



A close-up photograph of several stalactites hanging from a rock ceiling. The stalactites are translucent and have a yellowish-brown hue, likely due to mineral deposits. They vary in length and thickness, with some being thin and others thicker. The background is dark, making the stalactites stand out.

# Geologija

## Kostanjeviške jame





**V** živi in neživi naravi zasledimo pestre pojavne oblike, ki so se v zemeljski zgodovini spreminjale in razvijale. Vsaka še tako preprosta kamnina ali rastlinska celica je plod dolgotrajnega razvoja, ki ga moderno naravoslovje skuša odkriti in razložiti. Tudi kraške jame in brezna imajo svojo zgodovino, tako zgodovino nastajanja kot tudi zgodovino človekovih posegov vanje. Z naravoslovno zgodovino nastanka jam se ukvarja speleologija, ki je nekakšna krovna veda o jamah. Združuje številne vede – geologijo, kemijo, fiziko, tudi biologijo, saj biološki pojavi v marsičem spreminjajo podobo jam.

Nastanek jam in brezen je dolgotrajen in zapleten proces. Začetki jame se pojavijo že ob nastanku kamnine, v kateri se bo pozneje razvila jama. Okolje, v katerem se je odložil sediment, iz katerega je pozneje nastala kamnina, je zelo pomembno za začetek prvih odprtih, ki nastanejo v poznejši kamnini. V svoji zgodovini pretrpi kamnina številne poškodbe, zaradi katerih nastanejo raznolike razpoke. Te razpoke pa pozneje vodi omogočijo prosto pot. Z delovanjem vode se pričnejo razpoke in druge nezveznosti širiti in med seboj povezovati. Rojevati se pričnejo začetki jame ali brezna. Ko kanali v geološki zgodovini dosežejo neko velikost, pričnejo živeti svoje življenje. Zaradi delovanja vode in drugih sil se pričnejo rušiti in preoblikovati, zapolnijo jih različni sedimenti, kot so glina ali sig. Včasih se rovi povsem zapolnijo, nato pa jih voda ponovno popolnoma izprazni.

Vsi ti procesi so privedli tudi do nastanka Kostanjeviške jame, ki ima skupaj s sosednjo Bizjakovo jamo pestro, raznoliko in dinamično geološko preteklost. Obe jami sta dokaj nenavadna pojava na obronkih Gorjancev. Preseneča nas njuna razvejanost in velikost ter številni pojavi, kot so fasete, prodniki, kapniki, podorno skalovje in še mnogi drugi.

Oglejmo si nastanek Kostanjeviške jame od njenega otroštva, ko je nastala kamnina, v kateri so se pozneje razvili rovi, do njenih, danes že zrelih let.

### **Nastanek kamnine**

Nastanek kamnin je dolg proces. Kamnine, v katerih nastajajo kraški pojavi, uvrščamo med sedimentne kamnine. Te nastanejo tako, da se v vodnem okolju (bodisi v oceanih, rekah ali jezerih) odložijo drobci kamnin, ki izvirajo s kopnega, ali pa so se zaradi različnih fizikalno-kemičnih procesov v vodi oborili raz-





lični minerali. Sediment se je na dnu vodnega telesa kopičil in debelil. Zaradi lastne teže ali premikov v zemeljski skorji se je pričel pogrezati in toniti globlje v zemeljsko notranjost, kjer je prišel pod vpliv drugačnih fizikalno-kemičnih dejavnikov. Pričel se je nastanek kamnine, ki ga strokovno imenujemo diageneza. Sediment je počasi prešel v kamnino.

V Sloveniji prevladujejo sedimentne kamnine, predvsem pa karbonatne, v katerih so razviti številni in raznovrstni kraški pojavi. Karbonatni kamnini, ki se pojavljata v Sloveniji, sta apnenec in dolomit. Obe kamnini nastaneta kot posledica sedimentacije v zelo raznolikih okoljih. Apnenec gradi mineral kalcit in raznovrstni drugi minerali, ki pa jih je v slovenskih apnencih zelo malo, saj so zelo čisti. Kalcit je preprost mineral kalcijevega karbonata, ki v apnencu nastopa v različno velikih kristalih. Kadar so ti kristali zelo drobni, tako da imamo pod mikroskopom skorajda že občutek, da je kamnina amorfna, govorimo o mikritu. Kadar pa so kristali kalcita jasno izraženi, pa govorimo o sparitu. Če imamo v kamnini opravljeni ostanke nekdanjega življenja, dodamo predpono bio-, tako da govorimo o biomikritu ali biosparitu.

