

PROIZVODNJA I PRIMJENA VAPNA (I.)

Ponukani činjenicom da se o vapnu kao najstarijem i svima znanom građevnom vezivu vrlo malo piše, te da nestaje nekad raširen pučki tradicijski način njegova dobivanja, odlučili smo se prikazati i od zaborava sačuvati ono što je još preostalo od toga raširenog obrta. Osim općih i povijesnih informacija o proizvodnji vapna u nas i u svijetu, u nekoliko će se nastavaka moći uočiti razlike u načinu dobivanja vapna u različitim krajevima naše zemlje.

Uredništvo

Uvod

Vapno je nesumnjivo najrasprostranjenije i najviše rabljeno vezivo u graditeljstvu od začetaka civilizacije do današnjih dana. To nije potrebno posebno isticati jer dokazuje da se vapno upotrebljavalo od pamtivijeka susrećemo i na ostacima najstarijih građevina. Relativno jednostavna proizvodnja i dostupnost olakšavala je njegovu primjenu, pa je najčešće formiranje priručnih vapnara u prošlosti bio začetak mnogih velikih gradilišta. S vremenom se proizvodnja vapna razvila u raširen i unosan obrt, a u našim se krajevima zbog obilja vapnenca često javljala kao dodatna aktivnost poljoprivrednika. To posebno i zato što je njegova uporaba bila vrlo raširena pa se vapno osim u građenju primjenjivalo i primjenjuje se za ličenje i dezinfekciju unutrašnjih



Tipična struktura vapnenca u kršu

FABRICATION AND USE OF LIME (I)

GENERAL INFORMATION, USE IN ANCIENT TIMES, AND USE FOR CONSTRUCTION-UNRELATED PURPOSES

As very little is being written about the lime, this oldest and maybe the best known construction binder, and as the traditional method of its manufacture has been fully abandoned, we have decided to try to save this trade from oblivion, and to present in several articles what has still remained of the traditional lime making practice, which used to be widely spread in almost all regions of Croatia. In this first article, we present some general data about lime, its chemical composition, and its varied use. It has been established that lime had been used in construction already ten thousand years before Christ, and traces of its ancient use have been discovered in ancient Egypt, in Mesopotamia and in Greece, and possibly even in China. In ancient Rome its use has been much improved, so that the lime was used as one of the components for the fabrication of construction materials such as cement. Other than for construction, plastering, wall painting and soil stabilization, lime has traditionally been used in agriculture, and especially in wine-growing industry, but also in environmental protection and in various industries, such as chemical and food-producing industry, cosmetics and process metallurgy. Its role in medicine is also highly significant and widespread.

i vanjskih zidova, ali i u poljoprivredi te mnogim drugim djelatnostima. Namjera je ovih napisa sačuvati uspomenu na taj nekada u svijetu i u nas razvijen obrt koji posvuda brzo nestaje te potaknuti da se ostaci nekadašnjih pogona ili jednokratnih postrojenja, barem kao podsjetnik, na neki način zaštite i sačuvaju od daljnjeg propadanja.

Pokušat ćemo dakle u nekoliko nastavaka prema prikupljenim pabircima iz starih zapisa, udžbenika, skica, fotografija, sjećanja suvremenika i svega dostupnoga dati jednu retrospektivu vapnarstva od iskona do

današnjih dana kako ta bogata tradicija ne bi bila posve zaboravljena. Posebno ćemo prikazati tragove i uspomene na tradicijske vapnare, vapnenice, vapelnice, vapnike, apnare, apence, japjenice, japnike, japnare, klačenice, klačine, klačnice i krečane, kako su se već nazivale te raznovrsne peći za dobivanje živog vapna.

Nastojeći ćemo sažeto prikazati sva područja na kojima se nekada, a možda i danas, proizvodilo vapno u "poljskim" i drugim pećima. U tom je pokušaju otegotna okolnost činjenica da je toga vrlo malo sačuvano, a još manje zapisano.

