprej v Hankejev kanal, ki je z dolžino približno en kilometer, širino 10 do 15 m in višino do 90 m najdaljši posamični jamski kanal v Škocjanskih jamah in največji podzemni kanjon v Evropi (Slika 4.2.21).

Hankejevemu kanalu sledita dve veliki dvorani, od katerih je druga, Martelova, največja znana podzemna dvorana v Sloveniji in druga največja v Evropi. Dolga je 308 m, povprečno široka 89 m (največ 123 m) in povprečno visoka 106 m, v najvišji točki celo 146 m. Prostornina dvorane je 2.550.000 m³. Na koncu Martelove dvorane, v Martelovem jezeru, se nahaja najnižja točka jame na 214 m nadmorske višine. Martelovi dvorani (Slika 4.2.22) sledi 1,5 m visok in 9 m dolg prehod v Marchesettijevo dvorano. Za sifonom Marchesettijevega jezera so v zadnjih dvajsetih letih odkrili še 680 m rogov. Pod stropom Martelove dvorane so leta 2020 odkrili približno 350 m dolg fosilni rov, do katerega so jamarji prišli skozi izkopan vhod neposredno s površja.

Tiha jama predstavlja neaktiven fosilni rov Škocjanskih jam. Zaradi težkega dostopa iz smeri Šumeče jame (70 metrov strma stena) je bila odkrita razmeroma pozno - v primerjavi z drugimi rovi Škocjanskih jam. Tiha jama je dolga 525 metrov in leži med 340 in 350 metri nadmorske višine. Kamnitih tal ni mogoče doseči na nobeni točki, saj so prekrite s sedimenti. Danes je dostop do Tihe jame mogoč skozi umetno izkopan predor iz udornice Globočak; Tiha in Šumeča jama sta povezani preko soteske Hankejevega kanala s Hankejevim mostom.

◀ Slika 4.2.21: Do 90 m visok Hankejev kanal s Hankejevim mostom - največji podzemni kanjon v Evropi (foto: Matej Blatnik)



◀ Slika 4.2.22:
Več kot 2,5 milijona m³ velika Martelova dvorana je največja znana podzemna dvorana v Sloveniji in druga največja v Evropi (foto: Matej Blatnik).

Slika 4.2.23: ▶
186 metrov globoko vhodno brezno Kačne jame se v spodnjem delu razširi v 60 metrov visoko vhodno dvorano (foto: Matej Blatnik)



Približno 800 metrov neodkritih rogov loči Škocjanske jame od Kačne jame (geotočka št. 49), ki ima vhod zahodno od Divače na nadmorski višini 435 metrov (Slika 4.2.23). Kačna jama je globoka 280 metrov in jo sestavlja mreža rogov, dolgih približno 20,5 km, katerih večji del se nahaja med 154 m in 290 m nadmorske višine. S tem je trenutno tretja najdaljša jama v Sloveniji, takoj za jamskim sistemom Migovec in Postojnskimi jamskim sistemom.

Prva raziskovanja Kačne jame so bila povezana z iskanjem vodnih virov za oskrbo Trsta in s tem povezanim iskanjem podzemnega toka reke Reke oziroma Timave. Dno vhodnega brezna je leta 1891 dosegel A. Hanke s pomočjo domačinov. Kot posebnost lahko omenimo, da so leta 1895 domačini pod vodstvom Josipa Marinitscha zgradili pot skozi 186 metrov globoko vhodno brezno za lažji dostop do jame.



Slika 4.2.24: Vilenica, najstarejša turistična jama v Evropi. Njene lepote lahko turisti občudujejo že od 17. stoletja naprej (foto: Peter Gedei, arhiv Jamarsko društvo Sežana)

Vhod v jama je v veliki vrtači, na dnu katere se odpira 186 m globok sistem vzporednih brezen, ki se na koncu združijo in končajo na stropu 60 metrov visoke dvorane. Glede na lego rogov ima Kačna jama dve ločeni etaži, rovi pa se med seboj razlikujejo tudi po orientaciji. Reka se pojavi ob normalnem vodostaju v sifonu ob udornici Risnik na nadmorski višini okoli 200 metrov in izgine v odvodnem sifonu na nadmorski višini 154 metrov. Glede na hidrološke značilnosti lahko jama razdelimo na tri dele: 1) aktivni rovi, ki imajo gravita-

cijske profile; 2) rovi visokih vod z največjo prepustnostjo ter 3) ostali rovi, ki odvajajo poplavne vode in so orientirani v različni smereh ter sledijo različnim geološkim strukturam. Ob poplavah se gladina vode v jami dvigne za približno 126 metrov.

Še vedno ostaja odprto vprašanje, zakaj je razvoj rogov Škocjanskih jam v primerjavi z rovi Kačne jame povsem drugačen. Škocjanske jame imajo en sam širok ovalen rov, ki se vije in cepi, pod njim pa se tvori do 90 m globok kanjon, medtem ko sta za Kačno jamo značilni dve etaži glavnih rogov, razviti na različnih višinah.

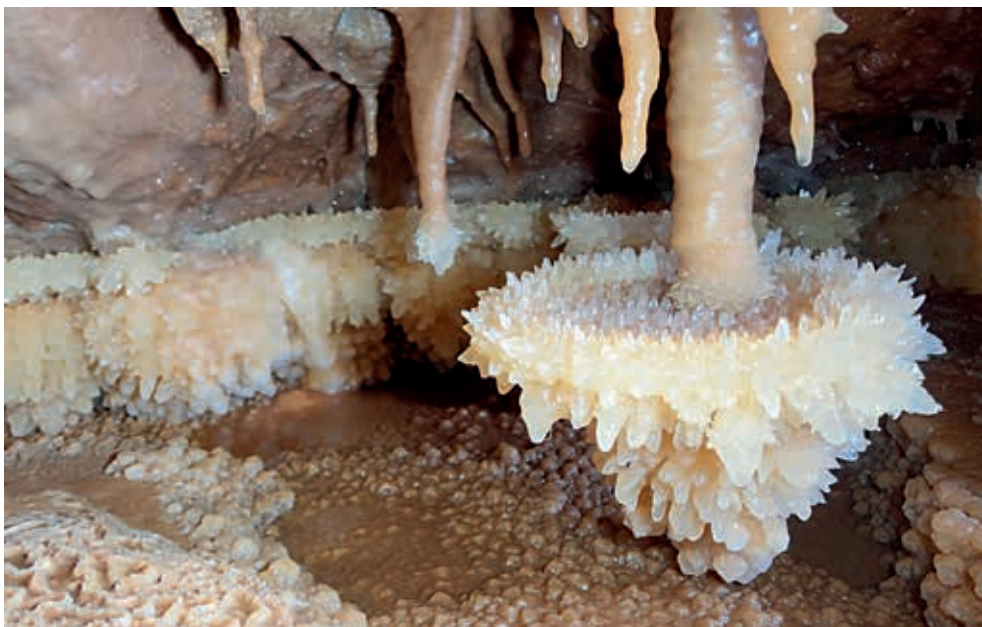
Vse jame, kjer naletimo na tok Reke oziroma Timave, so izrednega pomena z znanstvenega vidika, saj nam omogočajo ogled in proučevanje kraškega vodonosnika »in situ« (na mestu), ki je sicer pogosto skrit in ga lahko opredelimo in proučimo le kot »črno skrinjico«. Na ta način lahko neposredno preverimo značilnosti samega vodonosnika, ki jih sicer lahko ocenimo le s podatki iz izvirov in/ali ponorov ter padavin.

Za proučevanje in razumevanje geološkega (tektonskega) in geomorfološkega razvoja območja so pomembne predvsem

reliktni oziroma fosilne in brezstropne jame. Običajno so starejše in višje v vadozni hidrogeološki coni ležeče kot prej opisane freatične in epifreatične jame, ki še vedno aktivno odvajajo podtalnico. Med Divačo in Sežano je več precej velikih reliktnih oziroma fosilnih jam, ki predstavljajo nekdanje glavne drenažne poti kraškega vodonosnika, primarno nastalih v poplavni, to je freatični hidrogeološki coni. Med kasnejšim tektonskim dvigovanjem Krasa so jame »obvisle« v vadozni hidrološki coni in bi jih lahko do neke mere opredelili tudi

kot nekdanjo, danes opuščeno podzemno strugo reke Reke oziroma Timave. Značilna jama te vrste je Vilenica (geotočka št. 24) (Slika 4.2.24), ena najdaljših (841 m) in najglobljih jam na Krasu. Nahaja se na sežanskem Krasu in je v spodnjem delu morda še vedno povezana z reko Reko oziroma Timavo. Jama Vilenica ima trenutno globino 190 m oziroma dno jame na nadmorski višini 227 m ter lego med Kačno jamo in novoodkritimi vodnimi jamami (Jama 1 v Kanjaducah, Brezno v Stršinki Dolini). Jamski rovi so v delu jame, ki je urejen za turistične ogledе, prostorni in okrašeni s čudovitimi sigastimi tvorbami.

Vilenica velja za najstarejšo turistično jamo v Evropi in verjetno tudi na svetu. Podatki kažejo, da je lastnik zemljišča grof Petač začel prejemati prihodke od vstopnin že leta 1633, ko jih je začel deliti s cerkvijo sv. Mihaela v Lokvi. Jama je bila v času turističnega razcveta do sredine 19. stoletja dobro obiskana in je veljala za najlepšo in naj-



Slika 4.2.25: Jama Claudio Skilan – kalcitni kristali v zadnjem delu Brenovega rova (foto: Sandro Sedran S-Team)



Slika 4.2.26: Lindnerjeva dvorana na dnu jame Labadnica (Abisso di Trebiciano) med visokim vodostajem leta 2011 (foto: Alberto Maizan)

večjo jamo na Krasu. Od leta 1980 v jami prirejajo literarne večere, od leta 1986 pa Mednarodni literarni festival Vilenica - srečanje pesnikov in pisateljev iz vse Evrope, ko podelijo nagrado Vilenica enemu od srednjeevropskih avtorjev za izjemne dosežke na področju literature in esejistike.

Jama Claudio Skilan (CSR 5070/5720VG) (geotočka št. 48), ki se nahaja pri Bazovici, je s svojo globino 378 metrov in dolžino 6.400 metrov najgloblja raziskana jama na Krasu. Leta 1990 odkrito jamo so v naslednjih letih raziskali člani jamarskega društva Carlo Debeljak, ki so prva brezna opremili z lestvami. Jama ima dva nivoja subhorizontalnih rovo: prvi, z ožjimi rovi, se nahaja na globini približno 40 metrov; medtem ko je drugi na globini približno 180 metrov sestavljen iz niza velikih rovo s premerom od 20 do 40 metrov, ki



potekajo v smeri severozahod – jugovzhod v dolžini več kot dveh kilometrov. Nekateri rovi so bogato okrašeni z impresivnimi sigovimi ponvicami in stalagmiti. Mreža rogov je zapletena, pogosto jih sekajo brezna, ki jih med poplavi doseže nivo podtalnice.

Med najbolj znane jame Krasa nedvomno sodi Labadnica (L'Abisso di Trebiciano) (CSR3/17VG) (geotočka št. 5). Z razvojem trgovine je mesto Trst v 19. stoletju postalo najproduktivnejše pristanišče v Sredozemlju, prebivalstvo Trsta pa se je v nekaj letih potrojilo.

Mestne oblasti so bile prisiljene uvesti stroge ukrepe za omejevanje razpoložljive vode v času suše, zato so bile sprejete različne pobude za iskanje alternativnega vodnega vira. Na Krasu so raziskovali tako imenovane dihalnike (glej poglavje 3.6). V najbolj obetavnem, v vrtači pri vasi Trebče (Trebiciano), so leta 1840 začeli z izkopavanji. Pet mesecev po začetku kopanja in na globini več kot 300 m sta kamnolomec Luka Kralj in rudar Anton Arič, ki ju je koordiniral Anton Friderik Lindner, dosegla veliko dvorano, na dnu katere je tekla Reka oziroma Timava. Labadnica (L'Abisso di Trebiciano) je tako postala za osemdeset let najgloblja raziskana jama na svetu. Leto dni po odkritju so bile zgrajene pritrjene lestve, ki so omogočale enostaven dostop do jame ter spremljanje in študij hidrodinamike vode. Jama je postala privlačna točka za speleologe in znanstvenike z vsega sveta. Še danes je na dostopu v veliko končno dvorano, ki je dobila ime po Lindnerju, viden del lesenega stopnišča, ki je bilo nazadnje prenovljeno v začetku 20. stoletja. Raziskovanje jam se ni končalo z odkritjem tekočih voda, ampak se je nadaljevalo še naprej. V zgodnjih petdesetih letih prejšnjega stoletja sta prva potapljaška jamska raziskovanja opravila Walter Maucci in Stefano Bartoli. To je bil epski podvig, dosežen z osnovno opremo in orodjem, ki je pripeljal do odkritja več kot 60 metrov poplavljenih rogov in dvoran, tudi poplavljenih dvoran z jezerom, ki so ga poimenovali po slavnem raziskovalcu Reke oziroma Timave Boeganu. To je bil v tistem času najdaljši preplavan sifon na svetu. V letih, ki so sledila, so raziskovanje



Slika 4.2.28: Vhod v Lisičjo luknjo (Lindnerjevo jamo) (foto: Franco Cucchi)

jamskega potapljanja nadaljevale številne druge skupine - vse do sedanjih raziskav pod vodstvom francoskih jamskih potapljačev iz Fédération Française d'Études et de Sports Sous-marins (FFESMM) iz Marseillea v sodelovanju s Società Adriatica di Speleologia (SAS). Te raziskave so privedle do odkritja izhodnega sifona in poleti 2022 do odkritja velike nove dvorane, ki je dolga 160, široka 50 in visoka 60 metrov, pod dihalnikom v vrtači »7 Nani« pri Trebčah (Trebiciano) (Slika 4.2.27).

Vhod v 176 metrov globoko in 825 metrov dolgo jamo Lisičja luknja (ali Antona Friderika Lindnerja) (CSR829/3988VG) (geotočka št. 22) se nahaja pri Šempolaju (San Pelagio) na nadmorski višini 179 metrov. Vhod se nahaja na severnem robu obsežne geotočke 'Škrapljišča Šempolaja (San Pelagio) in jama Lisičja luknja (Lindner)', v podolgovati vrtači, ki predstavlja na površju preoblikovano brez-

◀ Slika 4.2.27: Novo odkrita jama poleti 2022 (foto: Patrice Cabanel)



◀ Slika 4.2.29:
Širok glavni rov
v Lisičji luknji
(Lindnerjevi jami)
(foto: Sandro Sedran
S-Team)

Slika 4.2.30:
Grofova jama je bila
med prvo svetovno
vojno preurejena
v zavetišče in
poljsko bolnišnico.
Posebno vrednost
jame predstavlja
profil jamskih
sedimentov,
sestavljenih
pretežno iz
glinenega minerala
montmorillonita
(foto: Bojan
Otoničar)



stropo jamo in udornico (Slika 4.2.28). Jama je sestavljena iz bogato zasiganega velikega glavnega rova, nagnjenega pod kotom 40° proti jugozahodu, ki je občasno poplavljen in v tesni povezavi s sedem kilometrov oddaljenimi izviri Timave (Slika 4.2.29).

Na prvi pogled precej nepomembna, a znanstveno ena najpomembnejših jam na Krasu, je dokaj majhna Grofova jama ali Brezno na Grmadi (geotočka št. 11) (Slika 4.2.30), dolga 226 m in globoka 46 m. Nahaja se na nadmorski višini 275 m, približno 150 m nad ravnino planote, na severnem pobočju Grmade, na SZ robu Krasa, nad Brestovico pri Komnu, v neposredni bližini državne meje z Italijo.

Posebna vrednost jame je več metrov visok profil glinenih jamskih sedimentov, sestavljenih pretežno iz minerala montmorillonita.

Novejše raziskave so pokazale, da so to najstarejši znani jamski sedimenti v jugozahodni Sloveniji. Montmorillonit izvira iz vulkanskega pepela, najverjetneje enega od izbruhov vulkana Smrekovec v severni Sloveniji, morda pa tudi katerega od vulkanov v širšem sredozemskem prostoru, ki je, preden je bil prenešen v jamo, preperel na površju. Po različnih datacijskih metodah je bila montmorillonitna glina najverjetneje odložena v jamo pred približno 10 milijoni leti.

4.2.13 Devinske stene (geotočka št. 9)

Skoraj navpične plasti apnenca dajejo obali med Sesljanskim zalivom in starodavno Devinsko trdnjavo značilen previsni videz. V majhnem merilu stene (klif) ponujajo zelo zanimive elemente, kot

so površinski kraški pojavi redke lepote in razvitosti. Zaznamujejo ga tudi izdanki s fosili bogatih in petrografske zanimivih kamnin; med slednjimi velja izpostaviti kondenzirano litostratigrafsko zaporedje spodnje krede in paleocena. Prekinjene leče rožnate do rjave apnenčaste breče, boksitov in zelo redkih vadoznih pizolitov ter koncentrične sigove ponvice kredne paleojame so nekaj metrov pred kredno-paleogensko mejo. Klif doseže višino 90 metrov, njegov rob pa je v veliki meri mogoče prehoditi po Rilkejevi poti, po kateri se je med svojim bivanjem na Devinskem gradu (1911–1912) sprehajal nemški pesnik Rainer Maria Rilke, gost princeze Marie della Torre e Tasso. Ob poti, s katere se razprostira širok panoramski pogled od Tržaškega zaliva do Kopra in istrske obale do Gradeške lagune in izliva reke Soče, najdemo najrazličnejše površinske kraške oblike, katerih belina izstopa med barvami morja in pestre vegetacije.

4.2.14 Izviri Timave (geotočka št. 5)

Timava, ki odvaja večino vode Krasa, izvira pri Štivanu (San Giovanni di Duino) v štirih izviroh, ki odtekajo v treh rečnih kanalih s povprečnim pretokom $30 \text{ m}^3/\text{s}$, najmanjšim $7,4 \text{ m}^3/\text{s}$ in največjim $158 \text{ m}^3/\text{s}$. Povezan sistem poplavljenih jam, imenovan „Timavski sistem“, se razteza navzgor in povezuje izvire z jamo Timava (CSR1844/4583VG) in jamo Pozzo dei Colombi (CSR215/227VG). Jamsko potapljaška raziskovanja, ki so bila opravljena v preteklih letih (zlasti projekta „Timava“ in „Timavo System Exploration“), so dosegla globino 82 m pod morsk gladino in odkrila več kot 1.500 metrov rovov. Tehnične in logistične težave zaradi kalnosti vode, slabe vidljivosti (nekaj več kot meter v dobrih razmerah), globine in hitrosti toka so onemogočile nadaljnje raziskovanje. Domneva se, da bi moral imeti podzemni tok sistema Timave več deset kilometrov rovov. Timava nato nadaljuje pot po površju in se po manj kot 2 km izlije v Panzanski zaliv Jadranskega morja.

Blizu izvira je cerkev Svetega Ivana (San Giovanni in Tuba), zgrajena na zgodnjekrščanskih temeljih, nekoliko stran je arheološka Mitrejeva jama (Grotta del Dio Mithra) (CSR1255/4202VG), svetišče iz rimskih časov, in le nekaj več kot kilometer stran so termalni vrelci pri Tržiču (Monfalcone) (geotočka št. 4).



Slika 4.2.31: Osrednji del klifa, fotografiran z morja (foto: Luca Zini)



Slika 4.2.32: Prva veja izvirov Timave (foto: Luca Zini)



KRAŠKI KAMEN

5.1 Kraški kamen

Za apnenčaste kamnine v splošnem velja, da so odlični gradbeni kamni. Ponekod se zaradi plastnatosti naravno oblikujejo veliki kamniti bloki, ki jih lahko enostavno izkopljemo. Diageneza prispeva k dobrim geomehanskim lastnostim apnenec, njihova barvna pestrost pa k raznovrstni uporabi v arhitekturi. Obzidja, cerkve, preproste ali impresivne zgradbe, stolpi, mostovi in tlaki iz apnenec so zato prepoznaven del naselij v marsikateri državi. Trdnost, homogenost in možnost obdelave apnenec omogočajo obrtnikom in umetnikom ustvarjanje preprostih arhitekturnih elementov ali veličastnih umetnin, ki krasijo hiše in trge.

Na nekaterih območjih matičnega Krasa so sedimentni in diagenetski procesi prispevali k oblikovanju posebej kompaktnih, homogenih in debelih horizontov. Iz njih je mogoče pridobiti velike bloke



Slika 5.1.2: Rimski nabrežinski kamnolom Cava Romana: levo izkopi na pobočju, desno opuščeni podzemni izkopi (foto: Giancarlo Massari)

◀ Slika 5.1.1: Na Krasu so ljudje vedno uporabljali kamen. Starodavne veščine obdelave in gradnje so se skozi čas izgubljale in grozilo jim je izginotje. Pred tem so jih obvarovali samo zavzeti strokovnjaki, ki so prenašali znanje. Taki so se združili v čezmejnem Partnerstvu za ohranitev in popularizacijo kraške suhozidne gradnje na Krasu, ki je nastalo v sklopu programa UNESCO Man and Biosphere. Slika je posneta med jesenskim Kamentonom, to je »maraton« suhe gradnje, v Bazovici leta 2022 (foto: Sara Bensi)

apnenca, primerne za izdelavo nosilnih tramov, podpornih stebrov, podbojev, okenskih okvirjev, kipov, skulptur in žarnih posod. Za takšne apnenca pogosto uporabljamo poimenovanje »kraški marmor« (Slika 5.1.2).