Druga zelo pogostna karbonatna kamnina je dolomit. To kamnino sestavlja pretežno mineral, ki se prav tako imenuje dolomit in kemijsko predstavlja kalcijevo magnezijev karbonat. Dolomitni sediment s sedimentacijo nastaja le v ekstremnih razmerah, v območju plimovanja morja, kjer je zelo intenzivno izhlapevanje morske vode, in tam, kjer je kroženje sveže morske vode zelo počasno. Dolomit pogosteje zasledimo kot posledico razvoja kamnine iz sedimenta. Med diagenezo pogosto pride do procesa dolomitizacije, ko zaradi kroženja raztopin, bogatih z magnezijem, apnenec preide v dolomit. Če se dolomitizacija apnenca ni odvila do konca, imamo opraviti z dolomitom, ki znotraj apnenca nastopa v obliki leč ali posameznih plasti. Pogosto pa imamo opraviti tudi z dolomitiziranimi apnenci.

Kamnine, v katerih se je razvila Kostanjeviška jama, so nastale v srednjem zemeljskem veku, pred okoli 140 milijoni let, v obdobju krede. Na območju, kjer so se razvili do sedaj dostopni rovi jame, nastopata

svetlosiv mikritni in biosparitni apnenec z ostanki školjk, alg in različnih luknjičark. Deloma pa nastopa tudi temnosiv do svetlosiv apnenec s tankimi vložki zrnatega dolomitiziranega apnenca in dolomita.

Sedimenti, iz katerih so se razvili apnenci Kostanjeviške jame, so nastali v oceanu na območju, ki ga imenujemo oceanska polica ali šelf. V današnjih oceanih opazujemo oceanske police kot plitvejša območja, ki se raztezajo od kopnega proti sredini oceana in so položno obrobje celine. Te police se raztezajo do območja, kjer se prične morsko dno strmo spuščati navzdol po celinskem pobočju. Globina tega pregiba je lahko zelo različna, ne presega pa 500 metrov. Globine celinske police znašajo do 200 metrov. Na prehodu celinske police v celinsko pobočje pogosto rastejo številni grebeni, sestavljeni iz skeletov različnih mehkužcev, koral in alg. Na celinskem pobočju se odlagajo glineni sedimenti in različni drobci kamnin. Takšne kamnine zasledimo tudi na nekaterih predelih Gorjancev.

Razmeroma plitvo območje celinske police, na katerem so se odložili apneni sedimenti Kostanjeviške jame, je pričelo razpadati pred okoli 100 milijoni let, v obdobju zgornje krede. Na območju celinske police je pričelo nastajati globokomorsko območje. Med plitvim in globokomorskim pobočjem se je ustvaril pregib, ki je navzdol prešel v celinsko pobočje. Zaradi tega je postala sedimentacija bolj pestra.

Severno od Kostanjeviške jame, kjer je nastala Bizjakova jama, nastopa apnenčeva breča. To je kamnina, ki jo sestavljajo ostrorobi delci starejših kamnin, ki so bile erodirane zaradi valovanja morja ali delovanja oceanskih tokov. Literatura navaja, da je v apnenčevi breči zaslediti ostanke kamnin iz srednjega dela srednjega zemeljskega veka, to je obdobja jure, in iz spodnjega dela krede z ostanki polžev in radiolarijev. V širšem območju okoli jame pa zasledimo tudi pestrejšje kamnine iste starosti. To so laporovci in apnenci z roženci.