Općenito o vapnu

Najraširenije i najpoznatije građevno vezivo u našim se krajevima naziva vapnom (s izvedenicama japno i apno te japon ili čak japan), klak i kreč. Riječ vapno staroslavenskog je podrijetla i gotovo je ista u svim slavenskim jezicima (primjerice u rusnome i poljskome), a vjerojatno joj je osnova riječ *vapa* koja znači boja. Riječ klak latinskog je podrijetla (*calx*, 2. *calcis*), što je osnova naziva u mnogim jezicima (njem. *kalk*, tal. *calce*, španj. *cal...*, ali eng. *lime*). Kreč je pak riječ turskog podrijetla (*kireç* – čita se *kireč*).



Živo vapno sa sačuvanim oblikom kamena

Vapno je inače najčešće naziv za živo vapno ili kemijski kalcijev oksid (CaO) koji se dobiva pečenjem vapnenca ili prirodnog kalcijeva karbonata CaCO_3 u pećima vapnicama koje imaju okomite, jamaste ili kružne vatrene kanale. Zapravo zagrijavanjem vapnenca na $900 - 1200\text{ }^\circ\text{C}$ odvaja se ugljični dioksid i nastaje živo vapno ($\text{CaCO}_3 - \text{CO}_2 = \text{CaO}$).

To je porozan materijal u grumenima ili prahu, prljavo bijele boje i bez mirisa. Obično u vapnu, ovisno o čistoći vapnenca, u malim količina ima i drugih oksida (magnezija, željeza, silicija i aluminijska). Najviše je magnezijeva oksida (MgO) koji se uočava po sivim primjesama, a kada je njegov udio veći, onda se radi o dolomitnom vapnu koje u građevinarstvu također ima svoju primjenu.

Živo vapno razjeda i nadražuje kožu, sluznice dišnih organa i oči. U dodiru s vodom burno reagira i razvija veliku toplinu (do $150\text{ }^\circ\text{C}$) pa može uzrokovati i požare, što je navodno bio slučaj na tavanu bolnice *Sestara milosrdnica* u Zagrebu prije nekoliko godina. U dodiru s vodom tvori kalcijev hidroksid (Ca(OH)_2), a u dužem dodiru s vlagom i ugljičnim dioksidom ponovno se pretvara u kalcijev karbonat odnosno vapnenac (CaCO_3). Stoga vapno valja izbjegavati skladištiti tamo gdje može doći u dodir s vodom, kiselinama ili drugim reaktivnim spojevima zbog mogućih opasnih reakcija, a poželjno je držati ga u suhim i zatvorenim prostorima, u silosima, kontejnerima, papirnatoj ili PVC ambalaži i sl.

U građevinarstvu se vapno najčešće rabi kao hidratizirano (Ca(OH)_2) otopljeno u malo vode koja je dovoljna da sve čestice budu ugašene. Služi za proizvodnju mortova za zidanje i žbukanje, u cestogradnji za stabilizaciju tla te za sanaciju ekoloških incidenata, posebno za pročišćavanje i neutralizaciju otpadnih voda te za omekšavanje vode. Gašeno se vapno, koje se dobiva gašenjem živog vapna ili otapanjem hidratiziranog vapna u vodi, upotrebljava kao premaz za unutarnje i vanjsko bojenje i za dezinfekciju mineralnih podloga. Značajnu primjenu vapno ima u kemijskoj, prehrambenoj i tekstilnoj industriji te poljoprivredi, o čemu će biti govora nešto poslije.

Kratka povijest dobivanja vapna

Vapnenac, također vapnenjak i krečnjak, taložna je stijena sastavljena uglavnom od kalcijeva karbonata s malim primjesama drugih minerala. Vapnenac se mogao pojaviti već pri formiranju Zemljine jezgre i kore u razdoblju od prije 5 milijardi godina. Tada je u Zemljinoj atmosferi postojao kalcijev oksid (CaO), a bilo je i ugljičnog dioksida (CO_2), što bi značilo da su postojali uvjeti za nastajanje

kalcijska karbonata (CaCO_3) u krutom obliku. No to se ipak nije dogodilo i vapnenac je vjerojatno nastao prije otprilike 3 milijarde godina kada je kritična temperatura pri hlađenju Zemlje bila povoljna i tada je nastao neorganski i organski vapnenac u prirodi. Zanimljivo jest da iz tog doba potječu i prvi tragovi života na Zemlji.