Kraške kamnine seveda niso »marmorji« v geološkem smislu, saj niso bile podvržene metamorfozi, ki bi spremenila njihove prvotne petrografske in mineraloške lastnosti. To so apnenca, karbovatne organogene sedimentne kamnine. Po kemični sestavi vsebujejo več kot 98 % kalcijevega karbonata (CaCO_3) in manj kot 1 % magnezijevega karbonata (MgCO_3) ter druge primesi zgolj v sledovih. Razpon prostorninske teže je do $2,65 \text{ kg/dm}^3$, koeficient vpojnosti je zelo



Slika 5.1.3: Fotografija nabrežinskega kamnoloma Cava Romana na stari razglednici, kjer je lepo vidno dvigalo »derrick«

nizek, odpornost proti stiskanju, upogibanju, udarcem in obrabi je odlična, koeficient toplotnega raztezanja je zanemarljiv.

Na kratko: s komercialnega vidika so vsi kraški apnenci odličen "marmor", to je različica naravnega kamna s trdoto 3-4 po Mohsovi trdotni lestvici. Kraške apnenice lahko poliramo in so primerni za dekoracijo ter uporabni na različnih področjih gradbeništva in izdelave stavbne opreme.

Zaradi spremenljivosti sedimentnih okolij na Jadransko-dinarski karbonatni platformi v obdobju krede, danes izkoriščamo zelo različne tipe 'kraških marmorjev': *Aurisina chiara*, *Aurisina fiorita*, *Aurisina granitello*, *Roman stone*, *Fior di mare*, *Repen classico chiaro*, *Repen classico zolla*, *Lipica unito*, *Lipica fiorito* in *Kopriva*. Poleg različic, ki jih pridobivajo še danes, so nekoč izkopavali še Komenski ploščasti apnenec (Slika 5.1.6), pisano kraško brečo, rdečo ali rumeno jamsko sigo in črni pikčasti apnenec *Nero Gabria* (po kraju Gabrje pri Sovodnjah ob Soči).

Uporaba različic Nabrežinskega apnenca *Aurisina* je bila najbolj razširjena v rimskih časih, tipa *Repen* in *Lipica* so pozneje zaradi nepropustnosti vode vedno bolj uporabljali pri gradnji objektov.

Iz materialnih sledi in tudi iz pisnih virov ali ustnega izročila izhaja, da je bilo v 18. in 19. stoletju na Krasu več kot 400 delujočih kamnolomov. Najstarejše sledi pridobivanja kamna najdemo v Nabrežini, in sicer v najvišjem delu stene starega rimskega kamnoloma, tako imenovanega *Cava Romana* (Sliki 5.1.2 in 5.1.3).

Poleg velikih kamnolomov, kjer so zaradi morfoloških in litoloških razmer, naklonjenih pridobivanju velikih kamnitih blokov, kamen pridobivali že od antičnih časov, so prebivalci odprli tudi manjše kamnolome, iz katerih so pridobivali material za gradnjo hiš, sakralnih objektov in drugih javnih objektov, za gradnjo zidov in pokrivanje streh. Poleg bližine kamnolomov mestom uporabe, so pri izbiri kamna upoštevali njegovo barvo, homogenost, dekorativnost ter predvsem tehnične in fizikalno-mehanske lastnosti glede na uporabo: zunanost ali notranost, gradnja ali okras, lažja obdelava ali večja trdnost.

Že od najzgodnejše poselitve so bili skoraj vsi prebivalci Krasa na nek način povezani s pridobivanjem kamna. Lokalni prebivalci so se

izurili za delo v kamnolomih ali kamnoseštvo in se povezali v več kamnoseških delavnic. Na tem območju je imela do začetka 20. stoletja tako rekoč vsaka družina vsaj enega člana, ki se je ukvarjal z omenjenimi dejavnostmi in s tem zaslužil majhno plačo.

Postopki pridobivanja kamna so se skozi stoletja spreminjali. Že v rimskih časih so apnenec izkoriščali tako v odprtih kopih kot tudi podzemno. Kamnite bloke so izrezali tako, da so s krampi in z dleti najprej izkopalili utore, v katere so namestili lesene zagozde, kasneje železne, ki so jih zabijali v kamen in s tem ustvarili razpoke. Te so širili z dolgimi železnimi vzvodi, dokler se blok ni odlomil. Sledila je obdelava izven kamnoloma, kjer so blok s koničastimi dleti, z macolami in različnimi kladivi obdelali do zelene oziroma primerne velikosti. Za premikanje blokov so uporabljali valjaste palice, za dvigovanje posebne naprave z več škripci, za prenos na daljše razdalje pa so uporabljali posebne vitle. Za pritrditev vrvi so na stranske ploskve blokov namestili matice ali čepe, uporabljali so tudi posebne železne škarje, ki so jih vstavili v luknje na stranskih stenah ali pa v sredino zgornje ploskve.

Od druge polovice 19. stoletja so v kamnolomih uporabljali eksploziv in smodnik. V začetku 20. stoletja so začeli uporabljati vrtalnike na stisnjen zrak in spiralno žico. Ta postopek so v kraških kamnolomih množično uporabljali vse do zgodnjih osemdesetih let 20. stoletja. V zadnjih desetletjih uporabljajo najsodobnejše tehnike za rezanje kamna – diamantna žica ali diamantna verižna žaga.

Glede na vrsto kamnoloma se je precej spreminjal način ravnanja s kamnitimi bloki. Pri površinskih odkopih so bloke prevažali po nagnjenih stezah, po katerih so jih navzgor vlekli z vitli. Pri podzemnem izkoriščanju je bilo premikanje blokov (in tudi odpadnega materiala) mogoče le s pomočjo močnih dvigal (*derrick* žerjavov),



Slika 5.1.4: Teoderikov mavzolej v Raveni s streho, izdelano iz enega bloka Nabrežinskega apnenca (foto: Franco Cucchi)

ki so bila do nedavnega nepogrešljiva pri delu v kamnolomih. Dandanes za dvigovanje blokov uporabljajo zmogljive bagre.

Prvi, ki so uporabljali kraški kamen, so bili prebivalci prvih stalnih naselbin, tako imenovanih gradišč oziroma kaštelirjev - to so bile utrjene vasi, zgrajene na vrhu vzpetin. Poleg gradnje stanovanjskih hiš, se je uporaba kraškega kamna za večje in pomembnejše zgradbe začela s širitvijo rimskega mesta Oglej (Aquileia) in razvojem njegovega пристanišča po letu 100 n. št.

Na začetku prvega tisočletja je bila na območju takratne regije *X Venetia et Histria* uporaba kraškega kamna povezana predvsem z grobišči, z žarami,

zapečatenimi s pokrovi, epigrafi, s stelami in z oltarji, razporejenimi vzdolž dveh glavnih transportnih poti: *Via Julia Augusta* in *Via Postumia*. S postopnim pridobivanjem strateškega in gospodarskega pomena prestolnice Oglej se je začela gradnja templjev, trgov, gledališč in drugih zgradb. Kamnite bloke so s Krasa pripeljali v kamnoseške delavnice v Ogleju kjer so jih obdelali in jih nato uporabljali po celotnem mestu in okolici. Največji razmah je uporaba kraškega kamna dosegla med 1. in 3. stoletjem našega štetja.

Kamnite bloke, izkopane v Nabrežini, so do Ogleja ali v *Tergeste* (mesto na območju današnjega Trsta) splavljali iz sesljskega zaliva po Jadranskem morju. Na *Capitoliumu* v rimskem mestu *Tergeste* so bile v tem času iz kraškega kamna zgrajene številne veličastne stavbe, kar je pomenilo znatne prihranke, v primerjavi z uvoženimi naravnimi kamni, še vedno pa je zagotavljalo trdnost in veličastnost.

Med kamnitimi bloki, pridobljenimi v kamnolomu v Nabrežini, je najbolj znan *'ingens saxum'*, monolitna streha Teoderikovega mavzoleja v Raveni (Slika 5.1.5), ki je od leta 1996 na Unescovem seznamu svetovne dediščine. Kamniti blok je okrogel, s premerom



Slika 5.1.5: Na slovenski strani Krasa so najdragocenejši kraški kamni Lipica fiorito (levo zgoraj) in Lipica unito (levo spodaj) iz kamnoloma Lipica (ki ustrezata tipoma Aurisina fiorita in Aurisina chiara iz Kamnoloma Nabrežina), nato Repen (desno zgoraj) in Kopriva (desno spodaj), vrsti apnenca iz kamnoloma Doline (ustrezata tipoma Repen classico zolla in Repen classico chiaro v Italiji), ter butični temni apnenec Kazlje (foto: Bogdan Jurkovšek)

10,76 metra in debelino 3,09 metra - kamen tehta skoraj 300 ton! Kako so tak blok izkopal, prepeljali v Raveno in kako so ga, okoli leta 520 našega štetja, postavili na desetkotno krožno strukturo mavzoleja, visoko petnajst metrov, je še vedno uganka.

O uporabi kraškega kamna pri pomembnih gradnjah v obdobju od srednjega veka pa vse do 17. stoletja je le malo znanega. To pa se je povsem spremenilo, ko je Trst z okolico pridobil pomen svobodnega pristanišča Habsburškega cesarstva. Po izgradnji južne železnice, ki je povezala Dunaj s Trstom (1857), se je za kraške kamnolome začelo obdobje največjega razcveta. Uporaba kraškega kamna se je hitro razširila po celotnem cesarstvu in tudi širše. Nabrežina je postala najpomembnejše središče obdelave in distribucije kamna z območja Krasa in celo Istre. Apnenec iz nabrežinskega kamnoloma gradi več znamenitih spomenikov in prepoznavnih zgradb v Trstu (grška pravoslavna cerkev, stavba borze, grad Miramar), na Dunaju (Burgtheater, Narodna opera, palača Hofburg in stavba parlamenta), v Milanu (železniška postaja v Milanu, 1930), Budimpešti in drugih evropskih mestih ter celo na vhodu v Sueški prekop.

Danes imata na slovenskem delu Krasa le dve podjetji koncesijo za pridobivanje apnenca. Prvo podjetje pridobiva kamnite bloke na več lokacijah: Kopriva (apnenec tipa *Kopriva*), Doline (apnenca tipov *Repen* in *Kopriva*) in Lipica (apnenca tipa *Lipica unito* in *Lipica fiorito* (Slika 5.1.5) (glej tudi 4. poglavje). Drugo, manjše podjetje, pa ima kamnolom v Debeli Griži pri Povirju (apnenec tipa *Repen*).

Na italijanskem delu Krasa sta v nabrežinskem pridobivalnem bazenu manjše podjetje in združenje več samostojnih podjetij, ki izkoriščajo več kamnolomov. Pridobljeni kamen je izključno lokalni: *Aurisina chiara*, *Roman stone*, *Aurisina fiorito* in *Aurisina granitello*. Na območju Cola in Repna tretje podjetje pridobiva apnenca *Repen* in *Fior di Mare*.

Kamnolome na Krasu moramo ohranjati, saj je izkoriščanje kamna del tradicije in identitete regije. Pri tem je treba upoštevati estetsko in okoljsko ranljivost območja. Opuščeni kamnolomi so pogosto impresiven element kulturne krajine, še posebej tam, kjer je bilo kamnoseštvo glavna gospodarska dejavnost celotnega območja. Kamnolome sicer pogosto dojemamo kot »rane« v naravnem oko-



Slika 5.1.6: Opuščeni površinski kop Komenskega ploščatega apnenca v Gabrovici (Slovenija), ki so ga uporabljali za pokrivanje streh in tlakovanje (foto: Bogdan Jurkovšek)

lju, vendar danes ponujajo številne druge možnosti uporabe. V vseh delujočih kamnolomih in na potencialno zanimivih nahajališčih gradbenega in tehničnega kamna je mogoče nadaljevati ali pa na novo začeti pridobivati kamen le ob upoštevanju visokih okoljskih standardov. Poleg tega pa si moramo prizadevati tudi za ohranitev manjših kamnolomov, kjer bi bilo mogoče omejeno pridobivati tiste tipe kraških apnenecov, ki so primerni za obnovo avtentične kraške arhitekture.



5.2 Kras kot kulturna krajina

Od prazgodovine pa vse do danes je kamen nedvomno najbolj prepoznaven element kraške kulturne krajine. Kamen je bil osnova za gradnjo tako v urbanih območjih kot na podeželju vse do 20. stoletja, ko se je začela prevlada betona. Večstoletna praksa uporabe kamna je ustvarila posebno kraško krajino, sestavljeno iz prepleta neštetihih suhih zidov in raznovrstnih kamnitih zgradb – pastirskih hišk, hiš in vasi, utrd in gradov, cerkva in kapelic. Kamen so že od nekdaj pobirali, lomili, oblikovali in uporabljali za posvetne, sakralne in vojaške namene. Sledi, ki jih še danes srečujemo na Krasu, so dokaz veččin in neprekinjene želje po uporabi tega edinstvenega gradbenega materiala, apnenca.

Gradišča

Najstarejše naselbine na Krasu, tako imenovana *gradišča* (tudi *kaštelirji*) segajo že v čas bronaste in železne dobe. Običajno so bile zgrajene na vrhovih vzpetin in utrjene z obrambnim zidovjem. Zidovi so bili grajeni s kamenjem brez veziva, takorekoč na suho. Naselbine so bile obdane z enim ali več koncentričnimi masivnimi obzidji in so bile v tlorisu najpogosteje nepravilne, pogojno krožne ali elipsaste oblike. Obzidja so oklepala bivalni prostor, v obsegu so najpogosteje merila slab km, večja gradišča so bila razmeroma redka.

Običajno so gradišča gradili na vzpetinah ali na izpostavljenih legah, kjer so sledila naravni konfiguraciji terena. Do danes jih je evidentiranih preko 100, med temi pa so tudi taka, ki so bila grajena na bolj položnem svetu (na primer Debela griža, Slika 5.2.1). Le malokatera so bila strokovno raziskana, tako da o njihovi strukturiranosti in življenju vemo razmeroma malo. Gre vsekakor za prva stalna nase-

lja, pri katerih so se prebivalci prvenstveno preživljali s kmetijstvom, predvsem živinorejo. Gradišča postopoma izgubijo pomen z rimskim zavzetjem teh krajev, s čemer pride do spremembe poselitve in premika njenega težišča v ravnino. Vključitev Krasa v rimsko državo je z vzpostavitvijo novih trgovskih, upravnih in verskih središč namreč sprožila uveljavitev novih poselitvenih vzorcev, rimskodobna naselja so bila tako postavljena na ravninah pod gradišči, na najugodnejših legah v bližini kmetijskih površin in predvsem komunikacij.

V burnem času pozne antike, ko se temelji rimske države v teh krajih začnejo krušiti, se težišče poselitve ponovno umakne na bolj odročne in težje dostopne kraje. S tem postanejo nekatere lokacije nekdanjih gradišč ponovno aktualne, tokrat kot utrjena naselja, ki so se pozneje razvila v gradove oziroma tabore. S tem se razvije dvojni poselitveni vzorec, z naselbinami na ravnini in na vzpetinah (npr. Štanjel), ki zaznamuje kraško kulturno krajino še danes. Na mestih nekdanjih utrd so v srednjem veku zgradili številne trdnjave (tabore) in tudi gradove.

Gradišče Gradec pri Repniču (Rupinpiccolo) je dober primer gradišča, kjer je bilo obzidje dovolj ohranjeno, da je bilo deloma tudi rekonstruirano in predstavljeno obiskovalcu; poleg obzidja je tu viden tudi vhod, ki je v železni dobi vodil v notranjost naselbine.

Repentabrski Tabor (Rocca di Monrupino) (Slika 5.2.2) je dober primer naselbine, ki bila zasnovana v prazgodovini in je bila kontinuirano poseljena vse do današnjih dni. Gradišče je bilo zgrajeno na strateški legi na enem od vrhov grebena, ki poteka vzdolž Krasa in danes ločuje tržaški del Krasa od slovenskega. Na griču je bilo najprej postavljeno prazgodovinsko gradišče, nato rimska postojanka, v srednjem veku obrambna arhitektura s cerkvijo (tabor), ki je ljudi varovala pred vdori plenilcev. Gradišče, čigar ostanke obzidja lahko občudujemo ob vzponu na grič, sodi med večja gradišča tega dela Krasa. Srednjeveški Tabor je zelo dobro ohranjen. Tabori so navadno utrjena naselja s cerkvijo, ki so služila kot pribežališča v času turških vpadov in jih v večjem številu poznamo z območja celotne Slovenije. Približevanje grožnje so si takrat označevali s prižiganjem kresov.

Prazgodovinska naselbina je obsegala tudi celotni zgornji del šta-

◀ Slika 5.2.1: Prazgodovinsko nižinsko gradišče Debela griža pri Volčjem Gradu (foto: Roberto Valenti)



Figure 5.2.2: Community house of Rocca di Monrupino-Tabor (Photo: Sara Bensi)

njelskega griča, ki stoji na robu kraške planote. Štanjel je obvladoval večji del komenskega Krasa, kot tudi prehode po dolini Raše in Branice. Arheološke raziskave so pokazale, da sodijo začetki naselbine že v čas bronaste dobe, vendar večina odkritih sledov sega v železno dobo. Poleg ostankov obzidja so bili tu odkriti tudi ostanki objektov, ki so bili grajeni v tehniki suhega zidu. Ostanki rimskodobne arhitekture in številne rimske najdbe na štanjelskem griču razodevajo

pomembno rimsko naselbino ter pozno-rimsko postojanko. V pozni rimski dobi je na temenu griča stala utrdba ali stolp, ki je služila vojaški posadki za nadzor nad prehodi v Vipavsko dolino. Z območja vrha Gledanica je mogoče dobro vizualno komunicirati celo z gorskim prelazom na Hrušici (*Ad Pirum*), preko katerega je iz Italije (Akvileje) proti Ljubljanski kotlini (*Emoni*) in naprej v Panonijo potekala glavna rimska cesta. Ruševina na vrhu štanjelskega griča je verjetno ostanek stolpa iz 13. ali 14. stoletja. Pod stolpom se je razvila naselbina, ki se je postopoma razširila v utrjeno taborsko naselje.

Med slikovitejša gradišča nedvomno sodi tudi gradišče Gradec pri Slivnem (*Castelliere di Slivia*), katerega ostanki mogočnega obzidja so še posebno dobro vidni. Zgrajeno je bilo v srednji bronasti dobi, poseljeno pa skoraj vso železno dobo.

Eno največjih in dobro ohranjenih gradišč na slovenskem delu Krasa je Vahta pri Kazljah. To prazgodovinsko gradišče izjemnih dimenzij je bilo zavarovano z dvojnimi obzidjem. Nič manj izjemno in dobro ohranjeno je tudi nižinsko gradišče Debela griža pri Volčjem gradu. Boljše ohranjena gradišča ležijo še pri Brestovici, Svetem pri Komnu, nad Škrbino, v Temnici, Kobdilju, Škocjanu pri Divači, Poviru, Tomaju, Rodiku in drugje.

Poleg Tabora pri Repentabru sodita med boljše ohranjene pozno srednjeveške arhitekture tudi krožna stolpa v Dolenji vasi in v Lokvi, morda pa je med vsemi najiminenitnejši predstavnik srednjeveške obrambne arhitekture grad v Devinu.



Slika 5.2.3:
Suhi zid (levo)
in hiška (desno)
sta značilna
elementa kulturne
krajine Krasa
(foto: Sara Bensi)

Suhi zidovi in hiške

Kamen, ki so ga že v bronasti dobi uporabljali za gradnjo gradišč, so uporabljali tudi kot gradbeni material za suhe zidove. S trebljenjem kamenja so pridobili kmetijska zemljišča, z gradnjo suhih zidov pa zaščitili tla in rastline pred močno in mrzlo burjo ter hkrati razmejili zemljišča. Nizki suhi zidovi so postali prepoznaven element kulturne krajine Krasa, ki sta jo v prvi vrsti pogojevala pomanjkanje površinske vode ter zelo plitva, za obdelavo zemlje neprimerna tla, kar je vodilo predvsem v pašništvo in živinorejo.

Izven naselij, običajno na robovih polj in ob suhih zidovih, so ljudje gradili posebne objekte običajno krožnega tlorisa in s stožčasto

kamnito streho. Gre za t.i. hiške, preprosta zavetišča, ki so jih uporabljali pastirji ali kmetje, ko so delali daleč od vasi (Slika 5.2.3). V skoraj vseh primerih so to enoprostorni objekti, zgrajeni iz blokov apnenca in apnenčevih škrl, ki so jih nabrali v okolici. Pogosto so bila zgrajena s prekrivanjem kamnitih plošč, ki so jih, ko so dosegli zeleno višino, pomikali proti sredini, in tako ustvarili nepravo kupolo. Notranjost je običajno merila le slaba 2 m², znane pa so tudi hiške z manj kot 1 m² ali pa skoraj 5 m² površine; povprečna notranja višina je merila slab pol drugi meter. Navadno so bile hiške brez vrat, njihov vhod pa je bil vedno obrnjen stran od burje.