Naj pri opisu kamnin v okolici Kostanjeviške jame omenimo tudi druge kamnine, za katere domnevamo, da so imele pomembno vlogo pri usmerjanju toka podzemne vode in s tem nastanka jame. Južno od Kostanjeviške jame srečamo zrnate srednjetriasne in zgornjetriasne dolomite, stare okoli 230 milijonov let. Severno in zahodno od Kostanjeviške jame nastopajo miocenske plasti, stare okoli 14 milijonov let. Te kamnine sestavljajo apnenci, laporovec in peščenjak.

### **Tektonika**

Slovenija leži na stiku dveh velikih geotektonskih enot, Evroazijske in Afriške plošče, mednju pa je ujeta Jadranska mikroplošča. Afriška plošča pritiska proti severu, zaradi česar se Jadranska plošča podriva pod Evroazijsko ploščo in hkrati rotira. Posledic tega je, da je ozemlje Slovenije zelo pretreto in kamnine zelo poškodovane. Na slovenskem ozemlju nastopajo številni prelomi in narivi, ki potekajo v različnih smereh. Čeprav v Sloveniji ne najdemo veliko vrst različnih kamnin, pa so te praviloma tako poškodovane in

pretrte, da le stežka ugotavljamo njihove medsebojne odnose. V Sloveniji skorajda ni območja, kjer bi bile kamnine nepoškodovane.

Med diagenozo, ko je sediment prešel v kamnino, se je ta v plastičnem stanju gubala ali povijala, ko pa je prešla plastično stanje, se je pričela lomiti. Način in dinamika lomljenja kamnine sta odvisna od velikosti in smeri napetosti. Premike v zemeljski skorji, njihov razvoj in nastanek tolmači tektonika. Geologi iz porazdelitve in velikosti razpok ter drugih nezveznosti v kamninah sklepajo na številne procese iz zemeljske zgodovine.

Kamnina počí zaradi različno usmerjenih napetosti, ki so lahko po svoji naravi natezne, tlačne ali strižne. Zaradi pestre mineraloške sestave in kompleksnega medsebojnega odnosa med kamninami v geološkem stolpcu je prelamljanje kamnin zapleten proces. Kljub temu pa lahko iz poteka razpok in drugih nezveznosti v kamnini razločimo številne zakonitosti, ki so nam v pomoč pri tolmačenju nastanka jam. Razumevanje nastanka razpok in prelomov v kamninah pa je v slovenskih razmerah ključ za razumevanje nastanka jam in brezen.

Kadar kamnina počí in se bloka kamnine, ki ju ločuje novonastala nezveznost, še naprej premikata, govorimo o dveh tektonskih strukturah, o prelomu ali o narivu, odvisno od tega, kako je nezveznost usmerjena v prostoru in kako poteka medsebojno premikanje posameznih blokov. Ker se bloka med seboj premikata, se na obeh straneh nezveznosti oblikujejo še dodatne poškodbe, ki jih geologi razdelijo v tri skupine. Najbliže prelomu je zdrobljena cona. Zanjó je značilno, da se kamnina povsem zdrobi, pogosto do te mere, da imamo opraviti s peskom ali meljem, ki ju imenujemo milonitni zdrob ali moka. Zdrobljena cona se nadaljuje v porušeno cono, kjer so kosi kamnine veliki do nekaj 10 centimetrov. Ta cona preide v





razpoklinsko cono, kjer je kamnina preprežena z vzporednimi razpokami. Vse tri cone skupaj sestavljajo prelomno cono z osrednjo prelomno ploskvijo. Struktura prelomne cone v veliki meri vpliva na kroženje vode skozi kamnino.

Prelomi in narivi usmerjajo tok vode. Prelomna ploskev in zdrobljena cona ob njej sta za vodo praviloma neprepustni. Zaradi tega imamo s tokom vode prečno na prelom le redko opraviti. Pri toku vode skozi kamnino ima ključno vlogo razpoklinska cona, ki prevaja glavniko vode. Tok vode v tem območju je koncentriran in vezan na posamezne razpoke, zato je to potencialno območje, v katerem nastanejo kraški kanali. Tok vode v porušeni coni je praviloma razpršen in pri nastanku kraških kanalov nima pomembne vloge.

