

Jure Tičar,<sup>1</sup>  
Matej Blatnik<sup>2</sup>

# V ledenem objemu podzemnih jam

Ledenice

<sup>1</sup> ZRC SAZU, Geografski  
inštitut Antona Melika.

<sup>2</sup> ZRC SAZU, Inštitut za  
raziskovanje krasa.





Ko nas pot ponese v gorski svet, na pohod v planine ali krajši izlet v gozdove, bomo verjetno kaj hitro naleteli na katero izmed 14.169 jam. Kar 47 odstotkov Slovenije namreč gradijo karbonatne kamnine (predvsem apnenec in dolomit), v katerih nastaja pester splet površinskih in podzemnih oblik.

Navpičen odtok vode v podzemlje in posledičen izostanek površinskih voda, pomanjkanje prsti in kamnito površje so na teh območjih zagotavljali skromne življenjske razmere, zaradi česar se je tu razvil spoštljiv odnos do redkih naravnih virov.

*Laminirane plasti  
ledu ter zavese v  
Ledeni jami na Stajni  
Foto Peter Gedei*



Navezanost na naravo in njeno nenehno spreminjanje danes najbolj poudarjamo s spremembami temperature in umikanjem ledenikov tako na Zemljinih polih kot tudi v visokogorju in alpskih dolinah. A le malokdo pozna zgodbo ledenih jam, ki v sebi skrivajo zapise o podnebnih spremembah, nas učijo o delovanju procesov v jamah, nudijo hladno zavetje v poletnem času ali pa obilico ledu, ki so ga nekoč s koristjo uporabljali za hlajenje hrane in pijače. Ob umikanju ledenih pokrovov Triglavskega ledenika in Ledenika pod Skuto se v redkih jamah tako ohranjajo podzemni ledeniki, katerih usoda počasi odteka proti kraškim izvirom.

## Ledene jame v Sloveniji

Med ledene jame uvrščamo tiste jame, v katerih je prisoten stalen led. Med najpogostejšimi izrazi pri nas zasledimo ledene jame, snežne jame, ledenice in ledenik. Ledene jame je treba razlikovati od ledeniških jam, ki so jame, nastale v ledeniškem ledu.

V Sloveniji se ledene jame po večini nahajajo v visokogorskih območjih in na visokih kraških planotah, saj je eden izmed osnovnih pogojev za nastanek in obstoj ledu v podzemlju nizka povprečna letna temperatura okolice. Tako je največ ledenih jam v Julijskih Alpah, Kamniško-Savinjskih Alpah, Trnovskem gozdu ter na Snežniku. Obenem so to tudi območja, kjer je bila v pleistocenu (2,6 milijona do 11.700 let pr. n. š.) pri nas dokazano prisotna poledenitev. Posamezne ledene jame pa se odpirajo tudi na Kočevskem in Nanosu. Kataster jam je bogat arhiv podatkov, ki na ravni države zbira podatke o raziskanih jamah v Sloveniji. V svetovnem merilu je edinstven in v zgled preostalim državam, ki se ukvarjajo z raziskovanjem jam in krasa. V njem zasledimo, da je registriranih le 229 jam

(1,6 odstotka), v katerih najdemo led. Med ledenimi jamami prevladujejo brezna s stalnim ledom (179 jam), sledijo pa jim jame s stalnim ledom (50 jam).

Praviloma se te jame odpirajo na višjih nadmorskih višinah, saj jih kar 70 odstotkov leži nad 1500 m. Med najvišje ležeče uvrščamo jamo **Zlatorogov razglednik**, ki se odpira vzhodno pod vrhom Triglava na nadmorski višini 2669 m. Nasprotno se najnižje ležeča **Ledena jama pri Kunču** odpira v osrednjem delu Kočevskega Roga na nadmorski višini 755 m. Tovrstne jame so praviloma majhne, saj jih kar 71 odstotkov dosega dolžino le 100 m, najkrajše Snežno brezno pri Pečani na Ratitovcu je dolgo le 6 m, najdaljša Velika ledena jama v Paradani pa kar 7311 m.