Kraška hiša

Tradicionalne kraške hiše so običajno majhne, enocelične, včasih z dodatno in ločeno kuhinjo (*spahnjenca*). Premožnejše družine so si privoščile večje objekte z nadstropjem ter zunanjim stopniščem. Tako stanovanjski kot tudi gospodarski objekti so se odpirali na obzidano dvorišče (*borjač*). Tradicionalna kraška hiša je bila zgrajena iz neobdelanega ali delno obdelanega kamna, včasih pridobljenega kar s čiščenjem polj in pašnikov. Ostrešje je bilo leseno, pogosto hrastovo, kritina pa je bila sprva slamnata, nato pa kamnita, iz kamnitih plošč (*škrle*). Strešnike so začeli uporabljati precej kasneje kot drugod. Uporaba lokalnega kamna je skupaj z apnom in lesom omogočila Kraševcem popolno samooskrbo z materiali za gradnjo.

V Repnu stoji Kraška hiša, ki je od leta 1968 preurejena v muzej, in ki ponuja vpogled v značilno kraško domačijo z vsemi raznolikostmi, pristno notranjo opremo, npr. posodjem in drugimi predmeti za vsakodnevno uporabo v gospodinjstvu. Domačija ima zaprto dvorišče (*borjač*) in kamniti portal (*kaluna*). Hiša ima streho iz ploščastega apnenca, kvadratna okna s kovinskimi rešetkami, vrata s kamnitim podbojem in kamnite stopnice za dostop do lesenega balkona (*gank*) (Slika 5.2.4, levo). V hiši je s kamnom tlakovana kuhinja s krušno pečjo, odprtim ognjiščem in značilno stensko nišo za vodo (*škafenca*) in polico za vrče. Domačijo sestavljajo še hlev, kokošnjak, gnojišče, skedenj in orodjarna. V muzeju vsaki dve leti konec avgusta prirejajo Kraško ohcet (glej tudi poglavje 5.3), pomemben etnografski običaj na Krasu (Slika 5.2.4, desno).

V muzej z etnološko zbirko je urejena tudi Kraška hiša v Štanjelu. V pritličju je gospodarski del, v prvem nadstropju bivalni del. S škrlate

strehe je deževnica po kamnitih žlebovih speljana v monumentalni javni vodnjak ob njej, kar priča o pomenu vode za Kras. Hiša odraža arhitekturne posebnosti prvotnih kraških hiš, grajenih v času romanike in gotike.

Škrateljnova domačija v Divači je izjemen primer kraškega kmečkega stavbarstva iz 17. stoletja, kjer stanovanjski del predstavlja Škrateljnova hiša, nadstropna hiša s kasneje prizidano kuhinjo (Slika 5.2.5). Fasada objekta je zelo razgibana s strmo naklonjeno streho,



pokrito s škrlami iz ploščatega apnenca, medtem ko je streha, ki pokriva balkon (*gank*), pokrita z opečnimi strešniki. Pomožni objekti, vključno s hlevom, ograjenim svinjakom in vinsko kletjo, so pokriti s strešniki. Celoten kompleks je danes Muzej slovenskih filmskih igralcev s stalno razstavo v čast filmski igralki Iti Rini, rojeni v tem kraju leta 1907.

Slika 5.2.4:
Levo - Kraška hiša v Repnu (foto: Roberto Valenti);
desno - detajl hiše ob Kraški ohceti leta 2022
(foto: Sara Bensi)

Slika 5.2.5:
Škrateljnova hiša v Divači
(foto: Mitja Guštin)





◀ Slika 5.2.6:
Vas Štanjel, obdana
z obrambnim obzidjem
(foto: Jošt Gantar)

Kraške vasi

Skozi čas se je strukturiranost vasi na Krasu najbrž spreminjala, v osnovi pa je možno prepoznati prvine, ki se kontinuirano ohranjajo vse do danes. V vaseh so se hiše in druge zgradbe nizale eno poleg druge in tako oblikovale sistem ulic, imenovane *gase*, ki so bile značilne za kraška naselja v srednjem veku. Kasneje so hiše zidali okoli dvorišč (*borjačev*) z visokimi kamnitimi zidovi in vhodom s kamni-

tim portalom (*kaluna*). Stavbe v vaseh so si bile po videzu in velikosti podobne, tudi arhitektura cerkva ali utrdb se ni veliko razlikovala od hiš. Apnenec je bil prevladujoč material, ki so ga uporabljali za zidanje in izdelavo najrazličnejših predmetov. Za domačo rabo so vse, kar je bilo mogoče, izdelali iz kamna, na primer obode vodnjakov, žlebove, posode za shranjevanje živil, korita za napajanje živine, ipd.

Številne kraške vasi so, v celoti ali vsaj v osrednjih delih, vse do danes ohranile srednjeveško zasnovo z mrežo ulic, ki povezujejo po-

samezne domačije. Izjemen primer kraške arhitekture in kulture je Štanjel, (Slika 5.2.6). Strnjena vas se vzdolž ulic razprostira po pobočju griča in je obdana z obrambnim obzidjem. Na vzhodni strani vasi se razprostira čudovit Ferrarijev vrt iz obdobja med obema vojnoma, ki ga je zasnoval pomemben slovenski arhitekt Maks Fabiani. Pod vhodom v vas stojita grad in cerkev, ki skupaj tvorita večji trg z vodnjakom.

Sakralna arhitektura

Skoraj vsaka vas na Krasu ima svojo cerkev ali vsaj kapelico - prav zato so pomemben del kraške pokrajine. Cerkev Matere božje vnebovzete v Šmarju pri Sežani je med najbolj ohranjenimi (Slika 5.2.7), z izvorno gotško zasnovo, s strmo kamnito streho in zvonikom nad vhodom. Cerkev sv. Tilna v Svetem pri Komnu uvrščamo med najpomembnejše spomenike sakralne arhitekture v Sloveniji. Cerkev ima edinstveno osmerokotno ladjo, pokrito z dežnikasto streho, ki jo podpira en sam, prvotno lesen steber. Svetišče Marije vnebovzete v Repentabru ohranja strukturo zgradb in obzidij iz 16. stoletja; osrednji del stavbe se naslanja na notranjo polico prvotne zgradbe tabora, apsida pa neposredno na strmo pečino. Starodavna cerkev sv. Marije na Pečah iz 13. stoletja je zgrajena na strmi skalni vzpetini v dolini Glinščice in je znana romarska destinacija.

Gradovi

Predvsem v severnem delu Krasa so ohranjeni ostanki srednjeveških in novodobnih gradov, utrd in trdnjav. Med sodobnejšimi ohranjeni gradovi pa izstopa grad Miramar, znamenita habsburška rezidenca s pogledom na morje (Slika 5.2.8). Maksimilijan Habsburški je sredi 19. stoletja naročil gradnjo posebne železniške postaje ob zgodovinski progi Dunaj – Trst za lažji dostop do gradu.

Na skrajnem južnem delu Krasa so zanimive ruševine srednjeveških vojaških stavb, ki so bile zgrajene za zaščito prometnih povezav in trgovskih poti v Istro in Ljubljano. Tak je na primer Muhov grad v dolini Glinščice.

Prva železnica

Za povezavo Dunaja z južnim delom cesarstva in s tržaškim pristaniščem je bila leta 1857 odprta Južna železnica ali „Südbahn“. Da bi obšli višinsko razliko med Divačo in Trstom, je bilo treba progo graditi med vrtačami in drugimi kraškimi pojavi in je tako postala pomembna sestavina tega dela Krasa. Iz istega razloga so med Trstom in Tržičem (Monfalconom) leta 1928 odprli novo tržaško obalno cesto (*Strada Costiera Trieste*), ki prečka kraška pobočja tik pred naravnim predorom (*Crepa Magna*) do Sesljana. Cesta ponuja čudo-

Slika 5.2.7: ▶
Cerkev Matere božje vnebovzete v Šmarju pri Sežani
(foto: Fabiana Pieri)



Slika 5.2.8:
Grad Miramar v Tržaškem zalivu
(foto: Giancarlo Massari)



vite razglede na preplet raznolikosti kamninskih plasti, preko zaliva, na visoka pobočja, na klife nad morjem in čez do Devinskega gradu na eni strani ter gradu Miramar in Trsta na drugi strani.

Vojaška arhitektura

Številne priče prve in druge svetovne vojne, ki so ostale v naravi, so ‚muzeji na prostem‘, kjer so še danes vidni številni strelski jarki, utrdbe, predori, mulatjere in vojaška zaklonišča.

5.3. Kmetijstvo, običaji in geoprodukti geoparka

Kras je območje s tisočletno zgodovino, skozi katero so dejavnosti človeka, med njimi predvsem kmetijstvo, vplivale na razvoj tipične kulturne krajine. Ti vplivi se zrcalijo v tipičnih kraških pridelkih, kuhinji in priljubljenih tradicionalnih dogodkih.

Geopark je območje s specifičnimi naravnimi značilnostmi, ki vplivajo na dejavnosti človeka, posebej na kmetijstvo in posledično na kuhinjo ter sorodne običaje, ki so se razvili skozi čas in se dandanes še vedno ohranjajo. Lokalni izdelki, navade in običaji se pogosto razlikujejo od vasi do vasi. To poglavje skuša predstaviti najbolj tipične in pomembne, ki jih je smiselno vključiti v predstavitev geoparka in so lahko osnova trajnostne turistične ponudbe.

5.3.1 Kmetijstvo

Ob upoštevanju geografske lege, naravnih značilnosti (geoloških, hidrogeoloških, botaničnih, podnebnih, ...), zgodovinskih in socioloških dejstev lahko ocenimo, da je to pretežno podeželsko območje z majhnimi naselji, kjer so kmetijske dejavnosti že stoletja glavni vir preživetja.

Sledi prazgodovinske rabe zemljišč in razdelitve na Krasu kažejo na rejo drobnice, goveda in poljedelstvo. Naravno rastlinje je gozd, ki je bil zaradi širjenja pašnikov, senožeti in polj močno izkrčen. S tem sta se pospešili vodna in vetrna erozija, ki sta v zadnjem tisočletju postopoma spremenili Kras v golo pokrajino. V 19. stoletju se je začelo sistematično pogozdovanje, najprej neuspešno s hrastom (*Quercus spp.*) in nato uspešno s črnim borom (*Pinus nigra*). Gospodarske spremembe in razvoj nekmetijskega gospodarstva v drugi polovici 20. stoletja sta veliko prispevala k zmanjšanju aktivnega kmečkega prebivalstva. Začelo se je opuščanje kmetijstva in posledično tudi intenzivno naravno zaraščanje kmetijskih zemljišč, ki je še vedno v teku. Dodaten razlog za opuščanje obdelave polj in travnikov je neustreznost kraške zemlje za mehanizirano obdelavo.

Kras in Brkini so bili skozi zgodovino podeželsko zaledje Trsta. Mesto so oskrbovali s hrano, z lesom, drvi, obrtniškimi izdelki in tudi ledom. Slednjega so pozimi rezali iz kalov in ga shranjevali v *ledeni-*



Slika 5.3.1: Paša je ena od oblik preprečevanja izgube biodiverzitete zaradi zaraščanja kmetijskih površin (foto: Roberto Valenti)

cah, ki so bile naravne (jame) ali izkopane. V njih je bila stalna temperatura, zato se je led v ledenicah ohranil celo leto ali vsaj velik del leta. Poleti so ga rezali in prodajali v Trst.

Podnebne razmere in rodovitnost tal so omogočale razvoj vinogradništva in sadjarstva, ki sta pomembni veji kmetijstva z dolgoletno tradicijo. V sadovnjakih običajno gojijo jabolka, češnje, slive, breskve in orehe za domačo uporabo in ne za prodajo. Sadjarstvo je še posebej pomembno v jugovzhodnem delu geoparka, v Brkinih. Tu so pogoji bolj primerni in iz pridelkov proizvajajo tudi suho sadje in kuhajo žganje. Med drugimi dejavnostmi so turizem na kmetijah, proizvodnja oljčnega olja, mlekarnstvo in sirarstvo.

Vinogradništvo je verjetno ena najbolj priznanih vej kmetijstva in velik vir dohodka. Kljub dejstvu, da so kraška tla skalnata in gola, je Kras priznani vinorodni okoliš, kjer uporabljajo priznane mednarodne vrste, vendar je poudarek na avtohtonih, kot so Glera, Vitovska, Malvazija, Refošek in Teran (Slika 5.3.2).

5.3.2 Geoprodukti

V tem razdelku so predstavljeni lokalni pridelki, ki so na tak ali drugačen način tesno povezani z geološkimi značilnostmi območja.

Teran

Teran (v italijanščini Terrano) je slovenska in italijanska sorta vina (ne smemo ga zamenjati s povsem drugačno sorto grozdja, tudi imenovano Teran, ki je avtohtona v hrvaškem delu istrskega polotoka), ki nosi oznako priznana tradicionalno poimenovanje. Pridelu-

jejo ga že od antike naprej, omenjen je bil v rimskih in grških virih, pa tudi v srednjeveških nemških in v Valvasorjevi knjigi „Slava vojvodinje Kranjske“ iz 17. stoletja. Trta, na kateri raste grozdje, je sorte Refoš, ki pa zaradi kraške zemlje *terra rosse* (jerovice) dobi svoj značilen okus in barvo. Kot tak je neločljivo povezan z apnenčasto matično podlago in je nedvomno prvi zasluži poimenovanje *geoprodukt*. Teran pridelujejo izključno na Kraški planoti, na slovenski in italijanski strani, in je glavno rdeče vino na tem območju.



Slika 5.3.2:
Kraška pokrajina z vinogradi
(foto: Bogdan Jurkovšek)

Kraški pršut

Kraški pršut spada v skupino sredozemskih pršutov in ima geografsko označbo zaščiteno v EU (ZGO). Zaščita Kraškega pršuta temelji na: naravnih in podnebnih značilnostih kraške pokrajine, tradiciji in prenosu znanja domačinov na današnje rodove, na njegovem dolgoletnem ugledu, predvsem pa njegovim značilni kakovosti. Osnova zanj je prašičja zadnja noga ali stegno, zorjeno na zraku najmanj devet mesecev po tradicionalnem receptu. V tem času se razvijejo tipična tekstura, barva, vonj in okus kraškega pršuta. Edinstvena kraška klima z burjo omogoča proizvodnjo pršuta in tudi drugih suhomesnatih proizvodov, značilnih za Kras (zašink, panceta, salame, itd.).

Brinjevec

Brinjevec (ali brinovec) je močna alkoholna pijača (med 40 in 50 % alkohola), ki jo proizvajajo na slovenskem območju geoparka. Destilirana je izključno iz zmletih in fermentiranih brinovih (*Juniperus communis*) jagod ter se razlikuje od podobnih pijač, ki imajo različne alkoholne baze z dodanim okusom brina (gin, slovaška borovička, nizozemski jenever, srbska klekovača itd.).

Brkinski slivovec

To je slivovo žganje iz lokalnih avtohtonih sliv. Proizvajajo ga v posebnih bakrenih loncih, predvsem v jugovzhodnem delu območja geoparka v Brkinih, in je zaščitena pijača z geografsko označbo (GI) po slovenski uredbi.

Kraški med

Zaradi geografskega položaja in podnebnih razmer ima Kras edinstveno cvetlično sestavo trav, detelj, zelišč, gozdnih in grmovnih vrst. Le na Krasu medijo rešelika, ruj, kraški šetraj (žepek), prava kadulja, dolgostebelna materina dušica. Čebele imajo zato raznoliko pašo, bogato z aromatičnimi snovmi, kar se odraža v specifični, polni in živahni aromi medu in v intenzivni barvi.

V Sloveniji ima čebelarstvo dolgo in bogato tradicijo, med se proizvaja po strogo določenih postopkih, z zaščiteno avtohtono podvrsto Kranjsko čebelo (*Apis mellifera carnica*). Zato je slovenski med

(ZGO), prav tako tudi Kraški Med (ZOP), zaščiteno v skladu z nacionalno in evropsko zakonodajo.

Približno sto čebelarjev je aktivnih na italijanski strani geoparka, večinoma so to mala ali srednje velika podjetja, ki imajo skupaj okoli tisoč panjev. Posebej velja omeniti med rešeljike (*Prunus mahaleb*), grma oziroma manjšega drevesa, ki raste na kraških karbonatnih tleh. Med, imenovan tudi *marasca* ima oznako PAT (*Prodotto agroalimentare tradizionale*), t.j. Tradicionalni agroživilski izdelek, je rdečkasto jantarne barve in z rahlo grenkim okusom po mandljih.

Kraški sir

Kot že omenjeno je na območju geoparka dolga tradicija živinoreje in mlekarstva. Zaradi bogate botanične pestrosti z veliko zelišči, imajo kraški siri, posebno bogato aromo in okus tudi brez dodatkov. Posebnost območja je sir, ki ga proizvaja kmet v bližini Nabražine z edinstvenim postopkom zorenja. Zorenje večinoma poteka v 70 metrov globoki kraški jami in se zato imenuje Jamar. V Komnu je tudi vinska klet, ki zori avtohtoni kraški sir pod nadzorovano temperaturo in vlažnostjo v stari *štirni* (vodnjaku), šest metrov pod zemljo.

Oljčno olje Tergeste

Tergeste ekstra deviško oljčno olje (ZOP) proizvajajo na italijanskem delu geoparka, na območju občin od Devin-Nabražinske občine, na severozahodnem delu, vse do Dolinske občine. Je iz avtohtone sorte Belica (*Bianchera*), ki je mora vsebovati najmanj 20 %, in kombinacije ostalih sort. Tergeste olje je zlato zelene barve; ima sadno aromo in lahek do blago pikanten okus. S svojim nežnim okusom je Tergeste kot nalašč za solate, zelenjavne kremne juhe, testenine, riž ali ribje jedi (Slika 5.3.3).

5.3.3 Kuhinja

Kraška kuhinja je, tako kot kultura, preplet sredozemskih, germanskih, romanskih in slovanskih vplivov. Zavezana je k uporabi lokalnih, doma pridelanih sestavin. Odraža vse štiri letne čase, saj je njen utrip uravnotežen z naravo. Kraška kuhinja je skromna, brez nepotrebnih stroškov.

V preteklosti so bile jedi preproste, hrana je bila vezana na letni čas in na to, kar je zraslo na domačem vrtu. Glavno vlogo je imela zelenjava: zelje, krompir, pesa, fižol, grah in koruza. Jedli so različne enolončnice dva do trikrat na teden, najbolj pogosto pa koruzno ali ajdovo polento. Sladke jedi, sladice in beli kruh so bili na jedilniku le za večje praznike, kot sta velika noč in božič.



Slika 5.3.3: ▶
Oljkarstvo s proizvodnjo kakovostnih ekstra deviških oljčnih olj, v zadnjih letih močno pridobiva na pomenu na medregionalnem nivoju (foto: Cesare Grazioli)



Območje geoparka je pretežno podeželsko, zato so redili prašiče na skoraj vsaki domačiji. Pozimi, običajno decembra, so imeli koline – zaklali in predelali so vse dele prašiča. To je bil družinski praznik, saj so napolnili zaloge za celo leto. Izdelali so pršut, zašink, panceto, klobase in salame, ki so jih nato posušili in zoreli na burji. Te jedi so značilne za Kras in jih pogosto postrežejo obiskovalcem za dobrodošlico. Ob tem so pripravili tudi druge jedi: krvavice, ocvirke, žolico in sveže meso. Notranji organi, kot so jetra, pljuča, srce in možgani, so bili pripravljani kot prigrizek za klavce.

Kraški gozdovi in travniki so raj botanične ponudbe v spomladanskih in poletnih mesecih. Divji šparglji, žajbelj, koprive, regrat, rman, trpotec, šetraj, meta in melisa so le nekatere sestavine, ki jih uporabljajo v številnih tradicionalnih jedeh, kot so mineštre, frtalje, rižote in mesne jedi, kot tudi v sodobnejših jedeh (sirni namazi, kremne juhe).

Pred predstavitvijo podrobnosti najbolj tipičnih jedi lokalne kuhinje je vredno omeniti značilne kraje, kjer te jedi lahko poskusimo, to so *osmice*.

Osmica je tradicionalna oblika prodaje vina in drugih doma pridelanih izdelkov, ki lahko na domačiji traja le osem dni na leto. Od tod izvira tudi ime, *osmica*, čeprav dandanes ponekod lahko trajajo tudi dlje. Pisni viri poročajo, da pravica do *osmic* izvira iz šestnajstega stoletja, iz časa nemškega cesarja Karla Velikega. V osemnajstem stoletju je bila uradno podana kraškim kmetom z odlokom cesarja Jožefa II Hasburškega - Lotarinškega. S tem odlokom so vinogradniki dobili dovoljenje za prodajo svojega vina doma osem dni na leto. Ta lokalna posebnost je danes priljubljena oblika degustacije lokalnih dobrot in druženja na kmetijah. Kraške *osmice*, ki jih nekatere kme-

tije odpirajo dvakrat letno, postrežejo z odličnimi vini in značilnimi kraškimi jedmi. Prepoznavni so po lesenem kažipotu in veji bršljana, ki ostane sveža približno osem dni (Slika 5.3.4).

Nekatere najbolj tipične kraške jedi so:

Jota - morda najbolj znana kraška jed. Fižol in kislo zelje ali repo se kuha skupaj s kosom posušenega mesa (panceta, pršut, klobasa...), krompirjem, kumino, česnom in lovorjem. Rezultat je enolončnica ali gosta juha. V hladnih kraških zimskih dneh z burjo jota lepo pogreje.



