

# Lehnjak

Uroš Herlec, Renato Vidrih

---

Lehnjak je sedimentna kamnina, ki jo sestavljata kalcit in/ali aragonit. Pri nas nastaja v večjih, a danes le še redko ekonomsko zanimivih količinah ob nekaterih posebnih kraških izvirih. Njegova osnovna prepoznavna značilnost je luknjičavost in s tem močna poroznost ter manjša gostota. V manjših količinah nastaja pri prelivanju z raztopljenimi karbonati nasičenih kraških vod preko slapov, jezov in rak ob mlinih in žagah. Stara domača slovenska imena za lehnjak so: apneni (tudi vapneni) maček, lehkovec in apneni tuf, ki pa jih ne uporabljamo več.

Kadar je karbonat izločen v manj poroznih ritmično ponavljajočih se plasteh, nastaja gostejši in trdnejši travertin, ki je pri nas redkejši. Med lehnjakom in travertinom ni jasne meje. Kamnino poimenujemo glede na prevladujočo značilnost. Sestavlja jo največ kalcit, ki se izloča iz vod, v katerih je poleg kalcija tudi več magnezija, pri višjih temperaturah pa se hkrati izloča tudi aragonit. Različice travertina, ki so jih že v antiki uporabljali za izdelavo okrasnih predmetov, so – drugače kot navadni alabaster, ki je iz mehkejše drobnozrnate sadre – imenovali apnenčasti alabaster. Kompaktni in običajno prosojni plastnati travertin ali skorjasto jamsko sigo, ki jo je mogoče dobro polirati in zato uporabiti kot okrasni kamen, trgovci le zaradi podobnega videza imenujejo oniks marmor, kar je strokovno povsem neustrezno, saj



Kamnolom lehnjaka na Jezerskem leta 2005. Foto: Miha Jeršek

ime genetsko ne ustreza oniksu po mineralni sestavi, marmorju pa ne zaradi drugačnega načina nastanka.

Vzroki za izločanje karbonata v lehnjak in travertin so lahko anorganski (fizikalno-kemijski) in/ali biološki. Osnovna dejavnika anorganskega izločanja karbonata sta sprememba temperature in/ali znižanje parcialnega tlaka ogljikovega dioksida v vodi (to je predvsem uhajanje oziroma razplinjevanje  $\text{CO}_2$  iz vode). Del karbonata, ki prihaja v reke raztopljen z vodo hladnih kraških izvirov, nasičenih s kalcijevimi in karbonatnimi ioni, se torej izloči/obori zaradi sočasnega uhajanja  $\text{CO}_2$  in segrevanja vode. Kraške vode se s karbonatnimi ioni obogatijo pri zakrasevanju apnencev, dolomitov in klastičnih karbonatnih kamnin zaradi  $\text{CO}_2$ , ki pride v deževnico iz atmosfere in predvsem zaradi  $\text{CO}_2$  iz pedosfere, ki v vodi tvori šibko ogljikovo kislino in raztaplja karbonate, s katerimi pride v stik. Pri usedanju lehnjaka in travertina gre torej za obraten proces kot pri zakrasevanju.

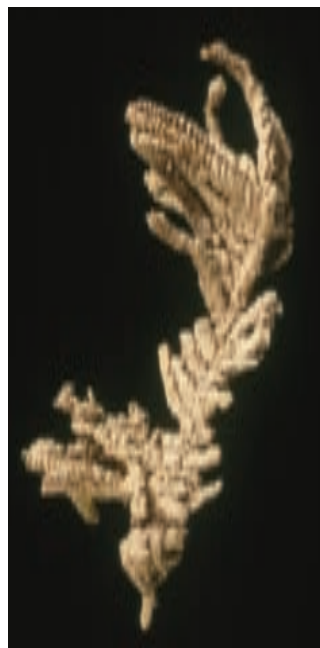
Večje količine lehnjaka in/ali travertina se izločijo ob tistih tektonsko-kraških izviroh, pri katerih pridejo vode v stik z atmosfero po dolgotrajnem podzemnem pretakanju, parcialni tlak njihovega  $\text{CO}_2$  pa močno presega tistega v atmosferi. Hitra sprememba pogojev v izviru povzroči hitro uhajanje  $\text{CO}_2$  in sočasno izločanje karbonata, najhitreje v turbulentni plitvi vodi. Zato se najhitreje odlaga na slapovih, brzicah ter jezovih in rakah mlinov in žag.