**Velika ledena jama v Paradani** je ena izmed najbolj znanih ledenih jam v Sloveniji. Vhod v jamo se odpira v Trnovskem gozdu, natančneje med vrhovoma Mali Golak in Veliki Bukovec na nadmorski višini 1135 m. Jama je dolga kar 7311 m ter globoka 858 m, stalen led pa je prisoten do globine okoli 100 m. Led v jami nastaja zaradi spuščanja hladnega zraka v jamo v zimskem času ter dviganja hladnega zraka iz jame v poletnem času. Najnižje temperature v jami so v vhodnem delu, zaradi česar se je tu ohranilo še okoli 8.000 m<sup>3</sup> ledu. Vse od leta 1950 beležijo dinamiko spreminjanja ledu, pri čemer zaznavajo pospešeno zmanjševanje od leta 1986 (Mihevc, 2018). Že vse od druge polovice 19. stoletja je v jami potekalo intenzivno izsekavanje ledu za namene hlajenja pijače in hrane v bližnji okolici, Trstu ter v oddaljenih deželah vse do Aleksandrije. Led so v tej jami pridobivali do leta 1962 (Nagode, 2002). V vhodni udornici je prisoten tudi značilen temperaturni in vegetacijski obrat, ki je bil s tem primerom prvič opisan v literaturi. Pri rastlinskem si od vhoda z globino sledijo različni pasovi

Zemljevid ledenih jam v Sloveniji  
Foto Jure Tičar







alpskih rastlinskih združb, ki so sicer značilne za večje nadmorske višine.

**Triglavsko brezno** je ena izmed najvišje ležečih jam v Sloveniji, ki se odpira na Triglavskih podih na južni strani vrha Glava na nadmorski višini 2377 m. Brezno je globoko 274 m, dolžina vseh rogov pa je 402 m. Vhodi v brezno so se odkrili ob umikanju Triglavskega ledenika, prve raziskave pa so se začele že leta 1955. V preteklosti je brezno delovalo kot odtok ledeniških voda, danes pa se v vhodnem delu večji del leta zadržujeta sneg in led. Nenehen pritok snega in snežnice pa vpliva tudi na pretok zraka med različnimi vhodi, zaradi česar se raven ledu v vhodnem delu spreminja. Dostop v globlje dele jame je tako mogoč le v posameznih letih, kar je vplivalo tudi na dinamiko raziskav brezna. Za vhodnim delom se jama prevesi v niz manjših brezen, ki so deloma zapolnjena z ledom. Na globini približno 100 m se odpira tako imenovano Gigantsko brezno, ki sega vse do globine okoli 200 m. Dno prekriva ogromen leden čep, globok tudi več kot 60 m, ki predstavlja največjo podzemno maso ledu v Sloveniji. Zadnje raziskave brezna v letu 2015 so razkrile nova potencialna nadaljevanja.

**Ivačičeva jama** se odpira v bližini Triglavskega brezna, in sicer pod Triglavskim domom na Kredarici, na nadmorski višini 2471 m. Jama je dolga 219 m in globoka okoli 33 m. Raziskali so jo že leta 1961. Klasičen pristop do jame je skozi zgornji vhod, za katerim se odpre velika Podorna dvorana, ki se spušča proti severovzhodu. Med podornim kamenjem in meliščem se spustimo do večje dvorane, imenovane Ledeno

Ledeni kapniki in ledena gmeta v Ledeni jami pri Planini Viševnik

Foto Miha Staut

Načrta Triglavskega brezna iz leta 1961 (levo) in leta 1977 (desno) kažeta na spremembe obsega ledu v breznu. Vir Kataster jam, 2021







Vhodna dvorana  
Snežne jame na  
planini Arti  
Foto Anton  
Podgorski

jezero, ki je široka več kot 30 m. Dno prekriva velika ledena površina, na katero s severovzhoda priteka gradivo z večjega podora. Rovi se nadaljujejo v smeri proti jugovzhodu, proti drugemu vhodu v jamo. Ob zahodni steni lahko opazujemo plasti ledu, ki so se skozi desetletja odlagale v Ivačičevi jami. Ker je jama zaradi bližine koč pogosto obiskana, smo v preteklosti v jami za obema vhodoma odkrili večjo količino odpadkov. Jamo smo pozneje očistili ter odpadke odnesli v dolino. Tako je bilo sanirano tudi najvišje ležeče podzemno smetišče v Sloveniji.