◀ Slika 5.3.4:
(a, b) *Osmice* so kraj za druženje in spoznavanje lokalne kuhinje
(foto: Rodolfo Riccamboni, Foto Damj@n);
(c) bršljanove veje, ki skupaj z lesenim kažipotom, označujejo odprte *osmice*
(foto: Foto Damj@n)

Slika 5.3.5: Tradicija kuhanja štrukljev v prtju se prenaša iz generacije v generacijo
(foto: Jože Požrl – arhiv občine Sežana)

Mineštra - enolončnica z zelenjavo, pogosto z dodatkom testenin ali riža. Za mineštro ni enega recepta, saj je običajno skuhana iz zelenjave, ki je na voljo. Lahko je vegetarijanska, lahko vsebuje meso, kokošjo ali kostno jušno osnovo. Posebna različica je ječmenova mineštra s svinjskim mesom, ječmenom, krompirjem in fižolom. Slednja je prepoznana in visoko cenjena jed pri Kraševcih.

Frtalja (iz beneške besede *fritaia*, kar pomeni *pražena*) – jajčna omleta, značilna za pomlad, ko je v naravi veliko užitnih rastlin, zelišč in začimb, kot so divji šparglji, divji hmelj, komarček, meta, melisa, radič, mladi česnovi poganjki. Jajcu lahko dodajo še kocke starega kruha, pršut, slanino, zašink, gobe, klobase in belo ali rdeče vino. Količina posameznih sestavin nikoli ni natančno opredeljena, glavni del pa so zelišča in zelenjava, jajca in moka so samo za vezavo.

Štruklji - tradicionalna slovenska jed, sestavljena iz testa in različnih polnil (skuta, orehi, pehtran, suho sadje...) v obliki zvitka. Ima

veliko različic po vsej državi, nekaj jih je tudi na čezmejnem Krasu. Kuhane štruklje običajno kuhajo v beli krpi, če pa so brez polnila, jih imenujejo gluhi štruklji (kuhajo pa se brez krpe) (Slika 5.3.5).

Krompir v zevenci - iz kadi, v kateri se je kisalo zelje, so odlili preostalo zeljnico (*zevnca*), dodali nekaj česna, popra in včasih kos svinjine. V tej mešanici so kuhali olupljen krompir in vse skupaj zabelili z ocvirki ali s čebulo.

Žouca - to je vrsta žolce, obvezna jed vsako veliko noč. Dobro umite svinjske noge, ušesa, rep, jezik ali kakšen boljši kos mesa položijo v hladno vodo ter počasi in enakomerno kuhajo sedem do devet ur (praviljična števila), dokler meso ne začne odstopati od kosti. Med kuhanjem voda povre na tri četrtine. Meso nato vzamejo ven, juho precedijo in odstranijo maščobo. Meso narežejo na enakomerne kose, v globoko skledo dodajo trdo kuhana jajca, poprova zrna in lovor ter prelijejo z juho. Ohlaja se več ur.



Slika 5.3.6: Pregled okusov Krasa
(foto: Jože Požrl – arhiv občine Sežana)







Sup - pripravijo jih iz nekaj dni starega kruha, ki ga narežejo na dva do tri centimetre debele rezine. Rezine namočijo v mleko in umešana jajca s ščepcem soli. Ocvrejo jih v vročem olju in pojedjo še tople, posute s sladkorjem. Ni čudno, da je ta bogata jed še danes zelo priljubljena med otroci.

Fancli z dušo - vrsta ocvrtega testa s posebnim slanim nadevom (oziroma *dušo*), pripravljenim iz slanikov. *Fancli* so tipična pustna jed.

◀ Figura 5.3.4: (d, e) V osmici lahko okusite pristne lokalne pridelke in značilna domača kraška vina, kot je teran, ob uživanju v čudoviti kraški pokrajini (Foto: Foto Damj@n, Fiorella Bieker)

5.3.4 Dogodki in tradicije

Lokalne skupnosti v kraških vaseh ohranjajo običaje, ki odražajo njihov slovenski, italijanski, avstrijski in istrsko-beneški izvor. Veliko praznovanj (*šagre oz. opasila*) in tradicionalnih praznikov poteka spomladi in poleti. Obstaja tudi nekaj dogodkov, ki so novejšega izvora, vendar so bili sprejeti in postajajo vse pomembnejši.

Spletne strani posameznih destinacij na območju geoparka ponujajo izčrpen pregled dogodkov, ki se promovirajo skozi koledarsko leto, tukaj pa izpostavljamo nekaj najpomembnejših in značilnih, ki najbolje opisujejo lokalno kulturo.

Pustovanje

Praznovanje Pusta je zelo razširjeno in popularno na območju geoparka. Je med prvimi prazniki v koledarskem letu, odganjal naj bi zimo in prinašal pomlad. Vaščani se oblečejo v različne like - *šeme*, ki skupaj tvorijo povorko. Povorka gre po vasi in obiše domačije, kjer dobi darove, kot so flancati ali miške, *fancle*, *štraube (hroštoli)*, krofe, vino, jajca, klobase in denar.

Praznovanje prvega maja

V večini slovenskih krajev, vključno z vasmi na območju geoparka, je praznovanje povezano s postavitvijo *mlaja* - obeljenega debela, običajno bora ali topola, z zelenim vrhom in okrasnimi vencji, na katerih visi sadje (pomaranče, jabolka) in zastavo na vrhu. Mlaj se postavi na predvečer 1. maja, ponekod pa ga spremlja prižiganje kresov.

Majenca

Eden najbolj značilnih praznovanj je *Majenca*, ki poteka v začetku maja v Dolini (vas v občini Dolina - San Dorligo della Valle). Praznovanje starodavnih korenin poteka vsako prvo nedeljo v maju v samem središču vasi, njegov glavni del pa sta glasba in ples. Za to priložnost postavijo tako imenovani *maj* (približno deset metrov visoko jelko, na katero postavijo češnjo), vaški neporočeni fantje povabijo dekleta na ples pod drevo v čast pomladi. To je praznik, pri katerem sodeluje vsa skupnost, vključno s kulturnimi in drugimi društvi, občino, lokalnimi vinarji in oljkarji (Slika 5.3.7).



Slika 5.3.7: Majenca, primer starodavnega slovenskega spomladanskega praznika (foto: Foto Damj@n)

Praznik terana in pršuta

Praznik terana in pršuta je na slovenski strani geoparka osrednji praznik Kraševcev ter vseh ljubiteljev kraške kulinarike in običajev. S svojim bogatim etno-gastronomskim, kulturnim, športnim, etnološkim in zabavno-družabnim programom privabi na Kras številne obiskovalce iz domačih in tujih krajev. Na več dogodkih, ki povezujejo destinacijo, se predstavijo številni lokalni ponudniki, ki gostoljubno ponujajo slovite kulinarčne posebnosti Krasa in Brkinov, predvsem pa kraškega pršuta in terana.

Martinovanje na Krasu

Ko se ruj obarva rdeče, dobijo tudi druge barve Krasa poseben odtenek. To so barve ljubezni, sožitja Kraševcev z naravo in njihove predanosti. Jeseni dozori okusi, zato domačini na več lokacijah celotnega geoparka organizirajo martinovanje (god sv. Martina je 11. novembra) in poskrbijo za kulinarčno razvajanje in pokušino kraških vin.

Predporočni običaji na Krasu

Zanimiv običaj poteka tudi dan ali dva pred poroko. Običaj se je ohranil z manjšimi razlikami in posebnostmi v posameznih vaseh do danes. Dva dni pred poroko mladi, neporočeni fantje in dekleta za mladoporočenca naredijo *koluno*, kar pomeni, da na vhodu v domačijo postavijo dva mlaja (običajno olupljena bora z zelenim vrhom)

ter ju okrasijo z brinovimi in bršljanovimi vejami in z ukradenim cvetjem. Mlaja povezuje tabla z napisom, ki običajno predstavlja dobre želje za bodoči zakon.

Kraška ohcet

Vsake dve leti v Repentabru (Monrupino) poteka štiridnevna kraška poroka, folklorna prireditev, ki oživlja poroko iz 19. stoletja. Začne se na četrtek večer, ki je posvečen samskim fantom in dekletom, in konča v nedeljo s poroko v kamniti cerkvi v Tabru, ki ji sledi kosilo s tipičnimi kraškimi jedmi in plesom do poznega večera. Prireditev je še posebej spektakularna tudi zaradi živahne spontane udeležbe številnih, več kot 500 domačink in domačinov, oblečenih v kraške narodne noše.



Slika 5.3.8: Tradicionalna Kraška ohcet v Repentabru
(Foto: Foto Damj@n)







RASTLINSTVO IN ŽIVALSTVO KRASA

6.1. Uvod - geodiverziteta in biodiverziteta območja

Na Krasu abiotske in biotske značilnosti sodelujejo z roko v roki in razvijajo edinstveno pokrajino. Zaradi naravnih danosti območja (geografska lega, kamnine, podnebje) in stoletnih tradicionalnih dejavnosti človeka (košnja, paša, požiganje, gradnja suhih zidov) je Kras izjemno pestra pokrajina in pester mozaik habitatov z izjemno bogatima floro in favno. Tukaj je veliko ogroženih vrst rastlin in živali, med katerimi so številne redke in endemične. Med slednjimi izstopajo jamske vrste. Območje je velikega znanstvenega pomena za preučevanje različnih rastlinskih in živalskih skupin, s poudarkom na jamskih. Velika biotska raznovrstnost pomeni tudi boljšo kakovost človekovega življenjskega okolja. Soodvisnost abiotskega (neživega) in biotskega (živega) dela narave je jasno vidna po celotnem območju Krasa. Najbolj prepoznavni primeri so Škocjanske jame, Doberdobsko (Doberdò) in Prelosno (Pietrarossa) jezero, dolina Glinščice (Rosandra) in Devinski klifi, kjer se na geološko in geomorfološko različnih elementih razvijata raznoliki flora in favna.

Kras je območje velike biotske raznovrstnosti. Glavna dejavnika, ki sta skozi čas botrovala razvoju tega bogastva življenja, sta na eni strani mejno območje med tremi pomembnimi biogeografskimi provincami, to so sredozemska, celinska in alpska; na drugi strani pa razgibano in golo površje, ki ni preveč primerno za intenzivno rabo s strani človeka, zato sta imela prednost naraven razvoj in ohranjanje ekosistemov.

Stik treh biogeografskih območij je pomemben razlog za navzkrižno mešanje, mutacijo in selekcijo novih vrst, po čemer je Kras poleg bogastva habitatov in vrst, pomembnih z vidika naravovarstva, tudi prepoznaven. Dokaz je več kot polovica tega ozemlja v celoti vključenega v omrežje Natura 2000, ki na evropski ravni varuje habitate in vrste z največjo varstveno vrednostjo.

Prisotnost kamnitih okolij, neprimernih za kmetijstvo, je odločilni dejavnik pri ohranjanju biotske raznovrstnosti in naravne selekcije na Krasu. Predvsem podzemna kraška okolja predstavljajo resnično ekstremne okoljske razmere, v katerih najdejo prostor rastline in živali izjemne redkosti in ekosistemske vrednosti.

Če predstavimo v številkah, ima Kras:

- ♦ 23 habitatov na italijanski strani, med katerimi jih je pet priznanih kot prioriteten po Evropski habitatni direktivi; 16 habitatov na slovenski strani, med katerimi jih je 10 prepoznanih kot prioriteten;
- ♦ več kot 200 vrst ptic, med katerimi jih je 72 vključenih v Prilogo I evropske Direktive o pticah (2009/147/ES);
- ♦ 27 živalskih vrst sesalcev, plazilcev, dvoživk, rib in nevretenčarjev je zaščiteno z Direktivo o habitatih (92/43/EGS), med njimi so štiri prednostne;
- ♦ več kot 500 vrst metuljev;
- ♦ več endemičnih vrst rastlin in živali.

◀ Slika 6.1.1: Ilirska perunika (*Iris cengialti* subsp. *illyrica*) na robu doline Glinščice (Rosandra) (fotografija: Roberto Valenti)

Pred predstavitevijo najbolj reprezentativnih in značilnih rastlinskih in živalskih vrst, ki jih obiskovalec Krasa lahko sreča na geoskurziji, je treba predstaviti glavne habitate Krasa. Omrežje Natura 2000 jih varuje 23, šest najbolj reprezentativni med njimi so: gozdovi in grmičevje, suha kraška travišča, apnenčasta termofilna melišča, klifi, vodna telesa in podzemna okolja.

Najbolj reprezentativne habitate Krasa je mogoče doživeti v botaničnem vrtu Carsiana v Zgoniku (Sgonico).

Gozdovi in grmičevje

Davno nazaj je bil Kras prekrit s hrastovimi gozdovi, ki so jih po tisočletnem krčenju in paši postopoma uničili. Danes obstaja le še nekaj drobcev teh starodavnih gozdov.

Kraško grmišče je najbolj zastopano okolje na Kraški planoti. Po drugi svetovni vojni se je z opustitvijo paše hitro razraslo. To okolje je rezultat degradacije starodavnih kraških gozdov. Njegova sestava odraža geološke in okoljske razmere večjega dela Krasa. Tanka preperinska plast prsti in prepustnost skalnate podlage sta dejavnika, ki dajeta prednost razvoju redkega drevesnega pokrova, za katerega so značilni predvsem primerki, ki so bolj grmičasti kot drevesasti. Drevesni sloj predstavljajo elementi z vitkim stebлом in zmanjšano vertikalno razvitostjo.

Kraška gmajna

Tam, kjer gozd ni prerasel starodavnih pašnikov, so nastala ena najbolj svojevrstnih okolij tega območja: suha kraška travišča oz. kraška gmajna. Ti zoogeni habitati zavzemajo precejšen del geoparka. Nastali so zaradi pritiska pašnih živali, predvsem goveda, ovc in koz, ki so si v tisočletjih izborile travno rušo, odporno na teptanje in pašo (pa tudi na običajno suhost in revnost tal).

Apnenčasta termofilna melišča

Zelo omejena, a izjemno zanimiva, so predalpska apnenčasta termofilna melišča. V tem okolju je kolonizacija rastlin otežena zaradi suhosti in nestabilnosti podlage ter stalne izpostavljenosti atmosferskim dejavnikom. V njih se zato razvije svojevrstna rastlinska združba, večinoma omejena na nizko plast zelnatih rastlin.

Klifi

Na obalnem območju Tržaškega zaliva Kras doseže morje in tvori visoke pečine, za katere so značilne navpične stene, skalnati stolpi in melišča, ki so podvržena močnemu osončenju, vetru in slanosti. To okolje skrči vegetacijo v redko grmičevje in pasove zelnatih rastlin, ki jih tvorijo združbe, značilne za sredozemsko grmičevje.

Vodna telesa

Posebnost Krasa je tudi skoraj popolna odsotnost površinske vode, kar je posledica prepustnosti močno razpokane kamninske podlage. Voda prednostno teče po podzemnih rovih, tako da površina ostane brez vodnih okolij.

Glavni izjemi, na italijanski strani geoparka, sta Prelosno (Pietra-rossa) in Doberdobsko (Doberdò) jezero na posoškem Krasu ter potok Glinščica v Tržaški pokrajini. Kale, majhne kotanje v tleh, kjer so zbiranje deževnice omogočali z dodatkom gline, so uporabljali za napajanje domačih živali in za oskrbo z vodo lokalnega prebivalstva. Zaradi nevezdrževanja hitro izginjajo.

Podzemna okolja

O Krasu ne moremo govoriti, ne da bi izpostavili bogastvo njegovega podzemnega okolja. Različni sistemi vrtač, navpičnih brezen, jam in kavern, ki se skrivajo pod tlemi, omogočajo življenjskim združbam drugo vrsto habitata. Rastlinstvo ga poseljuje tako, da se odziva na stopnjo svetlosti ter na spremembo vlažnosti in temperature, kar vodi do urejenega zaporedja med visoko razvitimi semenkami, praprotni, mahovnicami/jetrnicami in končno kloro- in cianofiti.

*Slika 6.1.2. ►
Kraški glavinec (Centaurea kartschiana)
je endemit Devinskih klifov
(foto: Roberto Valenti)*



6.2 Rastlinstvo

Kras pripada submediteranskemu fitogeografskemu območju in je floristično zelo bogat. Nekoč je prevladovala gozdna vegetacija. Človek je gozdne površine krčil s sekanjem in požiganjem. Na globljih tleh so kmetje ustvarili travnike in jih vzdrževali z redno košnjo. Na plitvejših in kamnitih tleh so pasli. Paša, erozijski procesi in občasni požari so predvsem na pobočjih spreminjali pašnike v gole kamnite površine. V sredini 19. stoletja so začeli s pogozdovanjem degradiranih kraških tal. Pred nekaj desetletji se je, zaradi zmanjšane rabe, začelo zaraščanje pašnikov in travnikov.

Najbolj razširjena gozdna združba so submediteranski toploljubni gozdovi črnega gabra in malega jesena (*Ostryo-Quercetum pubescentis*). Nekoč so na Krasu uspevali submediteranski gozdovi hrasta gradna in jesenske vilovine (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae*), ki so jih v veliki meri izsekali. Danes na Krasu najdemo tudi gozdove črnega gabra in jesenske vilovine (združba *Seslerio Autumnalis-Ostryetum*), na osojnih pobočjih ponekod uspevajo bukovi gozdovi (*Hacquetio-Fagetum*). Velik del Krasa pokrivajo drugotni sestoji črnega bora (*Pinus nigra*), s katerimi so pogozdovali ogolele površine v 19. stoletju. Pomemben kraški habitat so travišča, predvsem združbe nizkega šaša in skalnega glavinca (*Carici humilis-Centaureetum rupestris*) (Slika 6.2.1). To je ena najbolj pisanih in floristično najbogatejših traviščnih združb v Evropi.

Posebnost tega območja so endemiti, na primer Justinova zvončica (*Campanula justiniana*) in kraški glavinec (*Centaurea kartschiana*) (Slika 6.1.2). Nekateri vrste imajo na tem območju klasične habitate, na primer bledorumeni ušivec (*Pedicularis friderici-augusti*). V Škocjanskih jamah v Veliki dolini je zanimiva prisotnost ledenodobnih reliktoev, ki uspevajo na hladnejšem zraku v dnu udornic skupaj z avrikljem (*Primula auricula*), skorjastim kamnokrečem (*Saxifraga crustata*), dvocvetno vijolico (*Viola biflora*) in skalno kernerjevko (*Kerneria saxatilis*). Poleg njih se pojavljajo termofilni relikti medledenih dob, kot so venerini lasci (*Adiantum capillus-veneris*), ostrolisti beluš (*Asparagus acutifolius*), rdečeploдни brin (*Juniperus oxycedrus*) in mah (*Tortella flavovirens*). Zimo preživijo zaradi tople-



Slika 6.2.1: Ametistasta možina (*Eryngium amethystinum*) in skalni glavinec (*Centaurea rupestris*) (naslednja stran, z rdečim pisančkom (*Melitaea didyma*)) sta značilni rastlini za suha kraška travišča (foto: Roberto Valenti, Tina Klanjšček)





ga zraka, ki se pozimi dviga iz jame. Hkratna prisotnost rastlin s tako različnimi ekološkimi zahtevami je v naravi velika redkost.

Med najbolj ikoničnimi florističnimi elementi Krasa so nekateri grmi. Suho kamnito kraško pokrajino jeseni odenejo v tople barve navadni ruj (*Cotinus coggygria*), rdeči dren (*Cornus sanguinea*), rumeni dren (*Cornus mas*) in črni trn (*Prunus spinosa*) (Slika 6.2.2).

Nekatere vrste so ogrožene in so na rdečem seznamu IUCN: na primer kukavičja lučca (*Lichnis flos-cuculi*) zaradi zaraščanja tal in človekovih posegov v naravo; močvirske rastline zaradi opuščanja kalov. Zaradi nevarnosti, da bi izumrle na širšem evropskem območju, so zaščitene tudi nekatere vrste, ki imajo na Krasu zdrave populacije.

6.3 Živalstvo

Geopark Kras se ponaša tudi z izjemno pestrostjo živalskih skupin, tako na površju kot v podzemlju.

Na Krasu so številne jame habitat velikega števila živalskih vrst, zato ga uvrščamo med vroče točke biodiverzitete jamskega živalstva. S proučevanjem tega se ukvarja veja biologije, in sicer speleobiologija. Podzemlje ima specifične ekološke značilnosti, kot na primer: odsotnost naravne svetlobe, odvisnost od vnosa hrane iz zunanjih ekosistemov (omejen vnos hrane), povezanost z zunanjimi ekosistemi preko vode, stabilne razmere zaradi majhnih nihanj kemijskih in fizikalnih parametrov. Živali so med evolucijo razvile prilagoditvene mehanizme na jamsko okolje, na primer počasno reprodukcijo, daljši življenjski cikel, manjše število potomcev, podaljšane okončine in tipalke, občutljivejša čutila za voh, tip in okus, odsotnost oči in odsotnost pigmenta. Prav zaradi teh prilagoditev je veliko podzemnih organizmov endemitov, nekateri so omejeni na zelo majhna območja. Podzemni organizmi so močno ogroženi, saj uničenje ali onesnaženje habitata lahko pomeni uničenje neke vrste. Najpomembnejše jame z bogato favno, ki so pomembne z vidika ohranjanja podzemne favne na območju Krasa, so Škocjanske jame, Dimnice, Dolenca, Belinca jama, Kačna jama, Briška jama (Grotta Gigante), Labadnica (Grotta di Trebiciano), Mitrejeva jama (Grotta del Dio Mitra), Zidaričeva pejca (Grotta Azzurra), Pečina pod Steno (Grotta delle Gallerie) in Jama Kraljica Krasa (Grotta Regina del Carso).