Pri obravnavi nezveznosti v kamnini in njihovem vplivu na tok podzemne vode je potrebno omeniti tudi lezike. To so nezveznosti, ki med seboj ločujejo posamezne plasti. Nastanejo pri sedimentaciji, le redko pa med diagenozo kamnine. Vloga lezik je izredno pomembna pri začetnih stadijih razvoja kraških kanalov. Takšni kanali imajo praviloma značilen ovalni ali krožni prečni profil.

Tako kot v večini slovenskih jam tudi v Kostanjeviški jami zasledimo potek rogov v posameznih smereh, na podlagi katerih sklepamo, da je na smer rogov vplivala lomna tektonika. Te smeri so predstavljene z bolj ali manj ravnimi linijami, ki jih prekinjajo dvorane nepravilnih oblik, toda kljub temu tudi v teh dvoranih razločimo prevladujoče smeri. Zahodni deli jame, ki so znani že od konca tridesetih let prejšnjega stoletja, se razprostirajo v generalni smeri severozahod–jugovzhod. Predeli jame, ki so bili odkriti sredi devetdesetih let, pa so razviti v smeri vzhod–zahod. Natančen pogled na tloris jame pa nam odkrije, da so rovi mnogo bolj razvejani in da je število prevladujočih smeri bolj raznoliko. Iz tlorisa jame lahko razločimo štiri glavne smeri rogov.

V smeri azimuta 20°–200° so v vzhodnem delu jame razviti Veliko jezero, Šumeča dvorana in Kanjon. V zahodnejših delih jame so v tej smeri razviti prehodi iz Križne dvorane v Kapniško dvorano, prehod iz Križne dvorane proti izhodu iz jame in več rogov v Mali dvorani, zlasti izrazita je Martinova dvorana.





Drugo, dokaj podobno smer imajo rovi, ki so razviti v smeri azimuta  $45^{\circ}$ – $225^{\circ}$ . To so Kapniška dvorana, Črni meander, Vroči rov in rov pri Naravnem mostu, ki se nadaljuje proti Brzicam, ter rov, v katerega se nadaljuje Kanjon.

Tretja pomembna smer, ki jo zasledimo v jami, je v smeri azimuta  $140^{\circ}$ – $320^{\circ}$ . V tej smeri so razviti nekateri rovi v Mali jami, vhodni rovi v jamo, del Rova šesternih jezer, rov, ki vodi proti Naravnemu mostu, in začetni del Črnega rova.

Četrta izrazita smer je vzhod–zahod, vendar je v primerjavi z drugimi smermi zastopana z manjšim številom rofov. V tej smeri sta razvita dva velika prostora, Dvorana netopirjev in skrajno vzhodni rov Kostanjeviške jame.



Smeri rofov niso pomembne le zaradi opisovanja geometrije jame, saj podobne smeri zasledimo tudi v poteku prelomov in drugih poškodb kamnin na površju nad jamo in v okolici. Iz tlorisne porazdelitve rofov v Kostanjeviški jami sklepamo, da je imela tektonika na nastanek jame velik vpliv. Ker je celotna jama jamarsko dokaj zahtevna, geoloških raziskav in natančnega kartiranja še ni bilo mogoče izvesti. Vpliv tektonskih struktur na nastanek Ko-

stanjeviške jame lahko interpretiramo s podatki, ki so na voljo v literaturi in v publiciranih geoloških kartah.

Na območju Gorjancev prevladujejo prelomi, ki se razprostirajo v smeri severovzhod–jugozahod. Smer teh prelomov imenujemo tudi Balatonska linija. Te tektonske deformacije so po svojem izvoru terciarne starosti, to je iz mlajšega zemeljskega veka. Poleg prelomov v tej smeri zasledimo tudi prelome, ki potekajo v smeri severozahod–jugovzhod. To so prelomi, ki potekajo v isti smeri kot Dinarsko gorstvo, zato jih imenujemo tudi dinarski prelomi. Po podatkih v literaturi naj bi bili ti prelomi starejši in naj bi izviral še iz srednjega zemeljskega veka.