Sačuvana ljuštura životinje u vapnencu

No ipak je kalcijev karbonat u obliku u kojemu ga danas poznajemo nastao kao organski talog slijeganjem u morskoj vodi životinjskih ostataka, lupina, školjaka i sl. te manjim dijelom biljaka. Tu su se organski ostaci vjerojatno povezali s nanosima anorganskog vapnenca. Nastajanje velikih vapnenih naslaga dogodilo se pred približno milijardu godina kada su se pojavile i prve kolonije algi. Daljnji razvoj života jednostavno nije bio moguć bez kalcijeva karbonata jer je nastanak školjakaša, puževa, nižih kraljeznjaka, a osobito sisavaca, bio uvjetovan postojanjem vapnenca. Nekako se čini da je za život na zemlji najvažniji bio onaj vapnenac što ga sadrže topli mora s ravnim dnom. Rijeke kroz vučeni nanos donose u mora velike količine vapnenca koji se tamo taloži, a čvrste naslage nastaju pod pritiskom mora u dubinama. Poslije se nabiranjem Zemljine kore i tektonskim gibanjima opet dio naslaga vratio na povr-

šinu i tako se sve ciklički obnavljalo. U sastav vapnenca ušle su i ljuštine uginulih životinja koje su se u procesima stiskanja i slijeganja naslagale lomile i gubile svoj oblik pa se stoga fosili u vapnencima rijetko pronalaze.

Vapnenac je za biljke i životinje bio od vitalnoga biološkog značenja jer je bio dijelom njihove strukture, a potom im je poslužio za zaštitu i gradnju vapnenih kućica i školjaka. Međutim s pojavom čovjeka započelo je drukčije i izravno iskorištavanje vapnenca koji je poslužio kao životni prostor u špiljama, materijal za gradnju skloništa, da bi se na kraju žarenjem od njega dobivao materijal koji je služio kao vezivo za gradnju, zaštita zidova ili za poboljšavanje tla.

Dakle vapnenac je sa svojim špiljama služio za stanovanje, potom s većim ili manjim kamenim blokovima za zidanje, a onda je čovjek u danas neutvrđenom razdoblju počeo rabiti i pečeni vapnenac. Na taj je način u životu započelo kopiranje prirode jer je nakon žarenja vapnenca i izradu morta uz dodavanje vode slijedilo ponovno uzimanje ugljičnog dioksida iz zraka, što je konačno opet stvaralo čvrst i stabilan vapnenac.

O tome kada je, gdje i kako čovjek otkrio nova svojstva koja nastaju žarenjem vapnenca postoje samo pretpostavke koje nikada nisu potvrđene. Jedna je od mogućnosti da je to bilo slučajno pošto su uočena promijenjena svojstva kamena kojim je vatra bila okružena, a možda je to bilo nakon požara unutar nekoga većega kamenog zdanja. Prava se istina ne zna, a vjerojatno nikada i neće ustanoviti. No utvrđeni su tragovi uporabe vapna za građenje i u vinogradarstvu na više mjesta u svijetu, a to se zbilo veoma davno.