Živalske vrste, ki so strogo vezane na podzemne habitate, imenujemo troglobionti. Eden najbolj prepoznavnih predstavnikov in simbol naravne dediščine dinarskega krasa je proteus (*Proteus anguinus*), imenovan tudi močeril ali – zaradi blede kože – človeška ribica (Slika 6.3.1). V znanstveni literaturi je bila opisana že leta 1768 kot prva specializirana jamska žival. Niso pa vse vrste, ki živijo v jamah, troglobionti. V jamah oziroma na njihovih vhodih živijo tudi živalske vrste, ki niso povsem prilagojene jamskemu življenju, na primer netopirji, imenujemo pa jih troglifili.

V jamah Krasa najdemo tako kopensko kot vodno favno. Med vodno favno spadajo raki, na primer postranice (*Niphargus*), jamske kozice (*Troglocaris*), ceponožni rakci (*Cyclopoida*, *Harpacticoida*).

◀ Slika 6.2.2: Navadni ruj (*Cotinus coggygria*) jeseni odene kraško pokrajino v rdečkaste in rumenkaste barve (foto: Roberto Valenti)



Slika 6.3.1: Močeril ali proteus (*Proteus anguinus*) je prilagojen na življenje v jamah. Oči, ki so pri tem mladem osebkcu še vidne, so pri odraslih živalih popolnoma zakrnele (foto: Jurij Hajna)



Slika 6.3.2: Jamska kobilica (*Troglophilus neglectus*) (foto: Luca Dorigo)

da), velika jamska mokrica (*Titanethes dahli*) in druge. Med kopensko favno spadajo jamske kobilice (*Troglophilus neglectus*) (Slika 6.3.2), pajkovci in hrošči ter številne vrste polžev. Od pomembnejših vrst velja omeniti ogroženega hroščka drobnovratnika (*Leptodirus hochenwartii*) (Slika 6.3.3), prvo znanstveno opisano jamsko žival (leta 1832), ki je bil na Krasu zabeležen v več kot 13 jamah. Največja jamska žival na tem območju in tudi na svetu je močeril (*Proteus anguinus*), ki je edina evropska dvoživka, ki živi v podzemnih vodotokih dinarskega krasa. Njegovo geografsko območje obsega severovzhodno Italijo, južno Slovenijo, Hrvaško ter Bosno in Hercegovino. Je popolnoma prilagojen življenju v temi, je brez oči in brez pigmentacije kože. Ohrani zunanje škrge in druge lastnosti ličink v odrasli dobi (neotenija). Močeril je bil najden v več jamah z aktivnim vodnim tokom.

Hrošč drobnovratnik in močeril sta v evropski Direktivi o habitatih in na rdečem seznamu ogroženih vrst IUCN uvrščena med varstveno pomembni vrsti v Evropi. Tržaški speleovivarij je jamarski muzej v podzemlju, kjer si lahko ogledamo številne živalske in rastlinske vrste iz jam na Krasu.

Na Krasu je zabeleženih več kot dvajset vrst netopirjev, med njimi tudi veliki podkovnjak (*Rhinolophus ferrumequinum*), mali podkovnjak (*Rhinolophus hipposideros*) (Slika 6.3.4), dolgokrili netopir (*Miniopterus screibersii*), dolgonogi netopir (*Myotis capaccinii*) in navadni netopir (*Myotis myotis*). Na nekaj območjih na Krasu se netopirji pojavljajo množično. Enega največjih habitatov imajo v Škocjanskih jamah, kjer so najbolj številčni in jih je tudi več tisoč. V jamah imajo netopirji tudi kotišča in prezimovališča.

Drugi podzemni habitat na Krasu je epikras. Gre za vrhajo ka-



Slika 6.3.3: Ogroženi hrošč drobnovratnik (*Leptodirus hochenwartii*)
(foto: Slavko Polak)

mninsko plast pod prstjo, skozi katero pronica voda s površja. Razi-skave epikraške favne so razmeroma nove, zato še ni zelo raziskana. Na območju Krasa je bila doslej raziskana v okviru obsežnega območja Natura 2000 na obeh straneh meje in zaradi prisotnosti prej zavarovanih naravnih območij. Na obravnavanem območju je bila do zdaj raziskana favna v Škocjanskih jamah in v jami Dimnice. V Škocjanskih jamah je bilo iz kapljic infiltrirane vode odkritih 12 vrst pravih podzemnih epikraških živali, od tega kar pet za znanost novih vrst majhnih ceponožnih rakov. Endemit Škocjanskih jam je tudi

Slika 6.3.4: ▶
Mali podkovnjak (*Rhinolophus hipposideros*)
v jami Fessura del vento v dolini Glinščice (Rosandre)
(foto: Luca Dorigo)



rakec vrste *Elaphoidella karstica*, znan po samo enem primerku iz toka prenikle vode.

Med žuželkami na Krasu živijo tudi evropsko ogrožene vrste hroščev, za katere je opredeljeno območje Nature 2000; na primer že omenjeni hrošč drobnovratnik (*Leptodirus hochenwartii*), rogač (*Lucanus cervus*) in bukov kozliček (*Morimus asper funereus*). Najverjetneje bo tudi za vrsto hrastov kozliček (*Cerambyx cerdo*) opredeljeno območje Nature 2000. Značilni sta tudi plenilska mesojeda kobilica žagarica (*Saga pedo*) (Slika 6.3.5) in endemična kobilica žagasta kamenka (*Prionotropis hystrix hystrix*).



Slika 6.3.5: Kobilica žagarica (*Saga pedo*), vrsta, zavarovana z Direktivo o habitatih, je med največjimi členonožci v Evropi (foto: Roberto Valenti)



Med favno na Krasu po številu vrst izstopajo metulji. Območje Krasa je izjemno pestro, saj je tu prisotnih preko 500 vrst dnevnih in nočnih metuljev. Med endemičnimi vrstami in podvrstami metuljev so bile zabeležene tri vrste, in sicer temni pisanček (*Mellicta britomartis* ssp. *Michieli*) in dve vešči (*Nyssia graecarius* in *Dyscia raunaria*). Med ogroženimi vrstami v Evropi so bile na Krasu štiri vrste vključene v omrežje Nature 2000: hromi volnoritec (*Eriogaster catax*), kraški zmrzlikar (*Erannis ankeraria*), travniški postavnež (*Euphydryas aurinia*) in barjanski okarček (*Coenonympha oedippus*) (Slika 6.3.6).

◀ Slika 6.3.6: Barjanski okarček (*Coenonympha oedippus*) je zavarovan z omrežjem Natura 2000 (foto: Tatjana Čelik)

Območje Natura 2000 je že bilo opredeljeno za mnoge vrste ptic (npr. hribski škrjanec (*Lullula arborea*), podhujka (*Caprimulgus europaeus*), smrdokavra (*Upupa epops*) (Slika 6.3.7), sršenar (*Pernis apivorus*), velika uharica (*Bubo bubo*) in veliki skovik (*Otus scops*), saj so na Krasu našli razmeroma visoko gostoto evropsko pomembnih gnezdišč.

Na Krasu najdemo tudi ogrožene in zavarovane živalske vrste vezane na vodne habitate, kot so rak primorski koščak (*Austropotamobius pallipes*), riba primorska belica (*Alburnus albellus*), ki je prisotna v strugi Glinščice, med dvoživkami pa veliki pupek (*Triturus carnifex*), hribski urh (*Bombina variegata*) in druge.



Slika 6.3.7:
Smrdokavra (*Upupa epops*)
(foto: Roberto Valenti)



Slika 6.3.8: Modras (*Vipera ammodytes*)
(foto: Roberto Valenti)

Slika 6.3.9: ►
Zlati šakal (*Canis aureus*)
(foto: Roberto Valenti)

Suha kraška travnišča so zelo primeren življenjski prostor za vrsto plazilcev. Med kačami se pojavljajo črnica (*Hierophis viridiflavus carbonarius*), navadni gož (*Zamenis longissimus*), medtem ko sta mačjeoka kača (*Telescopus fallax*) in modras (*Vipera ammodytes*) (Slika 6.3.8) prisotna na še bolj suhih okoljih kot so lahko npr. melišča, škrapljišča ali apnenčasti lašti.

Med kuščaricami so prisotni zelenec (*Lacerta viridis*), pa tudi kraška kuščarica (*Podarcis melisellensis*), primorska kuščarica (*P. sicula*) in črnopikasta kuščarica (*Algiroydes nigropunctatus*).

Kras je habitat tudi za zveri. Zabeleženi so divja mačka (*Felis silvestris*), ris (*Lynx lynx*), zlati šakal (*Canis aureus*) (Slika 6.3.9), volk (*Canis lupus*) in rjavi medved (*Ursus arctos*).





VARSTVO NARAVE

7.1 Zavarovana območja geoparka - varstvo naravne in kulturne dediščine

Vrednost in občutljivost Krasa se odražata v številnih vrstah organizmov, naravnih znamenitosti in objektih kulturne dediščine, zavarovanih na podlagi različnih zakonov, pravilnikov ali drugih pravnih aktov na slovenski in italijanski državni ali lokalni ravni. Med njimi so tudi mednarodne konvencije in predpisi Evropske unije (Bernska konvencija, Bonska konvencija, Ramsarska konvencija o mokriščih, Uredba o posebnih varstvenih območjih (Natura 2000)...). Zavarovana območja se na nekaterih delih prekrivajo, pravila varovanja pa se dopolnjujejo. Medtem ko se omenjeni predpisi bolj osredotočajo na varstvo biotske raznovrstnosti, habitatnih tipov ter posameznih živalskih in rastlinskih vrst, ki so redke ali ogrožene, torej na biotske oziroma žive naravne vrednote, je posebna pozornost geoparkov namenjena ohranjanju abiotskih oziroma neživih naravnih vrednot.

Največje zavarovano območje Krasa je Regijski park Škocjanske jame, ki je od leta 1986 vpisan na Unescov seznam svetovne dediščine. Leta 1999 je bil velik del parka vključen na Seznam mokrišč mednarodnega pomena, varovanih z Ramsarsko konvencijo, kar je priznanje izjemne vrednosti za tamkajšnja podzemna mokrišča. Precej večja pokrajinska enota je bila leta 2004 v okviru Unescovega programa »Človek in biosfera« imenovana za Biosferno območje Kras. Naravni morski rezervat Miramar, ki delno sega v območje geoparka, je tudi Unescovo biosferno območje.

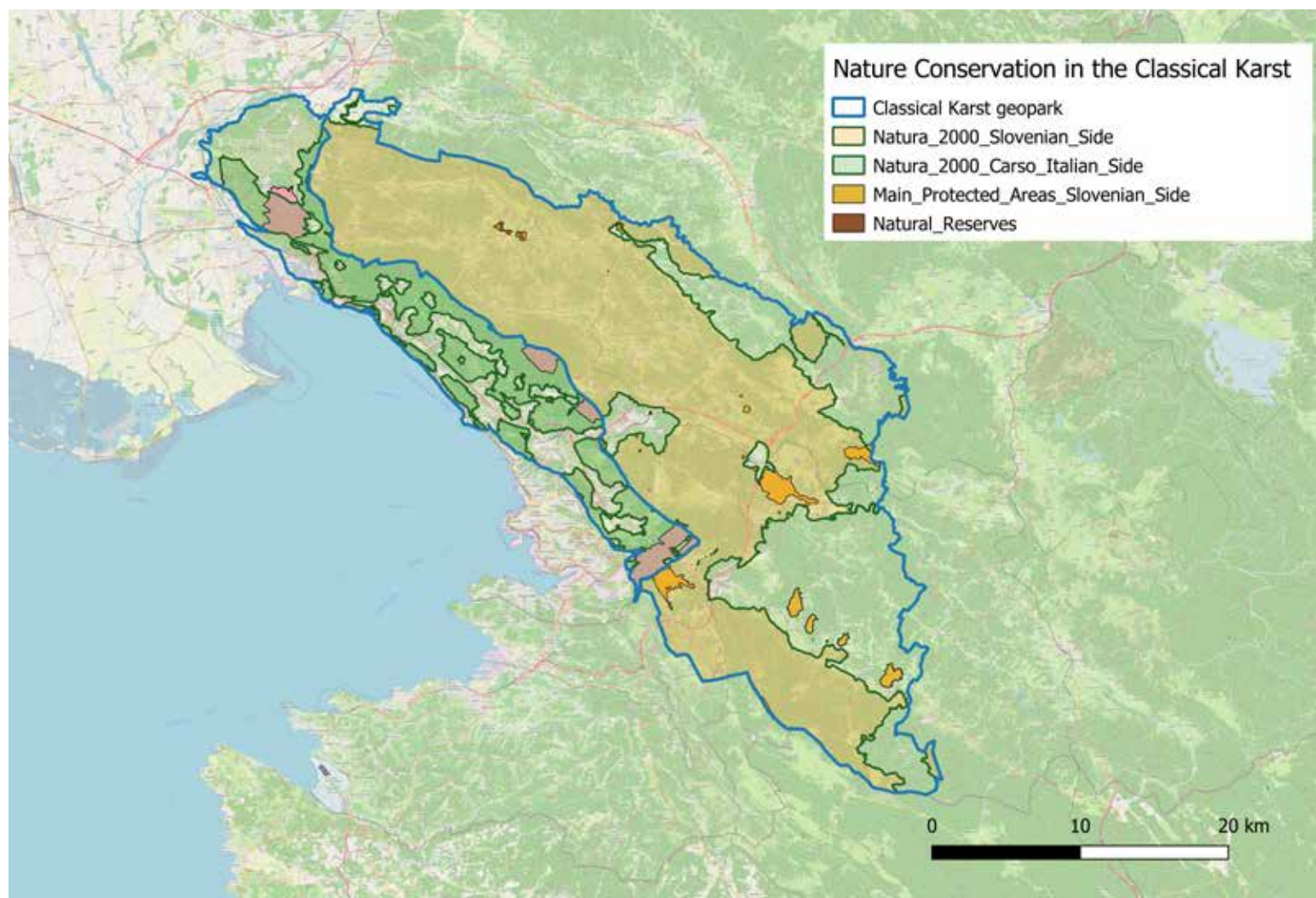
Na območju geoparka je 7 ekološko pomembnih območij, 72 naravnih spomenikov, 1.052 kraških jam in 164 drugih naravnih vrednot na slovenskem ozemlju ter 6 naravnih rezervatov, en zavarovan biotop in več kot 3.400 kraških jam na italijanskem ozemlju. Skoraj celotno območje je tudi del omrežja Natura 2000.

Ker so geoparki neformalne varstvene kategorije, ki ne predpisujejo dodatnih strogih varstvenih ukrepov, so le-ti določeni z obstoječimi zakoni in predpisi. Varovanje območja Krasa tako sledi režimom varstva narave in kulture v Sloveniji in Italiji.

V Sloveniji so ukrepi za ohranjanje biotske raznovrstnosti in naravnih vrednot opredeljeni z Zakonom o ohranjanju narave. Zakonski predpisi – Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot, Uredba o zvrsteh naravnih vrednot – določajo državni oziroma lokalni pomen teh vrednot ter ravnanja in omejitve za različne dejavnosti. Podzemne jame dodatno varuje Zakon o varstvu podzemnih jam. Na italijanski strani se glavni zakoni in uredbe v zvezi z varstvom narave urejajo na dveh ravneh: nacionalni in regionalni. Država Italija je leta 1991 sprejela okvirni zakon o zavarovanih območjih (Državni zakon 394/91), ki je bil večkrat spremenjen. Dežela Furlanija - Julijska krajina ima lastno zakonodajo o zavarovanih območjih, ki podrobneje opredeljuje določbe državnega zakona (Deželni zakon 42/96). V območno zakonodajo o ohranjanju narave je bil leta 2016 vključen tudi zakon o varstvu geološke raznolikosti, geološke in speleološke dediščine ter kraških območij (Deželni zakon 15/2016), kar je edinstven primer na tem področju v obeh državah.

Poleg varovanja narave, saj je naravna dediščina temeljnega pomena za obstoj človeštva, je treba skrbeti tudi za kulturno raznolikost in dediščino, ki sta na Krasu prav tako impresivni in soustvarjata njegovo identiteto. Številna arheološka najdišča, izjemna sakralna, javna in stanovanjska arhitektura, ostanki iz prve svetovne vojne,

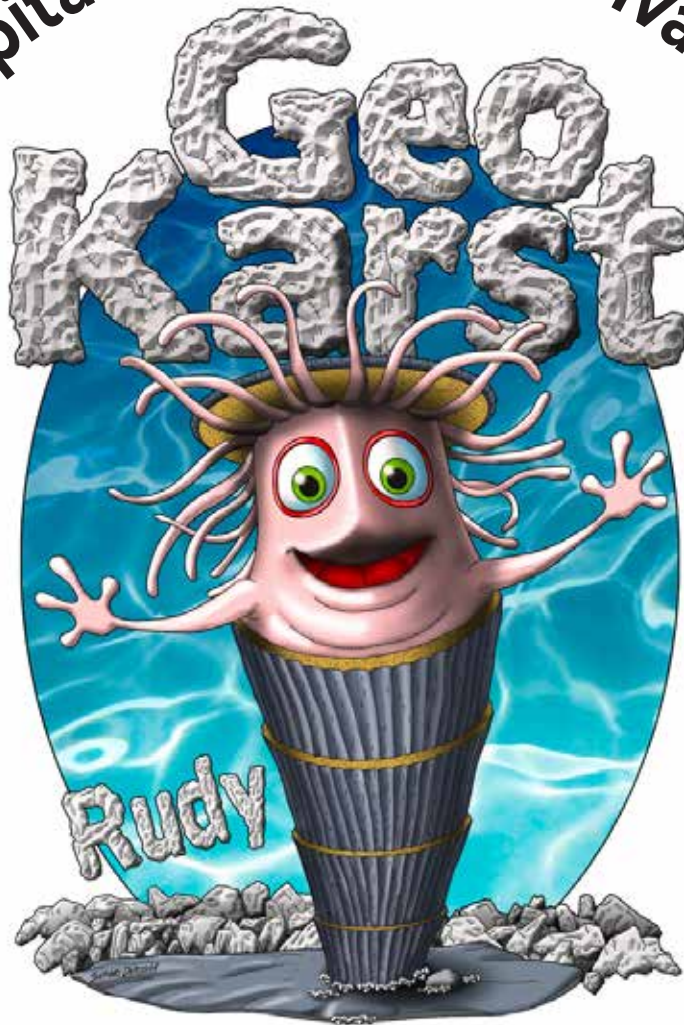
Slika 7.1.2:
Zavarovana območja
geoparka Kras
(eco&eco, © OpenStreetMap
contributors)



krajine, ogromna drevesa in tradicionalne obrti so zavarovani kot kulturna dediščina. Na Krasu je značilna kulturna krajina neločljivo povezana s kamnom kot tradicionalnim gradbenim materialom. Njegovo pridobivanje, kamnoseška obdelava in uporaba so opredeljeni kot nesnovna kulturna dediščina. Veščina suhozidne gradnje

(znanje in tehnike) je bila leta 2018 vpisana na Unescov seznam nesnovne kulturne dediščine človeštva. Kulturna dediščina je varovana tudi na državnih ravneh: v Sloveniji z Zakonom o varstvu kulturne dediščine, v Italiji s Kodeksom kulturne dediščine in krajine (Zakonodajni odlok 42/2004).

Kapitan Rudist pravi »Hvala!«



Kapitan Rudist je maskota geoparka, ki jo je oblikoval Sergio Derossi. Poseblja najpogostejši fosil na Krasu – rudistno školjko, ki je živel v obdobju krede in izumrla skupaj z dinozavri. Kraški apnenci so polni fosilnih lupin rudistov.

7.2 Etični kodeks za obiskovalce geoparka

Med glavnimi nalogami vseh geoparkov je trud za zaščito naravne in kulturne dediščine, s posebnim poudarkom na ohranjanju pomembne geološke dediščine. S primernimi ukrepi si upravitelji prizadevajo obiskovalcem predstaviti vrednost geoloških znamenitosti in ozaveščati o pomenu varovanja geoprostosti.

Obiskovalci geoparka morajo upoštevati seznam dovoljenih dejavnosti in omejitev, prav tako morajo upoštevati enostaven kodeks ravnanja, da zagotovijo lastno varnost in zmanjšajo vpliv na naravno okolje.

SPOŠTUJ NARAVO.