Hkrati s premiki, ki nastajajo ob Balatonski liniji, se Gorjanci zaradi mlade tektonske aktivnosti, ki jo imenujemo tudi neotektonika, dvigujejo, Krška kotlina severno od njih pa se pogreza. Posledica tega je blokovna prelomljenost ozemlja, zaradi česar se posamezni bloki kamnin znotraj Gorjancev neenakomerno dvigujejo ali spuščajo. Vpliv teh tektonskih dogodkov se odraža tudi na Kostanjeviški jami.

V balatonski smeri  $20^{\circ}$ – $200^{\circ}$  poteka prelom severno od Kostanjeviške jame, ki ločuje gornjekredne breče, v katerih je razvita Bizjakova jama, od apnencev, v katerih je razvita Kostanjeviška jama. Podobno smer ima tudi prelom, ki poteka južno od Kostanjeviške jame mimo Banove jame. Ta prelom ločuje apnence Kostanjeviške jame od zgornjetriasnih dolomitov. Med obema prelomoma balatonske smeri poteka vezni prelom v smeri  $45^{\circ}$ – $225^{\circ}$ . Ta je relativno mlajši od prelomov, ki jih povezuje. Iz poteka zdobljenih in razpoklinskih con v jami domnevamo, da ta vezni prelom prečka Kostanjeviško jamo in poteka v območju Podorne dvorane in deloma tudi v območju Dvorane netopirjev.

Vzporedno z glavnimi prelomnimi ploskvami se oblikujejo tudi manjše prelomne ploskve ali snopi razpok. Na podlagi tega domnevamo, da sta Črni meander in Vroči rov oblikovana kot posledica premikov v





balatonski smeri. Isto genezo imajo tudi drugi rovi s to smerjo. Vzhodni del jame je genetsko vezan na sisteme razpok, ki so posledica porazdelitve napetosti ob veznem prelomu.

Prelomov dinarske smeri na površju nad jamo ne zasledimo, smeri razpok v dinarski smeri pa so v jami jasno izražene. Geneze dinarskih smeri tako ne moremo natančno razločiti, postavimo pa lahko dve hipotezi. Prva hipoteza kaže, da so to razpoke, ki so posledica preloma dinarske smeri, ki na površju ni bil opažen. Druga možna hipoteza pa bi bila ta, da so to razpoke, ki so posledica sproščanja napetosti ob prelomih balatonske smeri. Razvoj rogov v jami in njihovi počeni profili kažejo, da je glede na to, da so prelomi dinarske smeri starejši, verjetnejša prva hipoteza.

V jami zasledimo več dvoran, v katerih so veliki podorni bloki. To so Podorna dvorana, Dvorana netopirjev in Dvorana balvanov. Veliki podorni bloki so posledica premikov ob prelomih; domnevamo, da so predvsem posledica pojavljanja nateznih napetosti znotraj blokov, ki so bili poškodovani v zgodnejših tektonskih fazah. Bloki v Podorni dvorani izpadajo v območju prelomne zone veznega preloma, v Dvorani netopirjev in Dvorani balvanov pa kot posledica razpiranja starejših razpoklinskih sistemov. Smer Dvorane netopirjev vzhod–zahod le stežka pojasnimo. Glede na zdobljeno cono in gladke, skorajda ravne ploskve ob severni steni, ki bi lahko predstavljala tektonsko ogledalo, pa je tudi možno, da je celotna Dvorana netopirjev razvita v prelomni coni.





Poleg smeri rogov nam hipotezo o tektonski odvisnosti nastanka posameznih rogov potrjujejo tudi njihovi rečni profili. Razen največjih dvoran in redkih izjem so vsi prečni profili rogov močno razpotegnjeni in praviloma nekoliko nagnjeni. V prečni smeri je dimenzija rogov mnogo manjša kot v vertikalni smeri, kar kaže na to, da je voda tekla po razpokah in da so te imele ključno vlogo pri nastanku rogov.