Kemična in mineralna sestava mineralnega dela lehnjaka in travertina je pravzaprav enaka sestavi jamskih sig. Ločimo jih po luknjičavosti in gostoti in po večinoma drugačnem videzu. Nekateri redkejši tipi ritmično skorjastih jamskih sig so sicer lahko na prvi pogled precej podobni homogonejšim in gostim različkom fosilnega travertina, vendar nastajajo v tako različnih okoljih, da jih glede na okolje sedimentacije lahko ločimo. Erozijsko bolj obstojne masivne fosilne sige, ki so rezultat površinskega erozijskega razgaljanja nekdanjih kraških jam, so vedno v bližini drugih paleokraških sedimentov in kraških reliefnih oblik

V nekaterih izviroh navidez kraških vod iz tektonskih razpoklinskih con je povečana količina raztopljenega karbonata posledica večje količine  $\text{CO}_2$ , ki po globokih prelomih prihaja iz globlin Zemljine skorje ter na poti proti površju raztaplja karbonate.

Največja nahajališča lehnjaka in travertina po svetu so nastala ob najmočnejših izviroh karbonatnih toplih vod, kjer se karbonat obarja ob znižanju temperature vode in znižanju parcialnega tlaka  $\text{CO}_2$  (Pamukale, Turčija; Yellowstonski park, ZDA). Pri nas se v Pomurju (Radenci) iz takih vod v manjših količinah obarja kalcijev karbonat ob ustju nekaterih vrtin s karbonatnimi toplimi vodami predvsem zaradi razplinjevanja ogljikovega dioksida.

Biološki vzrok za nastanek lehnjaka je presnova vodnih rastlin, ki porabljajo vodni  $\text{CO}_2$ . S tem se zmanjšata njegov parcialni tlak



*Z lehnjakom prekrit mah izpod slapa  
Lehnjak pri Velikih Laščah; 5 cm.  
Najdba in zbirka Renata Vidriha.  
Foto: Marijan Grm*



*Z lehnjakom prekriti iglici iz Kobiljega curka pri Velikih Laščah; leva 42 mm. Najdba in zbirka Renata Vidriha. Foto: Marijan Grm*

in topnost karbonata v vodi, kar povzroči njegovo izločanje. Kalcijev karbonat postopno prekrije rastline, ki rastejo v/ob vodi, s krhkimi, luknjičavimi in močno poroznimi skorjicami, ki lahko povzročijo njihovo postopno odmrtnje. Pred našimi očmi poteka inkrustacija, ki je eden od načinov fosilizacije. Prekrite rastline v nastali kamnini zapustijo svoj odtis – negativ, saj organska snov zaradi prisotnosti kisika razmeroma hitro razpade. Rastline, predvsem gosto rastoči mahovi, s svojo mrežasto razrastjo tudi mehansko zadržujejo izločeni karbonatni sediment. Raziskave kažejo, da je pri izločanju drobnozrnatega karbonata lahko sodeluje vrsta mikroorganizmov, tako da anorganskega (abiogenega) in biogenega lehnjaka in travertina celo pri izvrih toplih mineralnih vod ne moremo zlahka ločiti.

Za zbiranje so še posebej zanimivi lehnjaki z odtisi listov in drugimi prepoznavnimi oblikami rastlin, na katere se je karbonat usedal. Pogosto lahko občudujemo oblike razvejanih mahov, odtise listov in stebel različnih dreves in drugih rastlin, ki rastejo ob vodi. Še posebej zanimiva so semena, storži in hišice polžev. Vode, v katerih nastaja lehnjak, literatura večkrat označuje kot lehnjakotvorne.

Obstojnost lehnjaka je odvisna od erozijskih pogojev v strugi vodnega toka. Kadar tok prenaša prod in drug klastični sediment, se lehnjak ne ohranja, saj ga sproti erodira.

V močilih v vznožju nekaterih karbonatnih (največkrat dolo-mitnih) pobočij, kjer še ni razvitega globljega kraškega odvodnja-vanja, je pa dobro razvit talni profil, izločeni karbonat lahko inkrustira vodno rastlinje. Tukaj je očiten vzrok za izločanje karbonata razmeroma stalen, a majhen dotok vode s povečano količino pedogenega ogljikovega dioksida. Ta se sprošča iz razpadajočih rastlinskih ostankov v prsti in v izvornem področju močil uhaja v atmosfero in/ali ga porabljajo vodne rastline. V takih lehnjakih je običajno še precej nerazpadlih organskih snovi in pobočnega klastičnega materiala in jih zato za gradnjo redkeje uporabljajo.