- ♦ **Spoznaj neživo naravo in prispevaj k njeni ohranitvi z upoštevanjem pravil geoetike.** Poišči informacije o geoloških in geomorfoloških vrednotah in zaščiteneh območjih. Ne poškoduj kamnin in ne koplji ter ne pobiraj kamnov, mineralov ali fosilov. V jamah nikoli ne odlomi, ne poškoduj in ne odnašaj sige (kapniki, kristali, jamski biseri) ali drugega jamskega inventarja. Geološki material nabiraj le tam, kjer je to dovoljeno. Če se ti zdi, da si odkril nekaj geološko pomembnega, o svojem odkritju obvesti v centru za obiskovalce.
- ♦ **Spoznaj živo naravo in prispevaj k njeni ohranitvi.** Poišči informacije o zaščiteneh živalih, rastlinah in habitatih. Ne nabiraj rastlin, prav tako ne lovi in ne zbiraj živali. Ne posegaj v brloge, gnezda, gnezdišča ali krmišča za živali. Ne vnašaj tujerodnih živalskih in rastlinskih vrst. Rastline, gobe in divje sadeže nabiraj le tam, kjer je to dovoljeno.
- ♦ **Ne vznemirjaj živali.** Z govorjenjem opozori živali na svojo prisotnost, da se lahko umaknejo. Ne približuj se in ne hrani domačih ali divjih živali. Pes mora biti pod strogim nadzorom ali na povodcu. Ne povzročaj hrupa.

- ✦ **Hodi po poteh.** Drži se pohodniških poti, da karseda zmanjšaš svoj vpliv na naravo in ne ogroziš svoje varnosti. Upoštevaj prepovedi prehoda. Če moraš prečkati obdelano zemljišče, hodi tik ob robu.
- ✦ **V jame vstopaj skladno s predpisi.** V turistične jame ali jame z nadzorovanim vstopom vstopaj le v spremstvu uradnega in usposobljenega vodnika in pri tem ne ogrožaj jame, jamskega inventarja ali v njej živečih živali.
- ✦ **Ne puščaj sledi.** Vse svoje smeti odnesi s seboj in jih odvrzi v namenske smetnjake ali v zabojnike v lokalnih zbirnih centrih. Izogibaj se kurjenju ognja, ker na Krasu ni površinskih voda za namene gašenja in je požarna ogroženost pogosta.

SPOŠTUJ SEBE IN DRUGE.

- ✦ **Vedno se zavedaj svojih zmogljivosti.** Svoj obisk načrtuj vnaprej in ga prilagodi vremenskim razmeram, svojim zmožnostim in znanju. Poskrbi, da imaš ustrezno obutev, oblačila in ostalo opremo. Prepričaj se, da imaš še več kot dovolj hrane in pijače.
- ✦ **Spoštuj ostale obiskovalce.** Na poteh daj prednost šibkejšim od sebe. Pohodniki imajo prednost pred kolesarji, kolesarji pa imajo prednost pred avtomobilisti.
- ✦ **Poskrbi za varnost.** Pazi na lastno varnost in varnost drugih. Ohranjaj varno razdaljo od skalnih sten. Poskušaj pomagati drugim po svojih najboljših zmožnostih in v skladu s svojim znanjem, presojo okoliščin in načinom, kako se nanje odzivaš brez ogrožanja svoje varnosti. V primeru nesreče pokliči 112 in sledi navodilom.
- ✦ **Vozi in kolesari le po označenih cestah.** S svojim motornim vozilom ali kolesom se vedno drži le označenih cest ali poti. Ne pozabi, da za vožnjo po naravnem okolju veljajo omejitve.
- ✦ **Parkiraj na parkiriščih.** Svoje vozilo vedno parkiraj na označenih parkiriščih, pri tem pazi, da ne oviraš poti ali prehodov. Bodi vzor ostalim.

SPOŠTUJ LASTNINO.

- ✦ **Pazi, da ne kršiš lastninskih pravic.** Ne hodi po obdelanih poljih, po pridelkih, vinogradih, sadovnjakih ali preblizu čebelnjakov. Ne pobiraj sadja, kmetijskih pridelkov ali drv brez dovoljenja lastnika. Zapiraj vrata pašnih ograd, če si jih morda moral odpreti.
- ✦ **Izogni se deloviščem.** Izogni se krajem, kjer potekajo gozdarska dela. Obisk delujočih kamnolomov ali rudnikov (v času ali izven časa obratovanja) je možen le z dovoljenjem upraviteljev in ob upoštevanju pogojev, ki jih ti navedejo.

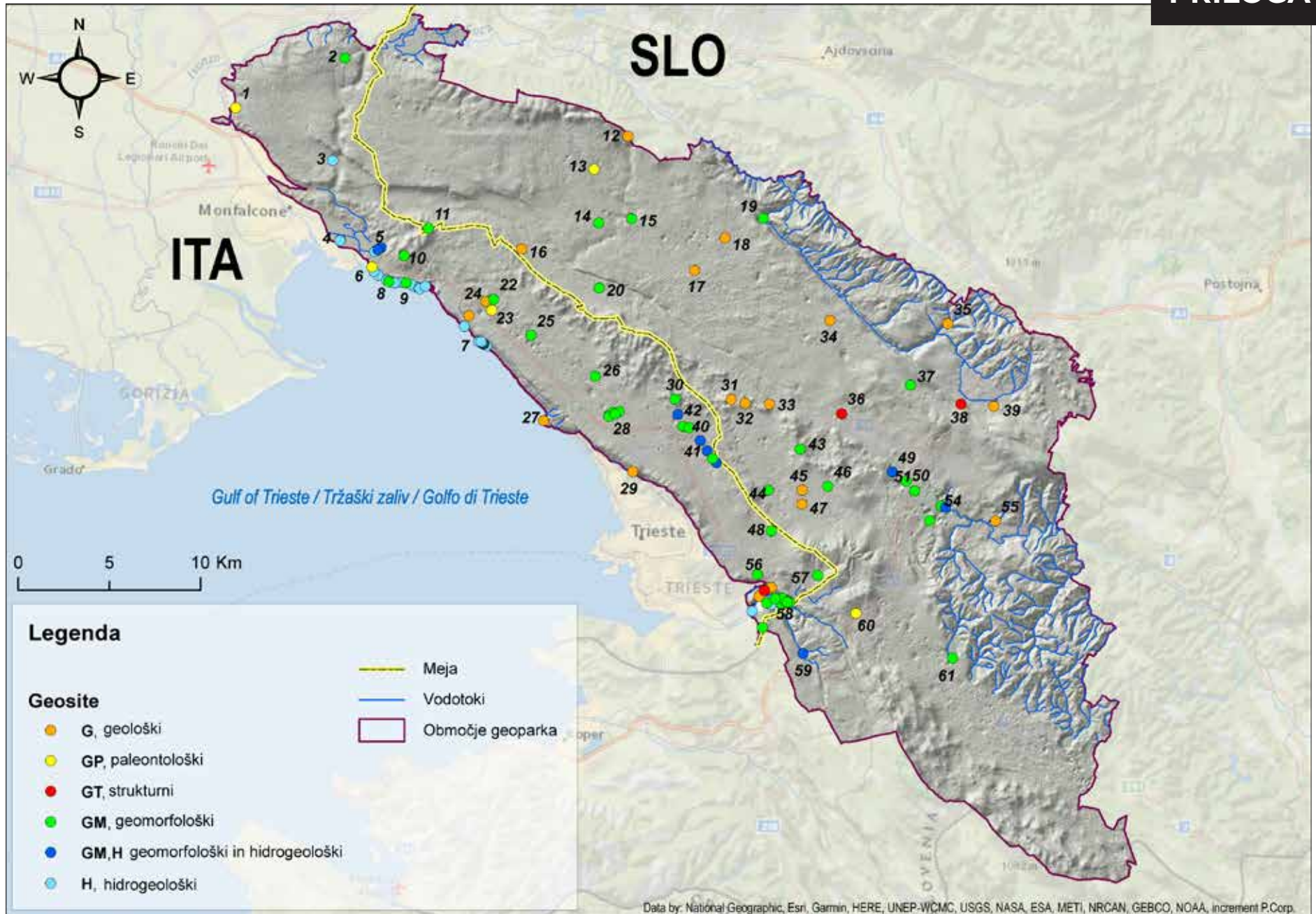
SPOŠTUJ LOKALNO SKUPNOST.

- ✦ **Spoznaj in spoštuj lokalne običaje.** Med obiskom se poduči o lokalnih običajih. Upoštevaj jih in jih spoštuj, podpri lokalno skupnost s kupovanjem domačih proizvodov ter koristi lokalne storitve. Na ta način prispevaš k ohranjanju kulturne krajine in narave.

Na kratko; upoštevaj dve enostavni pravili: iz geoparka ne odnesi ničesar, le svoje vtise in fotografije, za seboj pa ne puščaj nobenih sledi.

ZEMLJEVID IZBRANIH GEOLOŠKIH TOČK ČEZMEJNEGA GEOPARKA KRAS-CARSO

PRILOGA 1



ID GEOL. TOČKE	GEOLOŠKA TOČKA	DRŽAVA	TIP	OPIS
1	Paleontološko najdišče blizu Polazza	ITA	GP	Zelenkasto-sivi ploščati apnenci, za katere je značilna prisotnost številnih fosilov grebenskih rib in v manjši meri fosilov kopenskih rastlin in plazilcev.
2	Jama Kraljica Krasa-Regina del Carso (CSR2328/4760VG)	ITA	GM	Je največja jama v severozahodnem delu Krasa. Bogata je s sigami ter se razteza v smeri J-S s skoraj konstantnim naklonom.
3	Doberdobsko jezero	ITA	H	Doberdobsko jezero je eno redkih kraških jezer v Italiji. Pokriva dno polja in se nahaja v izjemnem kraškem okolju, za katerega so značilne številne estavele. Skupaj z bližnjim Prelosnim jezerom (Pietrarossa) predstavlja pokrajino, ki se spreminja z višino vodne gladine.
4	Termalni vrelec Monfalcone-Tržič: terme	ITA	H	Vroča voda (danes okoli 40°C) iz apnenčastega vodonosnika, ki se se nahaja globoko pod površjem, pride na dan ob prelomnici in skozi kraške kanale. Kot termalna kopalnišča so jo občasno uporabljali že Rimljani in so od leta 2014 znova v uporabi.
	Termalni vrelec Monfalcone-Tržič: jama Pozzo del Lisert CSR4808/5608VG	ITA	H	Nedostopna jama ob termah, na dnu katere je topla voda.
5	Timavo - Izviri Timave	ITA	H	Izviri Timave so del obsežnega izvirskega območja Krasa. Voda po 30-40 km dolgi podzemni poti, ki ponikne v Škocjanske jame, pride na dan v štirih izvirih le dobra 2 km od Jadranskega morja, in ustvari fascinirano okolje, poznano že od antičnih časov.
	Timavo - Jama Timave CSR1844/4583VG	ITA	GM, H	Je del tako imenovanega sklopa izvirov Timave - sistema pretežno poplavljenih jam, ki so jih raziskali jamski potapljači.
	Timavo - Jama Pozzo dei colombi di Duino CSR215/VG227	ITA	GM, H	Okno v kompleksu izvirov Timave, ki omogoča dostop do potopljenih prehodov do globine 91 m pod morsko gladino.
	Timavo - Jama Grotta meravigliosa di Lazzaro Jerko CSR2305/4737VG (LAJ)	ITA	GM, H	Jama pripelje do gladine podzemne Reke/Timave.
	Timavo - Jama Labadnica-Grotta di Trebiciano CSR3/17VG	ITA	GM, H	Jama pripelje do gladine podzemne Reke/Timave.
6	Dinozavri Ribiškega naselja (Villaggio del Pescatore)	ITA	GP	V nekdanjem kamnolomu so našli izjemna popolna okostja hadrozavrov. To so ena od redkih popolnih okostij dinozavrov, najdenih v Italiji, in predstavljajo svetovni unikum zaradi izjemne narave njihove ohranjenosti in dejstva, da so bile najdbe anatomske povezane.
7	Obalni kraški izviri	ITA	H	Manjši sladkovodni izviri ob morski gladini; nahajajo se blizu Ribiškega naselja (Villaggio del Pescatore), vzdolž Nabrežinske obale, pri Brojenci, slednji so nekoč delno služili za vodovod za Trst.
8	Podmorski kraški izviri	ITA	H	Izviri sladke vode pod morsko gladino, na obalnem pasu do Ribiškega naselja (Villaggio del Pescatore) do Sesljana in na območju Nabrežinske obale.
9	Devinske stene	ITA	GM	Klif doseže višino 90 m in se razteza od Seljanskega zaliva do devinskega pristanišča v dolžini približno 1500 metrov. Selektivna erozija in korozija sta oblikovali navpične apnenčaste plasti in stolpe ter ustvarili fascinirano pokrajino.
	Zajeda pri Devinskih stenah	ITA	GM	Med Devinom in Sesljanom leži potopljen biokorozijska zajeda na globini med -2,5 m in -1,3 m.
10	Dol (Dolina del Principe)	ITA	GM	Velika skoraj okrogla udornica na pobočju grebena med Piciganiščem in Grmado.
11	Brezno na Grmadi (Grofova jama)	SLO	GM	Grofova jama je znanstveno ena najpomembnejših jam na Krasu. V njej najdena montmorilonitna glina (predelan vulkanski pepel) predstavlja najstarejši datirani jamski sediment v jugozahodni Sloveniji, odložen v jamo pred približno 10 milijoni leti.
12	Paleokraške in paleotalne oblike na območju Trsteljskih brd	SLO	G	Čprav relativno neizraziti pa so paleokraški in paleotalni pojavi Trsteljskih brd pomembni za razumevanje geotektonskih procesov in evolucije Jadranske karbonatne platforme ob koncu krede.
13	Komen-Šrkbina - nahajališče fosilnih vretenčarjev v Komenskem apnencu	SLO	GP	Pomembno in mednarodno poznano nahajališče številnih fosilnih vretenčarjev v ploščatem Komenskem apnencu.
14	Vrtača pod obzidjem Debele Griže - Volčji Grad	SLO	GM	Poleg geomorfološkega pomena velika vrtača pod obzidjem prazgodovinskega gradišča Debela Griža kaže s svojimi suhozidi in terasami sledove večkratnih predelav od prazgodovine naprej.
15	Mali Dol	SLO	GM	Mali Dol je suha dolina, ki predstavlja reliktno obliko fluvialnega reliefa na kraškem površju, katero je v geološki preteklosti ustvarila manjša reka, ki je prečkala postopno se dvigajoče območje Krasa.
16	Nahajališče sige pri Gorjanskem	SLO	G	Opuščen kamnolom sige Rusa jama. S tem redkim naravnim kamnom je okrašen tudi del notranjosti stavbe slovenskega parlamenta.
17	Golica Komenskega apnenca v Skopem	SLO	G	Golica z lepo vidnimi strukturnimi značilnostmi Komenskega ploščastega apnenca, znana tudi po najdbah fosilnih rib in rastlin.
18	Kamnolom Kopriva z rudistnim apnencem	SLO	G	Kamnolom cenjenega naravnega kamna tipa Kopriva, pomemben za razumevanje globalnega dviga morske gladine v začetku zgornje krede.

ID GEOL. TOČKE	GEOLOŠKA TOČKA	DRŽAVA	TIP	OPIS
19	Dolina Raše s pritoki	SLO	GM	Večinoma suho dolino Raše s pritoki, ki predstavlja eno najbolj izrazitih reliefnih oblik na Krasu oziroma njenem obrobju, bi lahko opredelili kot z erozijo izpraznjeno prelomno oziroma zdrobljeno cono Raškega preloma.
20	Veliki (Brestoviški) Dol	SLO	GM	Veliki (Brestoviški) Dol predstavlja tektonsko depresijo, ki se je oblikovala v prelomni coni Divaškega preloma.
21	Kamnolom Slivenske breče	ITA	G	Opuščen kamnolom, v katerem najdemo večbarvno apnenčasto brečo.
22	Škrapljišče pri Šempolaju (San Pelaggio) in jami Lindner CSR829/3988VG	ITA	GM	Izmenični pasovi kraških kamnitih tal (grize) in apnenčastih pobočij z drobnimi površinskimi korozijskimi oblikami, ki nastajajo na rahhlo nagnjenih čistih apnencih.
23	Paleontološko najdišče v jami Pečina pod kalom-Caverna Pocala CSR173/91VG	ITA	GP	Zaščitena jama, v kateri so našli številne ostanke pleistocenskih živali, vključno s številnimi kostmi jamskega medveda (Ursus speleus) ter nekaj artefaktov.
24	Rimski kamnolom Aurisina-Nabrežina	ITA	G	Površinski in podzemni kamnolomi za pridobivanje posebno trdnih in estetsko dragocenih naravnih kamnov, komercialno imenovanih "marmor", so delovali že v rimskih časih.
25	Udornica Pečina v Rubijah (Grotta Noè) CSR23/90VG	ITA	GM	Velika okrogla odprtina v stropu pretežno subhorizontalne jame.
26	Udornica Baratro dei cavalli	ITA	GM	Območje več udornic, med katerimi Riselce in Baratro dei cavalli, slednja je asimetrična udornica s strmimi robovi in navpičnimi stenami.
27	Olistoliti Gradu Miramar	ITA	G	Olistostroma, ki jo sestavljajo apnenčasti bloki (olistoliti), kaotično vdeleni v peščenjake in glinavce fliša.
28	Kras pri Briščikih (Borgo Grotta Gigante)	ITA	GM	Tipično območje za površinsko in podzemno geomorfologijo italijanskega kraškega območja: jama zelo velike velikosti, več velikih in globokih vrtač, prostrano škrapljišče, brezstropne jame in jame z ostanki iz prazgodovine.
	Kras pri Briščikih - Briška jama - Grotta Gigante - CSR2/2VG	ITA	GM	Med vsemi turističnimi jamami na svetu ima Grotta Gigante - Briška jama najprostornejšo dvorano (600.000 m ³ , dolžino 130 m, višino 110 m in širino 65 m).
	Kras pri Briščikih (Borgo Grotta Gigante) - Škrapljišče	ITA	GM	Obsežen apnenčast izdanek vzdolž vzhodnega in severnega roba vrtače Školudnjek, s številnimi drobnimi kraškimi površinskimi oblikami (škavnice, škraplje različnih oblik, žlebiči, kanali...).
	Kras pri Briščikih (Borgo Grotta Gigante) - jama Grotta della Tartaruga CSR1688/4530VG	ITA	GM	Jama, v kateri so bili najdeni ostanki, ki jih je mogoče pripisati zgornjemu paleolitiku.
	Kras pri Briščikih (Borgo Grotta Gigante) - Brezstropa jama	ITA	GM	Vijugasta subhorizontalna brezstropa jama, ki je bila izpostavljena površju s postopnim raztapljanjem in zniževanjem apnenčastega nadkritja jame (denudacija).
29	Potapljanje kenozojske karbonatne platforme: konglomerati	ITA	G	Več plasti karbonatnega konglomerata označuje vrh karbonatne platforme iz numulitno-alveolinskega apnenca. Sledijo laporovci in glinasti apnenci, ki pričajo o hitrem poglobljanju sedimentacijskega okolja in pogrezanju karbonatne platforme.
30	Rezidualni bloki (hum) pri Repentabru	ITA	GM	Posamični izolirani bloki, neme priče starodavnega kraškega površja.
31	Kamnolom Repenskega apnenca Doline	SLO	G	Zelo lep profil skozi produktivno cono Repenskega apnenca, enega najbolj cenjenih naravnih kamnov s Krasa, bogatega z rudistnimi školjkami.
32	Profil zgornjekrednih plasti Sežana-Vrhovlje	SLO	G	Dolg stratigrafski profil, pomemben za razumevanje razvoja Jadransko-Dinarske karbonatne platforme v zgornji kredi.
33	Fantomski kras' (dedolomit) pri Sežani	SLO	G	V širši okolici Sežane se v dolomitih Povirske formacije pojavljajo značilni rjavkasto obarvani pasovi kalcita metrskih in desetmetrskih dimenzij, ki so posledica dedolomitizacije (kalcitizacije) dolomita.
34	Skrilolom Kazlje v Tomajskem ploščastem apnencu	SLO	G	Opuščen kamnolom Tomajškega ploščastega apnenca z enim najpomembnejših najdišč fosilnih vretenčarjev, nevretenčarjev in rastlin severnega dela Jadransko-Dinarske karbonatne platforme.
35	Profil Dolenja vas pri Senožečah s kredno-terciarno mejo	SLO	G	Dobro raziskan in mednarodno znan stratigrafski profil, ki prečka mejo med kredo in paleogenom, zaznamovano z enim najhujših množičnih izumiranja v geološki zgodovini.