### **Vpliv vode na nastanek jame**

Razvoj krasa in kraških pojavov je neločljivo povezan z vodo, čeprav je kraško površje suho in brez površinskih vodotokov. Številne jame, rovi in brezna, prekrasni kapniki in kapniške zavese, debeli nanosi gline in proda v jamah so posledica delovanja vode v kraškem podzemlju.

Voda v naravi neprestano kroži. V hidrološkem krogu, ki ga poganja sonce, atmosferska voda v obliki raznovrstnih padavin pade na zemljo, kjer je del odteče v obliki potokov in rek ali pa se je del zadrži v jezerih. Del vode se prek izhlapevanja in dihanja rastlin povrne v ozračje, del vode pa se infiltrira. Infiltrirana voda napa



ja podzemno vodo, ki je za razvoj kraških jam ključnega pomena.

Hidrološki krog razdelimo na posamezne podsisteme, ki so med seboj povezani, bodisi tako, da voda prehaja iz enega podsistema v drugega enosmerno, bodisi dvosmerno. Eden od teh glavnih podsistemov hidrološkega kroga je tudi podzemna voda, ki je našim očem skrita in si jo zaradi tega le težko predstavljamo. Delovanje in učinkovanje podzemne vode pod površjem zemlje najbolj vidimo v kraškem podzemlju. V kraških jamah in brezni pogosto naletimo na tekočo in stoječo vodo, o njenih učinkih pa sklepamo iz oblike rogov in sedimentov, ki jih pušča za seboj.

Podzemna voda se v kraškem podzemlju pretaka skozi kraški vodonosnik. Splošna definicija vodonosnika pravi, da je ta del geološke enote ali formacije, ki prevaja podzemno vodo. Celoten vodonosnik razdelimo na dva dela, ki ju med seboj loči gladina podzemne vode. Zgornji del vodonosnika je nezasičena ali vadozna cona, v kateri se podzemna voda praviloma pretaka v vertikalni smeri, prazni prostori ali pore v krovni pa so z vodo zasičeni le deloma. Spodnji del vodonosnika pod gladino podzemne vode je zasičena ali freatična cona, v kateri so med seboj povezane pore v celoti zasičene z vodo.

V kamnini se voda pretaka le po porah, ki so med seboj povezane. Za pretakanje vode v kraškem vodonosniku sta pomembni dve vrsti poroznosti. V zgodnjih fazah razvoja je to razpoklinska poroznost, ki je posledica tektonske aktivnosti v zemeljski skorji, v zrelih fazah kraškega vodonosnika pa je to predvsem kanalska poroznost, ki jo predstavljajo jame in brezna.



V okviru razglabljanj o tektoniki smo ugotovili, da tloris jame v veliki meri odraža tektonsko zgodovino ozemlja. Skušajmo si sedaj s tlorisom in prečnimi ter vzdolžnimi profili razjasniti še, kako so se posamezni rovi razvijali in v katerem delu kraškega vodonosnika so nastali. Rovi Kostanjeviške jame kažejo na to, da je jama posledica večstopenjskega razvoja in da so posamezni rovi prešli več razvojnih stopenj, tako da vseh niti ne moremo razločiti.

V celotni Kostanjeviški jami je najteže razločiti rove, ki so nastali v območju zasičene ali freatične cone vodonosnika. Tolmačenje razvoja jame v freatični coni je izredno pomembno za razlago najzgodnejših razvojnih faz jame, te pa nam v Kostanjeviški jami ostanejo prikrite. Ovalni profili rovov, ki so značilni za freatično cono, so ohranjeni le v nekaterih vhodnih predelih. Ti vhodni deli jame so tudi najvišji, kar kaže na to, da so verjetno tudi najstarejši deli jame. Če ta hipoteza drži, so v zgodnjih razvojnih fazah jame vodo prevajale povsem druge tektonske strukture kot v mlajših fazah. Da je verjetno res tako, kažejo danes vodno aktivni rovi, ki so razviti predvsem v smeri azimuta  $20^{\circ}$ – $200^{\circ}$ , to je v smeri povezovalnega preloma.