**Brezno pod velbom** se odpira na zahodnem robu Kaninskih podov, na nadmorski višini 2055 m med Kačarjevo glavo ter Vrh Žlebi. Skupaj s Češko jamo sestavlja jamski sistem, ki je dolg 2665 m in globok 910 m. Jamski sistem na seznamu najglobljih jam v Sloveniji zaseda 12. mesto ter na seznamu najglobljih jam na svetu 135. mesto. Prve raziskave so bile opravljene leta 1990. Vhod v Brezno pod velbom je lijakaste oblike, ki se nato prevesi v 501 m globoko vertikalno, dolgo do 30 metrov in široko 10 metrov. Stene

glavnega brezna so vse do globine okoli 450 m obdane z ledom, katerega količina se z leti manjša. Kot zanimivost naj poudarimo, da so leta 2016 v vhodnem delu opravili eno izmed najdaljših in najtežjih lednih plezanj v Vzhodnih Julijskih Alpah, visoko kar 280 m. **Vrtiglavica** se odpira na južnem robu Kaninskih podov, zahodno od Velikega Babanskega skednja, na nadmorski višini 1900 m. Z globino 643 m velja za najgloblje enovito vertikalno brezno na svetu in je na 22. mestu najglobljih jam v Sloveniji. Brezno so odkrili italijanski jamarji leta 1995 in se sprva spustili zgolj do globine 50 m. Naslednje leto so ga med avgustom in oktobrom skupaj s slovenskimi jamarji v več akcijah tudi raziskali in dokumentirali. Prvi del brezna do globine 50 m ima premer med 5 in 10 m. Temu sledi ledena polica ter spust skozi ledeni blok do globine 130 m. Na globini med 50 in 250 m so stene brezna prekrte z do 4 m debelim slojem ledu. Prisotnost ledu je že onemogočila varne raziskave brezna v preteklosti.

**Slapenski ledenik** se odpira v osredjem delu Nanosa med Črnjanskim vrhom in Debelim hribom na nadmorski višini 996 m. Brezno je globoko 112 m, celotna dolžina objekta pa znaša 153 m. Brezno so raziskali že leta 1952, ko so se spustili v večjo dvorano dolžine 30 in širine okoli 10 m. Ledeno telo v tej dvorani je bilo visoko okoli 15 m. Na vzhodnem delu so v letu 1981 raziskali prehod v nadaljevanje, ki ga sestavlja vsaj 60 m globoko brezno. Na dnu tega brezna se je nekoč odlagal led, danes pa ga na tem mestu ni več. Slapenski ledenik je bil ena izmed najpomembnejših ledenih jam, v katerih so sekali led in z njim zalagali tudi oddaljene kraje. V ta brezna so namestili lesene lestve, katerih ostanki so se ohranili vse do danes.

**Ledena jama pri Kunču** se odpira v osrednjem delu Kočevskega Roga, v okolici zapuščene vasi Kunč na nadmorski višini 755 m. Je najbolj znana ledena jama na Dolenjskem. Jama je žepaste oblike in je dolga 81 m ter globoka 42 m. Zaradi svoje oblike se vanjo pozimi ujame hladen zrak, ki zaradi neprevetrenosti vztraja vse leto. Starejši obiskovalci zatrjujejo, da je bil nekoč led v jami stalen oz. je bilo v jami tudi ledeno jezero, zdaj pa led poleti popolnoma izgine. V preteklosti so led iz jame tudi izsekovali ter ga uporabljali za hlajenje živil v širši okolici.

**Snežna jama na planini Arto** se odpira na jugozahodnem pobočju Raduhe, na nadmorski višini 1507 m. Vodoravna jama je dolga kar 1327 m in globoka 75 m. Raziskana je bila relativno pozno, saj so vhod vanjo odkrili šele leta 1981. Večja količina ledu je prisotna predvsem v vhodnem delu jame zaradi značilnega pretoka zraka med vhodom in notranjim kaminom. Tu so več kot 10 m debele plasti ledu, občasno pa se oblikujejo tudi ledeni stebri in kapniki. Jama je izjemno pomembna tudi z znanstvenega vidika, saj jo je oblikoval nekdanji vodni tok pred dvigom Kamniško-Savinjskih Alp. Snežna jama je tudi edina ledena jama, ki je namenjena turističnim ogledom v Sloveniji. V poletnih mesecih jo obišče do 3400 obiskovalcev.