ID GEOL. TOČKE	GEOLOŠKA TOČKA	DRŽAVA	TIP	OPIS
36	Prelomna cona Divaškega preloma	SLO	GT	Nekaj deset metrov široka cona tektoniziranih kamnin vzdolž regionalnega Divaškega preloma.
37	Senadolski dol	SLO	GM	Senadolska dolina predstavlja podolgovato kraško depresijo (uvalo) potekajočo vzdolž prelomne cone Raškega preloma nastanek katere lahko pripisujemo pospešenemu raztapljanju v območju razpoklinske cone Raškega preloma, morda gre celo za ostanek stare slepe doline.
38	Prelomna cona Raškega preloma	SLO	GT	Prerez skoraj 100 metrov široke prelomne cone Raškega preloma, ki razkriva tipično zaporedje deformacij kamnin znotraj notranje in zunanje prelomne cone.
39	Senožeče-Gabrče - rudistni krpasti greben	SLO	G	Fosilni morski greben iz rudistnih školjk v cestnem useku.
40	Dihalniki v zaledju Timave: Jama Pozzo presso il Casello ferroviario di Ferneti CSR104/87VG (CFF)	ITA	GM, H	Dihalniki kažejo na večje jamske prostore z nihajočo podzemno vodo.
	Dihalniki v zaledju Timave: Jama Luftloch CSR7477/6442VG (LUF)	ITA	GM, H	Dihalniki kažejo na večje jamske prostore z nihajočo podzemno vodo.
	Dihalniki v zaledju Timave: Vrtača Dolina dei sette nani (DSN)	ITA	H	Dihalniki kažejo na večje jamske prostore z nihajočo podzemno vodo.
41	Škrapljišča in žlebiči pri Prčendolu	ITA	GM	Vzhodno od Prčendolske kotline se na subhorizontalnih plasteh apnenca pojavljajo številne kraške skalne oblike, kot so škvavnice, škraplje in žlebiči.
42	Brezno Abisso della volpe CSR100/155VG	ITA	GM	Deset metrov široko in 181 metrov globoko samostojno brezno.
43	Bestažovca	SLO	GM	Relativno majhna jama v Taborskih brdih vsebuje med drugimi geološkimi in geomorfološkimi znamenitostmi številne prazgodovinske arheološke ostanke, vključno z risbami starimi vsaj 7000 let, edinstvenimi za Slovenijo.
44	Drobne kraške oblike: žlebiči, škraplje, škvavnice, kamniti gobi...-ob poti "Živi muzej krasa"	SLO	GM	Ob tematskih poteh »Živega muzeja krasa« lahko opazujemo celoten nabor tako površinskih kot subkutanih drobnih kraških skalnih oblik.
45	Kamnolom rudistnega apnenca Lipica 1	SLO	G	Kamnolom Lipišlega apnenca, široko uporabljane v arhitekturi v Sloveniji in v tujini. Znan v literaturi po bogati favni rudistnih školjk.
46	Vilenica	SLO	GM	Vilenica predstavlja značilen primer reliktna jame, ki jih je na Krasu nad podzemnim tokom Reke še nekaj. Velja tudi za najstarejšo turistično jamo v Evropi in verjetno tudi na svetu, saj so vstopnino v jamo pobirali že leta 1633. Od leta 1986 poteka v jami Mednarodni literarni festival Vilenica za izjemne dosežke na področju književnosti in esejistike srednjeevropskih avtorjev.
47	Premogovniki črnega premoga pri Lipici	SLO	G	Opušeni premogovniki črnega premoga in nahajališče fosilov.
48	Jama Claudio Skilan CSR5070/5720VG	ITA	GM	Eden največjih, najglobljih ter kompleksnih jamskih sistemov na tržaškem Krasu.
49	Kačna jama	SLO	GM, H	Več kot 20 km dolga in 280 m globoka Kačna jama, ki predstavlja najdaljšo jamo Krasa in tretjo najdaljšo jamo v Sloveniji, je izredno pomembna tudi z znanstvenega stališča, saj nam z ostalimi jamami, ki dosežejo Reko, omogoča vpogled in študijo kraškega vodonosnika »in situ«.
50	Risnik - udornica med Škocjanskimi jamami in Kačno jamo	SLO	GM	Risnik predstavlja lep primer udornice z naborom oblik, ki kažejo na faze njenega razvoja ter s tem tudi celotnega Divaškega Krasa.
51	Denudirana jama v Lipovih dolinah	SLO	GM	Denudirana jama v Lipovih dolinah predstavlja eno najbolj nazornih in lepo oblikovanih denudiranih jam s tem pa tudi poseben pojav za razumevanje geomorfološkega in geološkega razvoja kraških območij.
52	Slepa dolina Reke in udornice pri Škocjanskih jamah	SLO	GM	Izjemnost kraških pojavov celotnega sistema Škocjanskih jam je prepoznana v svetovnem merilu. Jame so uvrščene na UNESCO seznam svetovne dediščine, razglašene za UNESCO Kraško biosferno območje (MAB) ter vključene v Ramsar kot podzemno mokrišče.
53	Škocjanske jame	SLO	GM, H	Škocjanske jame so skupaj z okoliškimi kraškimi pojavi svojevrsten geomorfološki fenomen, pomemben za razumevanje geomorfološkega in geološko/geotektonskega razvoja širšega območja, pa tudi drugih geološko podobnih območij po svetu. Od leta 1986 so uvrščene na Unescov seznam svetovne dediščine.
54	Jama na Prevali 2 (Mušja jama)	SLO	GM	Številni bronastodobni in železnodobni predmeti kulturno odvrženi v Mušjo jamo kažejo na izjemen pomen, ki ga je jama, pa tudi okolica Škocjanskih jam, kot sveto mesto imela med evropsko in sredozemsko kulturo v pozni bronasti dobi, okoli leta 1000 pred našim štetjem.
55	Profil Vremski Britof s foraminifernim apnencem Liburnijske formacije	SLO	G	Mednarodno znan stratigrafski profil najmlajšega dela krednih foraminifernih apnencev Liburnijske formacije.
56	Vrtača Črbenjak pri Jezeru (San Lorenzo)	ITA	GM	Velika vrtača s položnimi pobočji nastala z raztapljanjem.
57	Slepa dolina pri Gročani (Crozzana)	ITA	GM	Med vasema Gročana in Pesek je slepa dolina z obdelanim dnom.

ID GEOL. TOČKE	GEOLOŠKA TOČKA	DRŽAVA	TIP	OPIS
58	Dolina Glinščice (Val Rosandra)	ITA	GM	Dolina Glinščice predstavlja kompleksno geološko točko z raznolikimi geološkimi in geomorfološkimi pojavi: kraška rečna dolina z globoko sotesko, katere morfologija pobočij se spreminja glede na tektonske in litološke danosti, pogoste so kompleksne jame v več nivojih. Predstavlja edinstven primer površinske hidrografije na kraškem ozemlju.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra)- Potopljena kenozojska karbonatna platforma: laporovci	ITA	G	Številni izdanki apnenčastih laporovcev in laporastih apnencev, znani tudi kot „fukoidni laporji“, ki ležijo med flišem ter alveolinsko-numulitnim apnencem.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Jamski sistem Stene (Fessura del Vento CSR930/4139VG)	ITA	GM	Jama, dolga približno 2,6 km v pobočju Stene.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Jamski sistem Stene (Grotta delle Gallerie CSR290/420VG)	ITA	GM	Jama, ki se je razvila v apnenčastem pobočju Stene, na desni strani hudournika Glinščica. Je pomembno arheološko najdišče.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Jamski sistem Stene (Grotta Gualtiero Savi CSR5080/5730VG)	ITA	GM	Jama, dolga približno 4 km v pobočju Stene.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Jamski sistem Stene (Grotta dei Pipistrelli CSR527/2686VG)	ITA	GM	Majhna jama v pobočju Stene.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Jamski sistem Stene (Grotta Martina Cucchi CSR4910/5640VG)	ITA	GM	Jama, dolga približno 1 km v pobočju Stene.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Jamski sistem Stene (Grotta Ferroviaria CSR1435/4352VG)	ITA	GM	Majhna jama v pobočju Stene.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Hudourniški slap Glinščice	ITA	GM	Približno 30 metrov visok slap preko subvertikalnega preloma, nizvodno od stika med flišem in apnencem.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - paleo plaz	ITA	GM	Plaz, ki vsebuje okoli 40 metrov debel, približno 200 metrov širok in 250 metrov visok apnenčast blok.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Hudourniška soteska Glinščice	ITA	GM	Globoka dolina dolžine približno 1300 metrov s številnimi meandrirajočimi koriti in erozijskimi lonci.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Izvir Bukovec	ITA	H	Majhen izvir, ki odvaja kondenzacijsko vodo iz nad njim ležečega grušča.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Prelom Crinale (Počivenca)	ITA	GT	Prelom, ki pogojuje morfologijo severne strani hriba Kras.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - aluvialni sedimenti in pobočni grušči	ITA	G	Aluvialni sedimenti, prepleteni s pobočnim gruščem, dokazujejo zapleten razvoj doline in podnebne spremembe.
	Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Izviri pri Boljucu, Jama - Antro di Bagnoli CSR76/105VG)	ITA	H	Kraški izvir na kontaktu subvertikalnih plasti Alveolinsko-numulitnih apnencev in fliša.
Dolina Glinščice (Val Rosandra) - Medvedja jama - Caverna degli Orsi CSR5075/5725VG	ITA	GM	Zaščitena jama z najdiščem kosti jamskega medveda (Ursus spelaus).	
59	Beško-Ocizeljjski jamski sistem	SLO	GM, H	Sistem ponorov, naravnih mostov in jamskega sistema predstavlja poseben primer kontaktnega krasa, ki se povsem razlikuje od kontaktnega krasa Matarskega podolja, saj potoki ne ponikajo na koncu slepih dolin, temveč bočno v dolini potoka Glinščica, ki je tu oblikovana na kontaktu med flišem in apnencem.
60	Paleokraško brezno z ostanki dinosavrov pri Kozini	SLO	GP	Gre za prvo in doslej eno od dveh znanih nahajališč dinosavrov v Sloveniji in tudi eno od dveh nahajališč na Krasu, bogato pa je tudi po ostankih zob krokodilov. Nahajališče ima mednarodni pomen za razumevanje evolucije predvsem račekljunih dinosavrov (hadrozavrov) ter regionalni pomen za rekonstrukcijo paleogeografske in paleobiogeografske evolucije ozemlja med Jadransko ter Evrazijsko geotektonsko ploščo.
61	Slepe doline v Matarskem podolju (Brezovica, Odolina...)	SLO	GM	Brezovica in Odolina sta tipični slepi dolini Matarskega podolja in predstavljata »šolski« primer slepih dolin, kot najizrazitejših pojavov kontaktnega krasa.

LITERATURA

- Aljančič M., Brenčič M., Gams I., Kranjc A., Lajovic A., Lowe D.J., Planina T., Sket, B., Šušteršič F. (eds.), 1998: Škocjanske jame - The Škocjanske jame caves. Naše jame 40, Bulletin of the Speleological Association of Slovenia.
- Andriani F., Cucchi F., Marinetti E., Zini L., 2001: Doline di crollo e doline di dissoluzione nel Carso triestino. Studi Trentini di Scienze Naturali. Acta Geologica 77 (2000), 119–126.
- Arbulla D., 2017: Ritrovamenti paleontologici. Il sito del Villaggio del Pescatore. Atti Mem. Comm. Grotte "E. Boegan" 47, 87–107.
- Babij V., Culiberg M., Čarni A., Čelik T., Čušin B., Dakskobler I., Košir P., Marinšek A., Pirnat A., Seliškar A., Slapnik R., Šilc U., Vreš B., Zelnik I., 2008: Narava - raziskovanje biodiverzitet - flore, favne in vegetacije kraškega sveta. In: Kras, trajnostni razvoj kraške pokrajine, Ljubljana: Založba ZRC.
- Benussi E. & Dolce S. 1990: Friuli Venezia Giulia. Obiettivo Natura. Ed. B&Mm Fachin, Trieste, 105–143.
- Barattolo F., Bressan G., Burelli G., Carulli G.B., Cucchi F., Drobne K., Ogorelec B., Pirini C., Poli E., Pugliese N., Romano R., 2005: Cretaceous/Tertiary boundary and Paleocene deposits of Trieste Karst and Slovenia. Studi Trent. Sci. Nat., Acta Geol. 80 (2003), 39–64, Suppl. 1.
- Belingar E. (ed.), 2014: Priročnik kraške suhozidne gradnje. Park Škocjanske jame, Škocjan, 31 pp.
- Bertarelli L. V., Boegan E., 1926: Duemila Grotte. Quarant'anni Di Esplorazioni Nella Venezia Giulia. Touring Club Italiano, Milano, 494 pp.
- Battaglia R., 1922: La Caverna Pocala. Atti della Reale Acc. Naz. Lincei, Rendiconti Sc. Fis., Mat. e Nat. 303 (1921), s. 5, 13 (16, 617–686).
- Battaglia R., 1930: Notizie sulla stratigrafia del deposito quaternario della caverna Pocala di Aurisina (campagne di scavo negli anni 1926 e 1929). Istituto italiano di speleologia, gennaio-marzo, Le Grotte d'Italia 4/1, A. VIII, 17–44.
- Biolchi S., Cucchi F., Pieri F., Devoto S., Furlani S., Tunis G., Zini L., Gerdol S., Bavec M., Kolar-Jurkovšek T., Jež J., Jurkovšek B., Milanič B., Novak M., Šolc U., Peternelj K., Guštin M., Premrl B., 2014: Platy limestones: 10 case studies in the Classical karst. Trieste: Dipartimento di matematica e geoscienze, Università degli studi di Trieste, 48 pp.
- Boegan E., 1924: Le Grotte Di San Canziano, Trieste. Soc. Alpina Giulie 47, Trieste.
- Boegan E., 1938: Il Timavo. Studio sull'idrografia carsica subaerea e sotterranea. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Trieste, Italy, 251 pp.
- Caffau M., Pleničar M., Pugliese N., Drobne K., 1998: Late Maastrichtian rudists and microfossils in the Karst region (NE Italy and Slovenia). Geobios, Mem. Spec. 22, 37–46.
- Calligaris R., 1992: I pesci fossili dei calcari ittiolitici di Comeno e di facies a questa correlabili conservati nelle collezioni del Museo civico di Storia Naturale di Trieste. Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste 44, 57–111.
- Calligaris C., Galli M., Gemiti F., Piselli S., Tentor M., Zini L., Cucchi F., 2019: Electrical Conductivity as a tool to evaluate the various recharges of a Karst aquifer. Rendiconti Online della Società Geologica Italiana 47, 13–17.
- Campedelli T., Cutini S., Vitolano S., Londi G., Bonazzi P., Calvi G., Benussi E., Buvoli L., Tonetti J., Florit F., Florenzano G.T., 2017: Atlante degli uccelli nidificanti nella ZPS IT3341002 "Aree carsiche della venezia giulia" (2010-2013), risultati del primo anno. Gortania 39, 41–188.
- Canarella D. 1989: Il Sentiero Rilke. Paesaggio e poesia della Costiera triestina. Ed. B&Mm Fachin, Trieste, 213 pp.
- Cargnel M. & Matteusich L., 2001: Le Coste Del Friuli Venezia Giulia Viste Dall'alto. B&V Ed., Gorizia, 18–93.
- Carulli G.B. & Cucchi F., 1991: Proposta di interpretazione strutturale del Carso triestino. Atti Tic. Sc. Terra 34, 161–166.
- Carulli G.B. & Onofri R., 1966: I marmi del Carso. Ed. Del Bianco, Udine.
- Cavin L., Jurkovšek B., Kolar-Jurkovšek T., 2000: Stratigraphic succession of the Upper Cretaceous fish assemblages of Kras (Slovenia). Geologija 43/2, 165–195.
- Chiarenza A.A., Fabbri M., Consorti L., Muscioni M., Evans D.C., Cantalapiedra J.L., Fanti F., 2021: An Italian dinosaur Lagerstätte reveals the tempo and mode of hadrosauriform body size evolution. Scientific Reports 11, 23295.
- Civita M., 2005: Idrologia applicata e ambientale. Casa Editrice Ambrosiana Milano, 794 pp.
- Civita M., Cucchi F., Eusebio A., Garavoglia S., Maranzana F., Vigna B., 1995: The Timavo hydrogeologic system: an important reservoir of supplementary water resources to be reclaimed and protected. Acta Carsologica 24, 169–186.
- Consorti L., Arbulla D., Bonini L., Fabbri S., Fanti F., Franceschi M., Frijia G., Pini G.A., 2021: The Mesozoic palaeoenvironmental richness of the Trieste Karst. 90. Congresso della Soc. Geol. It. - Trieste, 14-16 settembre 2021, Pre congress Field Trip N. 4. Periodico semestrale del Servizio Geologico d'Italia, ISPRA e della Società Geologica Italiana Geol. Field Trips & Maps 13/2.2, 40 pp.

- Coratza P., Bollati I., Panizza V., Brandolini P., Castaldini D., Cucchi F., Deiana G., Del Monte M., Faccini F., Finocchiaro F., Gioia D., Melis R., Minopoli C., Nesci O., Paliaga G., Pennetta M., Perotti L., Pica L., Tognetto F., Valentini L., Giardino M., Pelfini M., 2021: Advances in geoheritage mapping. Application to iconic geomorphological examples from the Italian landscape. *Sustainability* 2021/13, 1–38.
- Corradini C. & Innocente N., 2017: Il Cibarario del Friuli Venezia Giulia. Agenzia regionale per lo sviluppo rurale ERSA (Gorizia).
- Cucchi F., 2009: Kamenitzas. In: Gines A., Knez M., Slabe T., Dreybrodt W., Karst Rock Features – Karren Sculpturing. *Carsologica* 9, 139–150.
- Cucchi F. & Finocchiaro F., 2017: Karst landforms in Friuli Venezia Giulia: from alpine to coastal karst. In: Soldati M. & Marchetti M. (eds.), *Landscapes and Landforms of Italy*. Series: World Geomorphological Landscapes. Springer Int. Publ. AG 2017, 147–156.
- Cucchi F. & Forti F., 1981: La “Cattura” del Timavo superiore a Vreme. *Atti e Mem. Comm. Grotte E. Boegan* 21, 55–64.
- Cucchi F. & Gerdol S., 1986: I marmi del Carso triestino. Ed. Camera di C.I.A.A. di Trieste, 195 pp.
- Cucchi F. & Piano C. (eds.), 2013: Carta geologica del Carso Classico (tratta dalla Carta di sintesi geologica alla scala 1:10.000 – Progetto GEO-CGT) e Brevi Note Illustrative della Carta Geologica del Carso Classico Italiano con Fanucci, F., Pugliese N., Tunis G., Zini L. (eds), Direzione centrale ambiente energia e politiche per la montagna, Servizio Geologico, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Trieste.
- Cucchi F. & Zini L., 2002: Carta geomorfologica e strutturale del Carso Triestino alla scala 1:50.000. In: Hohenegger J., Melis R., Pervesler P., Pugliese N. (eds.), *Field Excursion Guide of the Third Int. Congr. “Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology”* - EMMM’2002 Trieste, 45 pp.
- Cucchi F. & Zini L., 2007: Le acque del Carso Classico. *Mem. Ist. Ital. Spel.* s. II 19, 33–40.
- Cucchi F. & Zini L. (eds.). 2009: *Paesaggi carsici nel Friuli Venezia Giulia*. Ed. DiSGAM-Università di Trieste – R.A. Friuli Venezia Giulia, Tipografia Stella Arti Grafiche, Trieste, 112 pp.
- Cucchi F., Pirini Radrizzani C., Pugliese N., 1989: The carbonate stratigraphic sequence of the Karst of Trieste (Italy). *Mem. Soc. Geol. Ital.* 40 (1987), 35–44.
- Cucchi F., Radovich N., Sauro U., 1990: I campi solcati di Borgo Grotta Gigante nel Carso triestino. *Int. J. Speleol.* 18/3-4, 1989, 117–144.
- Cucchi F., Forti F., Marinetti E., 1996: Surface degradation of carbonate rocks in the Karst of Trieste (Classical Karst, Italy). In: Formos J.J. & Ginés A. (eds.), *Karren Landforms*. Palma, 41–51.
- Cucchi F., Mereu A., Oberti S., Piano C., Rossi A., Zini L., 2005: Geology and geomorphology of the “Rosandra” Valley for a cultural enhancement. *Il Quaternario – Italian Journal of the Quaternary Sciences* 18/1, Spec. vol., 183–194.
- Cucchi F., Finocchiaro F., Muscio G. (eds.), 2009: *Geositi del Friuli Venezia Giulia*, Ed. DiSGAM-Università di Trieste – R.A. Friuli Venezia Giulia, Tipografia Arti Grafiche Friulane/Imoco spa, Udine, 383 pp.
- Cucchi F., Finocchiaro F., Zini L., 2010: Karst Geosites in NE Italy. In: Andreo B., Carrasco F., Duran J.J., La Moreaux J.W. (eds.), *Advances in Research in Karst Media*, 393–398.
- Cucchi F., Riccamboni R., Bandi E. (eds.), 2012: *Water and life in the caves of the Rosandra Valley*. LINDT (Trieste-Slovenia), 141 pp.
- Cucchi F., Zini L., Calligaris C., 2015: Le acque del Carso Classico/Vodonosnik klasičnega Krasa. Progetto/Projekt HYDROKARST, Edizioni Università di Trieste, 181 pp.
- Dalla Vecchia F.M., 2009: *Tethyshadros insularis*, a new Hadrosauroid dinosaur (Ornithischia) from the Upper Cretaceous of Italy. *J. Vertebrat. Paleontol.* 29, 1100–1116.
- Dalla Vecchia F.M., 2020: The Unusual Tail of *Tethyshadros Insularis* (Dinosauria, Hadrosauroidea) from the Adriatic Island of the European Archipelago. *Riv. Ital. Paleontol. S.* 126, 583–628.
- D’Ambrosi C., 1955: *La Cava Romana di Aurisina presso Trieste*. Ist. Min. Univ. Trieste, Smolars Ed., Trieste.
- Debeljak I., Košir A., Buffetaut E., Otoničar B., 1999: A preliminary note on dinosaurs and non-dinosaurian reptiles from the Upper Cretaceous carbonate platform succession at Kozina (SW Slovenia). *Razprave* 40, 3–25.
- Debeljak I., Košir A., Buffetaut E., Otoničar B., 2002: The Late Cretaceous dinosaurs and crocodiles of Kozina (SW Slovenia): a preliminary study. *Mem. Soc. Geol. Ital.* 57, 193–201.
- Dobrovoljc H., Fridl J., Luthar O., Mulec J., Pavšek M., 2008: *Kras: trajnostni razvoj kraške pokrajine*. Založba ZRC, 337 pp.
- Dobruskina I., Jurkovšek B., Kolar-Jurkovšek T., 1999: Upper Cretaceous flora of Slovenia. *Annales* 9/2, 243–256.
- Dragičević I., & Velić I., 2002: The northeastern margin of the Adriatic carbonate platform. *Geologia Croatica* 55/2, 185–232.
- Drobne K., Ogorelec B., Pleničar M., Zucchi-Stolfa M.L., Turnšek D., 1988: Maastrichtian, Danian and Thanetian beds in Dolenja vas (NW Dinarides, Yugoslavia). Mikrofacies, foraminifers, rudists and corals. *Razprave* 4. razr. SAZU 29, 149–224.
- Drobne K., Ogorelec B., Pleničar M., Barattolo F., Turnšek D., Zucchi Stolfa M.L., 1989: The Dolenja Vas section, a transition from Cretaceous to Palaeocene in the NW Dinarides, Yugoslavia. *Mem. Soc. Geol. Ital.* 40, 73–84.
- Drovenik B., 1996: Hrošči. V: Vreš B. et al., *Flora, vegetacija in favna kraškega regijskega parka*, Elaborat, Biološki inštitut ZRC SAZU, Ljubljana, 63–84.
- Fakin Bajec J., 2009: *Kulturna dediščina med tradicijo in inovacijo na Krasu: doktorska disertacija*. Ljubljana.