Na razvoj v zasičeni coni ali pa vsaj v območju neintenzivnega nihanja gladine podzemne vode kažejo ozki rovi, ki povezujejo stare dele jame z novoodkritimi. V Vročem meandru obstajajo fasete, ki kažejo na smer toka podzemne vode od jugozahoda proti severozahodu. Iz tega sklepamo, da sta bila Črni meander in Vroči rov vzporedna prevodnika. Pozneje, ko se je povprečna gladina podzemne vode znižala, je njuna vloga slabela; zalita sta bila le občasno, pričela pa ju je zalivati tudi siga, kar kaže na to, da sta prešla v območje vadozne cone kraškega vodonosnika.



V kraških jamah vidimo nihanje gladine podzemne vode le v odprtih in dostopnih rovih, na vodo, ki niha v razpokah ali manjših kanalih, pa sklepamo le posredno. Na intenzivno nihanje gladine podzemne vode v Kostanjeviški jami sklepamo iz številnih posrednih dogodkov. Ne nazadnje se je jama zaradi naraslih podzemnih voda leta 1937 tudi odprla. Intenzivno nihanje gladin opazimo tudi v rovih s prosto gladino. Voda je pogosto tako visoka, da so rovi nedostopni. Intenzivno nihanje nivojev vode v rovih ima za posledico, da se oblikujejo značilne nepravilne oblike rovov. Stene rovov so pogosto razbrazdane in preprejene s kamnitimi noži raznovrstnih oblik. V takšnih rovih pogosto zasledimo številne sedimente, od prodov in peskov do glin, skoraj praviloma pa so brez kapniškega okrasja. Če pa to obstaja, je nastalo v obdobju, ko je bil ta del rova suh ali pa podvržen le občasnim poplavam. S takšnimi oblikami imamo opraviti v Martinovi in Križni dvorani ter seveda predvsem v vzhodnem delu jame in v Rovu šesterih jezer.

Rovov, ki bi kazali le na razvoj v vadozni coni, v Kostanjeviški jami skorajda ne zasledimo. K pravih vadoznim oblikam lahko uvrstimo le posamezne kamine v stropih dvoran. Kljub temu pa so se številni rovi, ki so se razvili v območju nihanja gladine podzemne vode, preoblikovali v območju vadozne cone. To so predvsem dvorane, ki so jih preoblikovali podori. Med današnjimi aktivnimi rovi in rovi, v katerih potekajo procesi rušenja, je le majhna višinska razlika, zaradi tega so nekateri deli teh rovov občasno zaliti.

Pri preoblikovanju dvoran s podornim skalovjem pa ima poleg tektonskih razmer, in s tem usmeritev napetosti v kamnini, vlogo tudi prenikujoča voda v vadozni coni. Porušeno in poškodovano kamnino še dodatno slabi voda, zaradi česar so procesi rušenja hitrejši. Z napredujočim rušenjem se vodi v območju nad stropom podornih dvoran odpirajo nove tokovne poti, s tem pa so dani tudi pogoji za intenziven razvoj rovov v vadozni coni.





Sorazmerno majhna navpična razvejanost rogov Kostanjeviške jame kaže na to, da imamo verjetno opraviti z jamo, ki je po svojem nastanku, geološko gledano, mlada, in da se je lokalna erozijska baza, proti kateri se drenirajo podzemne vode iz napajalnega zaledja Kostanjeviške jame, skozi geološko zgodovino le malo spreminjala. Občasna navzočnost gladine podzemne vode in njeno nihanje v območju podornega skalovja ima za posledico, da so se podorni bloki posedali hitreje, kot bi se posedali brez delovanja vode. Zaradi toka podzemne vode prihaja do odnašanja drobnozrnatega sedimenta in drobirja med bloki, zaradi njenih kemijskih lastnosti pa prihaja tudi do raztapljanja kamnine, ki tvori podorne bloke. Takšno delovanje vode opazimo posredno. Kapniški stebri, ki so se razvili na posameznih podornih blokkih, pogosto počijo, še bolj pogosto pa je posedanje opazno na nanosih gline, kjer se pojavijo razpoke pravokotno na smer posedanja in so posledica nateznih napetosti. Nekatere od teh pojavov opazimo v Kapniški in Podorni dvorani.