V vodi nastajajoči lehnjak je zelo drobljiv, saj po hitrem izločanju še ni povsem strukturno urejen in zrna med seboj še niso cementirana. Po strukturni ureditvi, z napredovanjem cementacije in sušenjem, otrdi, vendar je na delih, kjer prostor med tankimi skorjicami ni zapolnjen s kalcitnim cementom, še vedno zelo lahko drobljiv. Zaradi velike odprte poroznosti in prepustnosti voda iz lehnjakov hitro odteče. Zato je lehnjak razmeroma odporen proti zmrzovanju. Njegovo manjšo gostoto, a še vedno zadostno trdnost, so s pridom uporabljali že v gotskem sakralnem stavbarstvu. Tudi v tradicionalnem stavbarstvu je bil napogosteje vgrajen v oboke. Primeren je za fasade in zaščitne obloge pod ustreznimi nadstreški, kjer je zaščiten pred vplivom običajnih padavin. Zamakanje in pogosto zmrzovanje mu vsekakor škodujeta. Pri zunanjih lehnjakovih oblogah v bolj

onesnaženih urbanih območjih se v številnih porah nabirajo saje in prah, ki jih dež ne more izprati, zato kmalu izgubi precej lepote. V porah nastaja tudi sadra, saj kisli dež, deževnica z žveplovim dioksidom, reagira s karbonatom.

Pri nas lahko lehnjak za zbirke nabiramo na mnogih mestih. Največja nahajališča in kamnolom lehnjaka so ob cesti med Spodnjim Jezerskim in Komatevno pod kmetijo Virnik in pod Virnikovim Grintavcem. V začetku, ko so ga pridobivali za lokalne potrebe, je oblikovanje večjih blokov potekalo ročno, pogosto kar z orodjem, podobnem tistemu za obdelavo lesa – žage, sekire. Od leta 1971, ko lehnjak pridobiva podjetje Marmor Hotavlje, d.d., ki ta kamen tudi obdeluje in vgrajuje, pa velike bloke oblikujejo z diamantno žično žago. V zimskem času zaradi mraza v teh visokih legah kamnolom ne obratuje. To je edini delujoči kamnolom **lehnjaka** pri nas in verjetno tudi v srednji Evropi. Pri odcepu ceste h kamnolomu je tudi prva točka Slovenske geološke poti.

Voda, iz katere se izloča lehnjak in vsebuje nad 250 mg  $\text{CaCO}_3$  +  $\text{MgCO}_3$  na liter vode, izvira na tektonskem stiku zakraselih devonskih koralnih apnencev in apnenčevih gruščev ter spodnje-karbonskih klastitov, na katerih leži. Temperatura vode v izviru je približno 6,4°C. Lehnjak se bočno in po višini precej spreminja po barvi, prevotlenosti in luknjičavosti ter s tem po gostoti in kompaktnosti, kakor tudi po vrsti in količini fosilnih ostankov. To se jasno odraža v plastnatosti lehnjaka, ki je vzporedna s smerjo in naklonom vodnega toka, ki se v dolgih obdobjih spreminja. Ponekod so votline večmeterske. Lehnjak je najbolj kvaliteten v osrednjem delu kamnoloma, medtem ko je v obrobni delih zaradi izrazitejšega vpliva zmrzali precej preperel in zaglinjen ter zato manj kompakten in trden. Največja debelina, ugotovljena je bila z vrtanjem, je 19 m. V vzhodnem delu kamnoloma, ki je najbolj zanimiv za zbiralce, je mnogo fosilnih ostankov, med katerimi je največ odtisov drevesnih debel, travnih bilk, mahu, listov bukve, gabra, javora in drugih dreves, polžjih hišic, inkrustacij iglavcev, storžev ipd. V votlinah v lehnjaku so ponekod tudi kapniki, ki so nastali zaradi kaplajoče vode v podzemnem delu lehnjaka. Pogoste so predvsem s kapniki zakapane votline, ki so nastale na mestu strohnelih debel. Verjetno je ves lehnjak, ki ga danes odkopavajo, nastal po zadnji ledeni dobi.

Dobrih 100 m zahodneje od kamnoloma na severnem pobočju reke Kokre je izvir z močjo med 10 in 50 l/s. **Lehnjak** na tem področju nastaja pred našimi očmi hitro in gradi pahljačast vršaj s površino okrog več sto kvadratnih metrov proti strugi reke Kokre. V preteklih dveh desetletjih je že skoraj prerasel več kot 2 m visoke betonske zidove zapuščenega gospodarskega objekta.