- Fanin Y., Tami F., Guzzon C., Candotto S., Merluzzi P., 2015: Nuove località di Zeuneriana marmorata (Fieber, 1853) (Insecta Orthoptera) in Friuli Venezia Giulia (Italia nord-orientale). *Gortania* 37, 35–41.
- Fister P. 1999: Arhitektura na Krasu. In: Kranjc, A. (ed.), *Kras: pokrajina, življenje, ljudje*. Ljubljana, Založba ZRC, 251–60.
- Flego S. & Rupel L., 1993: Prazgodovinska gradišča tržaške pokrajine - I castellieri della provincia di Trieste. Trst: Založništvo tržaškega tiska- Trieste: Editoriale stampa triestina.
- Gabrovšek F. & Peric B., 2006: Monitoring the flood pulses in the epiphreatic zone of karst aquifers: the case of Reka river system, Karst Plateau, SW Slovenia. *Acta Carsologica* 35/1, 35–45.
- Galli M., 1999: Timavo – esplorazioni e studi. Supplemento n. 23 di “Atti e Memorie della Comm. Grotte E. Boegan”, 195 pp.
- Gams I., 2003: Kras v Sloveniji – v prostoru in času. Založba ZRC, Ljubljana, 516 pp.
- Gemiti F., 1995: Portata liquida e portata solida del Timavo alle risorgive di S. Giovanni di Duino. *Hydrores*. 13, 75–88.
- Gemiti F., 2004: Le sorgenti Sardos e l'approvvigionamento idrico della Provincia di Trieste. *Atti e Memorie della Commissione Grotte “E. Boegan”* 39, 67–80.
- Gorjanović-Kramberger C. 1895: Fossilne ribe Komena, Mrzleka, Hvara i M. Libanona uz dodatak o oligocenskim ribama Tüffera, Zagora i Trifalja. *Djela jugoslavenske Akademije znanosti i umjetnosti* 16, 1–67.
- Guštin Grilanc V., 1997: Je več dnevou ku klobas. Nekdanje prehrabene navade in recepti tržaškega podeželja. ZTT-EST, Trst. Trieste.
- Habič P., 1969: Hidrografska rajonizacija krasa v Sloveniji. *Krš Jugoslavije* 6, 79–91.
- Hrobat K., 2004: Kras – Brkini: kraška prazgodovinska gradišča, Sežana, Kulturno društvo Vilenica, 24 pp.
- Jurkovšek B., 2000: Kamnarstvo je del tradicije Krasa. *Kras* 37, 38–39.
- Jurkovšek B. 2010: Geološka karta severnega dela Tržaško-komenske planote 1:25.000, tolmač. = Geological map of the Trieste-Komen Plateau 1:25,000, explanatory book. Ljubljana, 72 pp.
- Jurkovšek B. & Kolar-Jurkovšek T., 2007: Fossil assemblages from the Upper Cretaceous Komen and Tomaj Limestones of Kras (Slovenia). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen* 245/1, 83–92.
- Jurkovšek B. & Kolar-Jurkovšek T. 2021: Fosili Slovenije: pogled v preteklost za razmislek o prihodnosti. = Fossils of Slovenia: looking into the past to reflect on the future. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije, 264 pp.
- Jurkovšek B., Toman M., Ogorelec B., Šribar L., Drobne K., Poljak M. & Šribar L., 1996: Formacijska geološka karta južnega dela Tržaško-komenske planote 1 : 50.000. = Geological Map of the Southern part of the Trieste-Komen Plateau (Slovenia), 1:50,000. Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana, 143 pp.
- Jurkovšek B., Cvetko Tešović B., Kolar-Jurkovšek T., 2013: *Geologija Krasa. = Geology of Kras*. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije, 205 pp.
- Jurkovšek B., Biolchi S., Furlani S., Kolar-Jurkovšek T., Zini L., Jež J., Tunis G., Bavec M., Cucchi F., 2016: Geology of the Classical Karst Region (SW Slovenia–NE Italy). *Journal of Maps* 12, 352–362, 1 suppl.
- Kaligarič M., 1997: Rastlinstvo Primorskega krasa in Slovenske Istre: travniki in pašnik. Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko: Znanstveno raziskovalno središče Republike Slovenije.
- Kladnik D. & Rejec Brancelj, 1999: Družbenogeografski oris. In: Kranjc, A. (ed.), *Kras: pokrajina, življenje, ljudje*. Ljubljana, Založba ZRC, 191–215.
- Knez M. & Slabe T. (eds.), 2016: Cave exploration in Slovenia: discovering over 350 new caves during motorway construction on Classical Karst - Springer, *Advances in karst science*, 102 pp.
- Knez M., Petrič M., Šebela S., Slabe T. (eds.), 2015: The Beka-Ocizla cave system: karstological railway planning in Slovenia. Springer, *Advances in karst science*, 102 pp.
- Knez M., Otoničar B., Petrič M., Pipan T., Slabe T. (eds.), 2020: *Karstology in the Classical Karst*. Springer, *Advances in karst science*, 222 pp.
- Košir A., Goričan Š., Debeljak I., Otoničar B., Turnšek D., 1999: Vodnik po ekskurziji ob 50. obletnici ustanovitve Paleontološkega inštituta Ivana Rakovca ZRC SAZU. Ljubljana, Založba ZRC SAZU, 20 pp.
- Kranjc A. (ed.), 1997: *Kras - Slovene Classical Karst*. Založba ZRC, Ljubljana, 254 pp.
- Kranjc A., 1999: Uvod. In: Kranjc A. (ed.), *Kras – pokrajina, življenje, ljudje*. Založba ZRC, Ljubljana, 9–17.
- Kranjc A., 2002: Zgodovinski pregled in opis jam (A Historical Overview and Description of the Caves). In the monograph *Park Škocjanske jame (The Škocjan Caves Park)*, Škocjan Caves Park publi.
- Lazzaro G., 2003: La popolazione di *Ursus spelaeus* della Grotta Pocala. *Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste* 49 (suppl.), 59–78.
- Luthar O., Dobrovoljc H., Fridl J., Mulec J., Pavšek M. (eds.), 2008: *Kras - trajnostni razvoj kraške pokrajine*. Založba ZRC, Ljubljana, 337 pp.
- Marchesetti C., 1907: Relazione sugli scavi paleontologici eseguiti nel 1904. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze Naturali in Trieste* 23, 233–235.
- Marchesetti C., 1908: Relazione sugli scavi preistorici eseguiti nel 1905. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze Naturali in Trieste* 24, 185–187.
- Martel E.A., 1888: La Grotte de Trebiciano. *La Nature* 16, 776, 307–308.
- Maucci W., 1954: Ricerche in acque sotterranee mediante scafandri autonomi ad ossigeno. *Boll. Soc. Adriatica di Sc. Nat.* 47, 62–81. 47 (1953-1954).
- Mezzena R., 1965: *Flora del Carso*. Ed. Lint, Trieste, 355 pp.
- Mihevč A., 2001: *Speleogeneza Divaškega krasa*. Založba ZRC, Ljubljana, 180 pp.

- Mosetti F., 1966: L'idrologia della Carsia Giulia e dei territori limitrofi. *Adriatica* 12, Trieste, 76 pp.
- Mosetti F., 1989: Carsismo e idrologia carsica nel Friuli-Venezia Giulia. Quaderni ETP. Riv. Limn 17, Udine.
- Müller F., 1890: Die Grottenwelt von St. Canzian, 1–59, Vienna.
- Novak M. (ed.), 2015: RoofOfRock Final Thematic Report. Geological Survey of Slovenia, Dubrovnik. <https://roofofrock.geo-zs.si/Publication/index.html>
- Novak M., Biolchi S., Čebren Lipovec N., Jež J., Peternelj K., Šolc U., Golež M. (eds.), 2015: Roof of rock. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije; Dubrovnik, Neretva Regional Development Agency Dunea, 181 pp.
- Oedl R., 1924: Der unterirdische Lauf der Reka, Doktordissertation, manuscript, 334 pp., Munich.
- Ogorelec B., Dolenc T., Cucchi F., Giacomich R., Drobne K., Pugliese N., 1995: Sedimentological and geochemical characteristics of carbonate rocks from the K/T boundary to Lower Eocene on the Karts area (NW Adriatic platform). Proc. of 1st Croatian Geol. Congress, Opatija, 415–42.
- Ogorelec B., Dolenc T., Drobne K., 2007: Cretaceous–Tertiary boundary problem on shallow carbonate platform: carbon and oxygen excursions, biota and microfacies at the K/T boundary sections Dolenja vas and Sopada in SW Slovenia, *Adria CP. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 255/1-2, 64–76.
- Otoničar B., 2007: Upper Cretaceous to Paleogene forbulge unconformity associated with foreland basin evolution (Kras, Matarsko Podolje and Istria; SW Slovenia and NW Croatia). *Acta Carsologica* 36/1, 101–120.
- Panjek A., 2006: Človek, zemlja, kamen in burja: zgodovina kulturne krajine Krasa. Koper: Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Založba Annales: Zgodovinsko društvo za južno Primorsko.
- Paronuzzi P. & Arbullo D., 2019: Guerra tra archeologi. Le ricerche di L.K. Moser nelle grotte del Carso. Comune di Trieste, p. 174.
- Pavlovec R. & Vesel J., 1992: Flowstone as Natural Stone. *Acta Carsologica* 21, 185–191.
- Pavlovec R., Pleničar M., Drobne K., Ogorelec B., Šušteršič F., 1989: History of geological investigations of the Karst (Kras) region and the neighbouring territory (Western Dinarides). *Mem. Soc. Geol. Ital.* 40 (1987), 9–20, Roma.
- Pettersson M. & Kesitalo E.C.H., 2013: Adaptive capacity of legal and policy frameworks for biodiversity protection considering climate change. *Land Use Policy* 34, 2013–2222.
- Pipan T., 2007: Škocjanske jame sodijo v skupino jam z izjemno bogato podzemno favno: vzorčenje vodne favne ter pregled biodiverzitetnih razmer v ponikalnici Reki in Škocjanskih jamah. *Kras* 85, 38–41.
- Placer L., 2015: Simplified structural map of Kras; Kras (Slovene), Carso (Italian) = Geographical unit. *Geologija* 58/1, 89–93.
- Placer L. & Mihevc A. (in prep.): Osnove geomorfološkega razvoja jugozahodne Slovenije in Istre. I. del: Škocjanske jame.
- Placer L., Vrabc M., Celarc B., 2010: The bases for understanding of the NW Dinarides and Istria Peninsula tectonics. *Geologija* 53/1, 55–86.
- Pleničar M., 2005: Upper Cretaceous Rudists in Slovenia. = Zgornjekredni rudisti v Sloveniji. *SAZU* 39, 255 pp.
- Poldini L., 2009: Guide alla Flora – IV. La diversità vegetale del Carso fra Trieste e Gorizia. Lo stato dell'ambiente. Le guide di Dryades 5 – Serie Florae IV (F – IV). Trieste, Ed. Goliardiche, 732 pp.
- Presetnik P., Koselj K., Zagmajster M. (eds.), 2009: Atlas netopirjev (Chiroptera) Slovenije. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju.
- Renčelj S., 2002: Kras: kamen in življenje. Libris, Koper, 162 pp.
- Renčelj S., 2009: Okusi Krasa. Ljubljana: Kmečki glas.
- Rossi M. & Santi G., 2015: Observation on the *Ursus gr. spelaeus* remains from the Pocala cave (Trieste, Friuli Venezia Giulia, N. Italy). *Revue de Paléobiologie* 34, 77–84.
- Scotese C.R., 2014: Atlas of Paleogene Paleogeographic Maps (Mollweide Projection), Vol. 1 and 2, The Cenozoic and The Cretaceous, PALEOMAP Atlas for ArcGIS, PALEOMAP Project, Evanston, IL.
- Seliškar A., Trpin D., Vreš B., 1996: Flora kraškega regijskega parka. In: Vreš B. et al. (eds.), Flora, vegetacija in favna kraškega regijskega parka. Elaborat, Biološki inštitut ZRC SAZU, Ljubljana, 3–19.
- Shaw T.R., 2018: Škocjanske Jame 1920-1940. Ljubljana, Založba ZRC, 185 pp.
- Shaw T.R., Čuk A., 2015: Slovene Karst and Caves in the past. Ljubljana, Založba ZRC, 464 pp.
- Sket B., 2000: Pregled in izbor jam v Republiki Sloveniji, ki so pomembne za ohranjanje podzemne favne. Naročnik: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje. Ljubljana.
- Slapšak B., 1999: Slovenski Kras v poznejši prazgodovini in v rimski dobi. In: Kranjc, A. (ed.), Kras: pokrajina, življenje, ljudje. Ljubljana, Založba ZRC, 145–163.
- Stoch F. & Dolce S., 1984: Gli animali delle grotte del Carso Triestino. *Andar sul Carso per vedere e conoscere* 7, Ed. Lint, Trieste.
- Stoch F., 2009: Servizio di integrazioni al catasto grotte nel Sito Natura 2000 SIC IT3340006 "Carso Triestino e Goriziano" e ZPS IT3341002 "Aree carsiche della Venezia Giulia" - Relazione finale. Direzione centrale risorse agricole, naturali, forestali e montagna, Servizio tutela ambienti naturali e fauna. Udine.
- Stupar M., Gorkič M., Fajdiga B., Fučka D., Jurkovšek B., Placer L., Otoničar B., Belingar E., 2012: Preverjanje možnosti izvedbe geoparka na Krasu: strokovne podlage. Strateški projekt Kras - Carso: Trajnostno upravljanje naravnih virov in teritorialna kohezija. Zavod za varstvo narave, OE Nova Gorica, 61 pp., 1 suppl.
- Testa A., Romandini M., Arbullo D., Benazzi S., 2022: Analisi tafonomica preliminare di un campione di resti di orsi delle caverne della Caverna Pocala (Duino-Aurisina, TS) nel Carso triestino. *Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste*, 63.

- Trontelj P., 2000: Kras. In: Polak S. (ed.), Mednarodno pomembna območja za ptice v Sloveniji. = Important Bird areas (IBA) in Slovenia. Ljubljana, DOPPS, Monografija DOPPS 1, 51–64.
- Torbica A. (ed.), 2015: In Transition. Understanding the Junction of Flysch and Carbonate Rocks and its Influence on the use of Stone as a Building Material. A case study of the Comune di San Dorligo della Valle/Občina Dolina Municipality. Border Cooperation Programme IPA Adriatic 2007-2013. Trieste, 100 pp.
- Ulcigrai F., 1977: Successione stratigrafica dell'Abisso di Trebiciano. Atti e Memorie della Comm. Grotte "E. Boegan" 16 (1976), 21–44.
- Valvasor J.W., 1689: Die Ehre des Herzogthums Crain. Ljubljana and Nürnberg, Endter, 4 vols. (1/IV, 519–520; 4/XIII, 3–11).
- Venturini S., Sartorio D., Tentor M., Tunis G., 2008: Bauxitic deposits in the Cenomanian-Santonian succession of Monte Sabotino (Gorizia, NE Italy): New stratigraphic data and palaeogeographic implications concerning the North-Eastern sector of the Friuli platform. Bol. Soc. Geol. It. 127/2, 439–452.
- Vesel J., 1979: Repen. Geologija 22/1, 117–126.
- Vesel J., 1987: Razširjenost nahajališč in stanje raziskanosti arhitektonsko-gradbenega kamna v Sloveniji. Geol. zbornik 8, 1–11.
- Vierthaler A. 1883: Cenni statistici sulle cave del territorio di Trieste. Boll. Soc. Adriatica Sc. Nat. VIII.
- Zamagni J., Mutti M. & Košir A., 2008: Evolution of shallow benthic communities during the Late Paleocene–earliest Eocene transition in the Northern Tethys (SW Slovenia). Facies 54, 25–43.
- Zini L., Calligaris C., Cucchi F., 2017: Il Lacus Timavi. Idrogeologia. Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan" 47, 63–76.
- Zini L., Calligaris C., Cucchi F., 2022: Excursion FT2 - Along the hidden Timavo. Geological Field Trips and Maps 14 (1.3), 69 pp.
- Zupan Hajna N., Ravbar N., Rubinič J., Petrič M. (eds.), 2017: Life and water on Karst: monitoring of transboundary water resources of Northern Istria. Založba ZRC, Ljubljana, 151 pp.
- Zupan Hajna N., 2021: Karst, Caves and People. Založba ZRC, Ljubljana, 173 pp.

Spletni viri

- Global Geoparks Network: <http://www.globalgeopark.org/>
- Museo di Storia Naturale: www.museostorianaturaletrieste.it
- Naša super hrana: <https://www.nasasuperhrana.si/za-potrosnike/sheme-kakovosti/zasciteni-kmetijski-pridelki-in-zivila/>
- Project KRAS: <http://www.razvojkrasa.si/si/narava>
- Project Kras-Carso: <http://www.krascarso-carsokras.eu/en>
- Project RoofOfRock: <https://roofofrock.geo-zs.si/Publication/index.html>
- Trieste Green: <https://trieste.green/>
- UNESCO Global Geoparks (UGGp): <https://en.unesco.org/global-geoparks>
- Visit Kras: <https://www.visitkras.info/>
- <http://www.cngeologi.it/wp-content/uploads/2017/05/VincoliAnce.pdf>
- <http://www.enjoycarso.it/it/le-tradizioni/>
- <http://www.ersa.fvg.it/cms/consumatore/prodotti/>
- <https://www.gov.si/en/policies/environment-and-spatial-planning/nature/>
- <https://www.gov.si/drzavni-organi/ministrstva/ministrstvo-za-okolje-in-prostor/zakonodaja/>
- <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/398>
- <https://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA400/>
- <https://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA41/FOGLIA14/>
- http://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA200/FOGLIA5/allegati/DGR_13.09.1996_n_4046.pdf
- <http://www.sabap.fvg.beniculturali.it/attivita-2/tutela>
- <http://www.sbapbo.beniculturali.it/index.php?it/110/beni-paesaggistici>
- <https://www.taborniki.si/projekti/kodeks-obisk-v-naravi/>
- <https://www.taborniki.si/wp-content/uploads/2018/06/ZTS-zlozenka-Obisk-v-naravi-ENG-web.pdf>



KRATKA PREDSTAVITEV:

Geoparki, vključeni v globalno mrežo geoparkov Unesco (UGGN), se skupnosti običajno predstavijo s publikacijo, ki prikazuje njihove prepoznavne značilnosti, zaradi katerih so postali Unescov geopark.

Ta informativna publikacija o geoparku matičnega Krasa je vizitka, s katero se to območje in njegova skupnost predstavljata Unescu, obiskovalcem in ostalim prebivalcem kot geopark, ki si prizadeva postati Unescov geopark.

Edinstvena geologija in geodiverziteteta, naravno okolje in bogata kulturna dediščina tega obmejnega območja med Italijo in Slovenijo niso prvič predstavljeni v tej publikaciji. Geologija matičnega Krasa je že več stoletij predmet znanstvenih študij in speleoloških raziskav, ki so obogatile naše znanje o Krasu in specifičnem okolju tega območja. Vendar pa je to prva publikacija, ki obravnava geološke in ozemeljske vire, prisotne na celotnem območju matičnega Krasa med Italijo in Slovenijo, z vidika geoparkov kot dejavnika identitete lokalne skupnosti in orodja za trajnostni razvoj.

Gre za uredniško delo v okviru projekta iz programa čezmejnega sodelovanja med Italijo in Slovenijo "GeoKarst" in del politike za valorizacijo geopestrosti in geoparkov, ki jo podpira Avtonomna dežela Furlanija-Juljska krajina.

Interreg



UNIONE EUROPEA
EVROPSKA UNIJA

ITALIA-SLOVENIJA



GeoKarst

Progetto standard co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale
Standardni projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj

<https://www.ita-slo.eu/geokarst>