### **Sedimenti v jami**

Gotovo so kraške jame najbolj znane po svojem kapniškem okrasju. Vodiči, ki vodijo turiste, si izmišljajo raznovrstna imena kapnikov, pri tem posegajo v mitološko zakladnico ali pa jih poimenujejo s povsem preprostimi in vsakdanjimi imeni. S turističnimi deli Kostanjeviške jame ni prav nič drugače. Pri opazovanju kapnikov pa se velja ozreti na njihov nastanek, saj nam marsikaj povedo o nastanku jame.

Kapnike in drugo kapniško okrasje uvrščamo med sedimente, tako kot nanose gline ali proda. Uvrščamo jih med avtohtone sedimente; to so vsi sedimenti, ki so nastali v jami. Med alohtone sedimente pa uvrščamo tiste, ki jih je voda prinesla v jamo in jih je po krajši ali daljši poti skozi jamo pustila v posameznih rovih. Za Kostanjeviško jamo sta značilna oba tipa sedimentov. S kapniškim okrasjem se lahko pohvalijo predvsem turistični deli jame, v novo odkritih delih pa opazimo nekatere zanimive kapniške oblike, ki











jih v jamah zasledimo le redko. V Dvorani balvanov zasledimo stalaktite, ki so močno korodirani in zaradi tega dokaj nenavadnih razvejanih oblik. To je posledica tega, da se je kemijska sestava vode, iz katere je nastal kapnik, s časom spremenila. Sprva se je iz prenikujoče vode izločala siga, nato pa je ta voda sčasoma postala agresivna in je pričela kapnik razjedati. V Dvorani balvanov lahko zasledimo tudi začetek nastajanja sigovih prevlek na glinenih nanosih. Sedaj so to krhke, komaj opazne prevleke na glini, sčasoma pa bodo postale prave sigove skorje.

K svojevrstnim avtohtonim sedimentom lahko prištejemo tudi podorno skalovje. Tega je v Kostanjeviški jami zelo veliko. Zasledimo ga v bazi Kapniške dvorane, v Podorni dvorani, Dvorani netopirjev ter Dvorani balvanov. Nekateri podorni bloki presegajo 10 m<sup>3</sup>. Vzrok za pojav tako velikih podornih blokov so gotovo tektonske razmere. Toda to najbrž ni edini vzrok, zato se zastavlja vprašanje, kaj je privedlo do takšnega rušenja in kdaj je do njega prišlo.

Ker je Kostanjeviška jama v območju intenzivnega nihanja gladine podzemne vode, je število rogov z alohtonimi sedimenti mnogo večje kot z avtohtonimi. Alohtoni sedimenti nam lahko veliko povedo o režimu toka vode skozi kanale, o njeni hitrosti in o tem, kdaj in pod kakšnimi pogoji je bil posamezen rogov zalit. Interpretacija teh sedimentov pa v Kostanjeviški jami ostaja do nadaljnjega odprta.





Kostanjeviška jama je po svojem nastanku pestra in raznolika. Raziskave v njej potekajo že od poznih tridesetih let prejšnjega stoletja. Čeprav je to za človeško življenje dolgo obdobje, nam jama še ni odkrila vseh svojih čarov ter vseh skrivnosti svojega nastanka in razvoja.

*Miha Brenčič*

#### **Literatura:**

- Drobne, F. (1997): Gorjanci, pomembno skladišče neoporočne pitne vode. V: Dražumerič, M. & A. Hudoklin: Dolenjski zbornik 1997 – Gorjanci. Dolenjska založba, Novo mesto, 39-44.
- Novak, D. (1981): Hidrogeološki kataster Posavja, Arhiv Geološkega zavoda, Ljubljana.
- Novak, D. (2001): Kostanjeviška jama in njena okolica. Bilten Jamarskega kluba Železničar 22: 26–30, Ljubljana.
- Pleničar, M. & U. Premru (1970): Tolmač h geološki karti Novo mesto. Geološki zavod Jugoslavije, Beograd.
- Pleničar, M., Premru, U., Herak, M. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000, list Novo mesto. Beograd.