## Ledene jame v svetu

Ledene jame so se praviloma oblikovale na večjih geografskih širinah ali na večjih nadmorskih višinah ter na območjih s povprečno nizko temperaturo okolice jame. Na območju Severne Amerike se ledene jame pojavljajo nad 35° severne geografske širine, medtem ko so v Evropi in Aziji (predvsem zaradi visokih gorstev) značilne tudi za območja nad 25° severne geografske širine. Ledene jame pa niso značilne le za kraška območja, ampak se pojavljajo tudi na območjih Snake River Plain v ZDA in na Etni v Italiji, kjer so značilne vulkanske jame. Posamezni zapisi o ledenih jamah so znani tudi z južne poloble, čeprav tam razmere za nastanek ledenih jam niso tako ugodne.

**Jama Scărișoara** se odpira v Transilvaniji, v gorovju Apuseni, in se uvršča med sedem naravnih čudes Romunije. Prvi jo je raziskal avstrijski geograf Arnold Schmidl davnega leta 1863. Jama se odpira na nadmorski višini okoli 1150 m in je 120 m globoka ter 720 m dolga. Del jame je odprt za turiste, vanjo pa se spustimo po kovinskih stopnicah skozi 50 m globoko in 60 m široko brezno. Ob prihodu v Veliko dvorano, ki je dolga 108 m in široka 78 m, naletimo na večje količine ledu in ledenih kapnikov. Ocenjujejo, da je v jami kar 75.000 m<sup>3</sup> ledu, ki je na nekaterih mestih debel do 20 m. Najstarejši led naj bi bil izpred okoli 13.000 let.

**Jama Svarthammar** se odpira v fjordu Fauske na severnem Norveškem in velja za jamo z največjo podzemno dvorano v Skandinaviji. Dvorane so

izoblikovale nekdanje ledeniške reke. Vhodi v jamo se odpirajo na nadmorski višini med 250 in 300 m. Ledena gmota v največji dvorani je dolga kar 150 m, široka 20 m in visoka okoli 20 m ter prekriva okoli 4500 m<sup>2</sup> tal. Na podlagi datacij so ugotovili, da se je led v jami začel odlagati že okoli leta 1200. Na izjemno krhek jamski sistem močno vpliva organiziran in občasen turizem.

**Jama Eisriesenwelt** je ena izmed najbolj znanih in največjih ledenih jam na svetu, ki se odpira južno od Salzburga v Avstriji. Jamski sistem je dolg kar 42 km, odpira pa se na nadmorski višini okoli 1150 m. V prvem kilometru rorov je prisoten stalen led, ki je debel več metrov in prekriva površino okoli 28.000 m<sup>2</sup>. Led naj bi bil star okoli 1000 let. Jama je bila odkrita že leta 1879, turizem pa se je začel razvijati po letu 1920. Vsako leto jo obišče okoli 200.000 turistov.

**Jama Dachstein-Rieseneishöhle** se odpira okoli 40 km vzhodno na Unescovem zavarovanem območju gorskega masiva Dachstein. Vhod v jamo se odpira na nadmorski višini okoli 1455 m, sama dolžina jame pa presega 2 km. Jama je bila odkrita že leta 1897, v turistične namene so jo začeli uporabljati leta 1912. Led v jami prekriva območje več kot 5000 m<sup>2</sup> in dosega debelino do 20 m, tako da ocenjena skupna količina ledu presega 13.000 m<sup>3</sup>. Na podlagi pelodnih analiz so ugotovili, da je led star okoli 500 let. Zaradi njene izjemnosti so jamo že leta 1973 razglasili za naravni spomenik državnega pomena.

**Dobšinská Ice Cave** se odpira v osrednjem delu Tater na Slovaškem okoli 20 km južno od mesta Poprad.

*Plasti ledu v Ledeni jami pri Planini Viševnik  
Foto Miha Staut*







Zaradi nizkih temperatur in ledu v tovrstnih jamah ni kapnikov, z organskim gradivom, kot je les, pa lahko posredno določimo starost ledu.  
Foto Peter Gedei

Vhod v jamo leži nad reko Hnilec na nadmorski višini 971 m. Celotna dolžina jame je skoraj 1,5 km, od česar je 475 m jame mogoče tudi obiskati. Jamo so sicer odkrili davnega leta 1870, že leto pozneje pa so jo odprli za turistični ogled. Jamo skoraj v celoti prekriva led, katerega debelina dosega 26,5 m. Skupno prekriva 7171 m<sup>2</sup> površine, masa ledu pa je več kot 125.000 m<sup>3</sup>.