Karbonat se izloča na tamkajšnjem mahu, drevesih in drugih rastlinskih ostankih. Le-ti na površini ponekod še niso povsem prepereli, zato se menjavata organski in anorganski del



*Inkrustiran mah z Jezerskega;  
izrez 4 x 2 cm. Zbirka Oddelka za  
geologijo Naravoslovnotehniške  
fakultete Univerze v Ljubljani.  
Foto: Ciril Mlinar*



*Lepo ohranjen list, prekrit z lehnjakom, najden ob slapu Kobilji curek pri Velikih Laščah; 6 cm. Najdba in zbirka Renata Vidriha. Foto: Marijan Grm*

sedimenta. Še rastoča debela in veje so obdane s skorjami lehnjaka. Marsikje so vidni prehodi iz lehnjaka v hitrorastoči koreninski in zeleni površinski del vodnega mahu. Voda iz izvira se v vršaju razliva v več različno hitrih tokov, ki dodatno pogojujejo hitrost in tip nastalega lehnjaka. Čeprav se v hitreje tekoči in turbulentni vodi karbonat načeloma izloča hitreje, pa je njena erozijska moč prevelika, da bi se odložil. Nastajanje lehnjaka je v tem primeru hitrejše iz počasneje tekoče vode in pa tam, kjer se izločeni karbonat v mirnejšem okolju ujame – sedimentira na mahu in drugem rastlinju.

Plošče iz jezerskega lehnjaka uporabljajo za oblaganje fasad, primeren pa je tudi za razne okrasne detajle zgradb, vrtov in parkov. Zaradi luknjičavosti ga ne polirajo. Tekstura lehnjakov niha od kompaktnih in masivnih do drobljivih, poroznih ali gobastih. Gobasti lehnjaki imajo do 50 % poroznost, medtem ko imajo kompaktni tipi lehnjaka poroznost manjšo od 10 %. Zaradi redkih ekonomsko zanimivih nahajališč v svetu je lehnjak z Jezerskega zelo iskan doma in v tujini (iz lehnjaka so na primer okrasni obok na vrhu klanca v starem delu mesta in



obloge novega dela stavbe Občine v Kranju, pročelje hotela v Sant Moritzu v Švici, vodnjak v Berlinu, itd.).

**Lehnjak** je v Sloveniji kar pogost, Krka pa je naša edina večja lehnjakotvorna reka. Nastajanje lehnjaka na Krki pospešujejo jezovi, kjer se izloča zaradi pospešenja izhajanja CO<sub>2</sub> in preraslosti z mahovi. Lehnjak, ki je zrasel na jezovih, so v preteklosti vsakih nekaj let ročno izžagali in izsekali v bloke, primerne za gradnjo.

Pogosteje kot v rekah se v Sloveniji lehnjak izloča ob izvirih iz zakraselega karbonatnega zaledja. Zelo lep lehnjak nastaja na slapu Kobilji curek pri Velikih Laščah, na slapu Nežica pri Kostelu in ob številnih drugih slapovih vsepovsod po Sloveniji.

Lehnjak pogosto gradi tudi pobočne vršaje na začetku doline ali na njenem boku. Kadar se izvir večkrat prestavi, se vršaji nizajo drug ob drugem (na primer zgornji Stiški potok z vršajem v Dednem dolu ter dvema vršajema na koncu doline Kosca z dvema opuščenima kamnolomoma lehnjaka; doline Iščice, Bače in Idrijce; manjši vršaji so tudi v Jelendolu v Karavankah). V Posavskem hribovju nastaja lehnjak v potoku v kraju Gozd ob izviru iz kraške jame Mitoščica nedaleč od trboveljske železniške postaje, le kakšnih 20 m nad strugo Save. Na Vinski gori, vzhodno od Velenja, lehnjak ne nastaja več. V steni nekdanjega kamnoloma pa so še vidni znaki dolgoletnega rezanja lehnjaka, ki so ga bili uporabili za gradnjo cerkve.

Literaturni viri:

- VESEL, J., 1975: *Poročilo o geoloških raziskavah na Jezerskem, Dolžanovi soteski in Jelovici*. Geološki zavod, Ljubljana.
- BUSER, S., 1987: *Vodnik po slovenski geološki poti*. Geološki zavod, str. 36-37, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (lehnjak, str. 187 in 194). Tehniška založba, Ljubljana.
- GALE, U., 2003: *Lehnjak na Jezerskem*. 3. seminarska naloga, 10 str., mentor dr. M. Brenčič. Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.
- GAMS, I., 2003: *Kras v Sloveniji v prostoru in času*. Založba ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana.



*Inkrustiran list leske z Jezerskega; izrez 35 x 20 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Ciril Mlinar.*