### Ekonomski pomen ledenih jam v preteklosti

Zaradi stabilne nizke temperature in velike količine ledu so bile nekatere ledene jame določen čas tudi gospodarsko pomembne. Gre predvsem za jame, ki so bile dovolj blizu naselij ali vsaj delno dostopne (Nagode, 2007; Rojšek, 2014; Kolenc, 2019). Domačini so določene jame uporabili kot hladilnice (npr. v jami Kajevka) in v njih skladiščili hrano in pijačo, ki bi se v običajnih razmerah hitreje pokvarila. Tu ne gre nujno za ledene jame, temveč tudi druge lahko dostopne jame, ki so hladnejše od okolice (npr. Jazbina pri Podturnu, v kateri so skladiščili pivo), ali celo temeljito predelane vrtače, v katerih so skladiščili led (npr. Ledenica pri Kačičah).

Gospodarsko še pomembnejše so bile ledene jame, v katerih so led rezali in ga prevažali v velika naselja ali celo pristanišča (Mihevc, 2018). Ta dejavnost je bila razširjena predvsem v ledenih jamah v Trnovskem gozdu in na Nanosu, najbolj razširjena pa je bila v drugi polovici 19. in prvi polovici 20. stoletja, ko so led uporabljali za hlajenje živil z omejenim rokom uporabe. V jamah so led rezali na kar se da velike bloke, a dovolj majhne, da so jih še lahko premeščali. Delo je po večini potekalo ročno, ponekod pa so si pomagali tudi z naprednejšo mehanizacijo, kot so preprosti vagoni ali žičnica (npr. v Veliki ledeni jami v Paradani) (Nagode, 2007; Rojšek, 2014; Kolenc, 2019). Led

so nato natovorili na vozove in s konjsko vprego počasi prepeljali do zelenega kraja. Iz ledenih jam v Trnovskem gozdu so led najpogosteje vozili v pristanišče v Trstu; poleg razdalje je bil zahteven podvig tudi spust v dolino. Da se led med potovanjem ne bi prehitro tajal, so ga tovarniki izolirali z listjem, pot pa večinoma opravili v nočnem času (Zajc, 2021). Delo je bilo težavno, a v tistem času je predstavljalo pomemben vir zaslužka.

V sredini 20. stoletja je dejavnost postopoma zamrla, predvsem na račun pojave hladilnikov, tudi sicer pa se v ledenih jamah led ne obnavlja s takšno hitrostjo, kot se je nekoč. Pravzaprav nasprotno, led v zadnjih desetletjih žal pospešeno izginja, a ne zaradi sekačev ledu, temveč zaradi naraščajoče temperature, spremenjenega režima padavin (manj snega in več dežja) in ponekod tudi zaradi spremenjenega kroženja zraka, ki je pomemben dejavnik pri nastajanju in tudi izginjanju ledu v jamah (Perşoiu idr., 2021). ●

#### Viri in literatura

- Kolenc, P., 2019: Velika ledena jama v Paradani med ledarstvom, speleologijo in turizmom. *Izvestje*, 17, 15–25.
- Mihevc, A., 2018: Ice Caves in Slovenia.- V: Perşoiu, A. in S.E. Lauritzen: *Ice Caves*. Elsevier, 752 str.
- Nagode, M., 2007: Led – naravno bogastvo Trnovskega gozda. *Gora*, 33, 11–16.
- Perşoiu, A., Buzjak, N., Onaca, A., Pennos, C., Sotitiadis, Y., Ionita, M. idr., 2021: Record summer rains in 2019 led to massive loss of surface and cave ice in SE Europe. *The Cryosphere*, 14, 2383–2399.
- Rojšek, D., 2014: Jamski led v Paradani. *Proteus*, 76, 8, 343–349.
- Zajc, I., 2021: Tritonski vozovi in kričanje sredi noči: kako so v Afriko drago prodajali led iz ledenih jam. URL: <https://www.rtvsl.si/okolje/tritonski-vozovi-in-kricanje-sredi-noci-kako-so-v-afriko-drago-prodajali-led-iz-ledenih-jam/548349>