Tijekom iskapanja na lokalitetu Cagenü u istočnoj Turskoj, na jednoj je ravnoj terasastoj plohi pronađen pod koji je bio izrađen uporabom vapnenog morta. Starost mu varira od

14.000. do 7000. godine prije Kr. Stoga se primjena najstarijeg vapnenog morta s nešto gipsa pomiče i do 14 tisućljeća prije Kr. U jerihonskoj

Prva otkrivena peć za žarenje vapnenca pronađena je u Mezopotamiji u blizini grada Ura i potječe iz 2000. prije Kr. U vrijeme babilonskog kra-



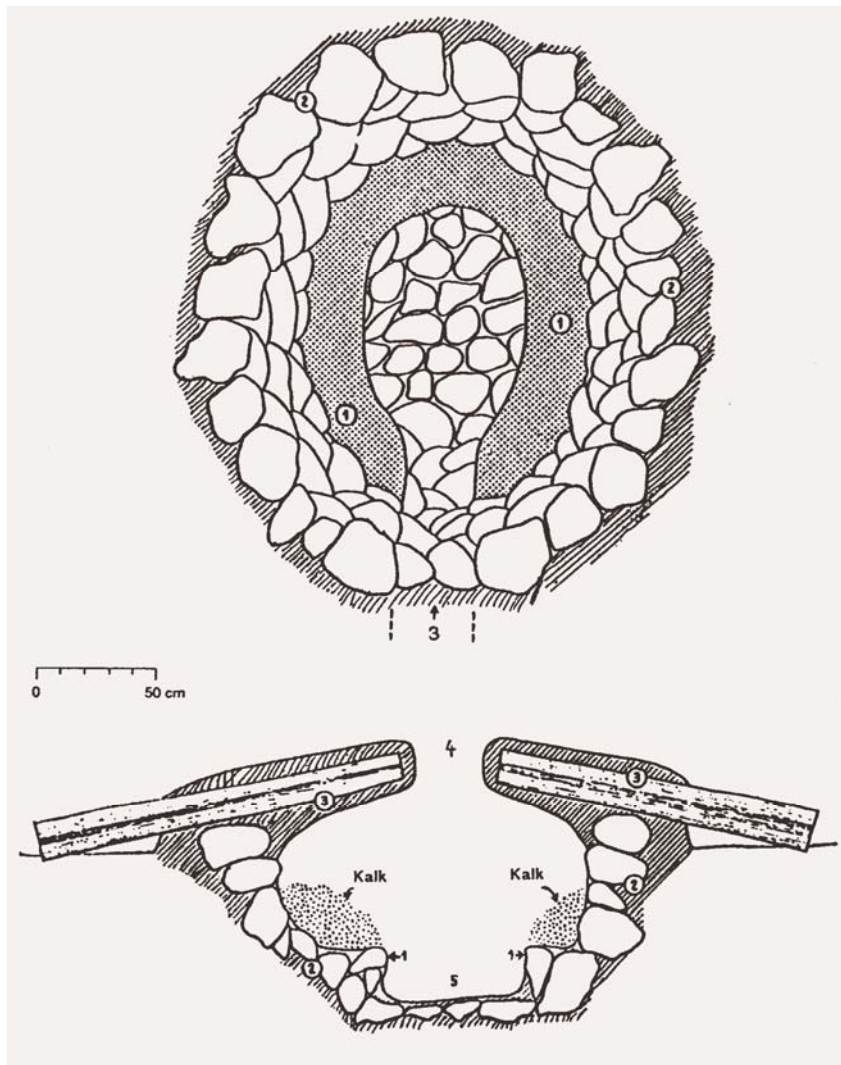
Rimska peć za pečenje vapna otkopana u Vinkovcima

kulturi u Palestini, u razdoblju od 6000. do 4000. godine pr. Kr., služili su se vapnom za zidanja opekama. Primjena morta s dodacima pečenog vapna otkrivena je u vrijeme kralja Sahure (2487. – 2477. pr. Kr.) u Egiptu za odvodnju nadgrobnog spomenika i za gradnju kanala.

lja Nabukodonosora ili Nebukadnezara (605.-562. pr. Kr.) za posljednje je gradnje Babilona uporabljen vapneni mort. Grci su se za gradnju dugog zida u Ateni te za građevine na Kreti, Knososu i dr. već od 450. prije Kr. koristili vapnenim mortom, a zna se da su ga ponekad dobivali



Vapno se rabilo i u gradnji Babilonske kule



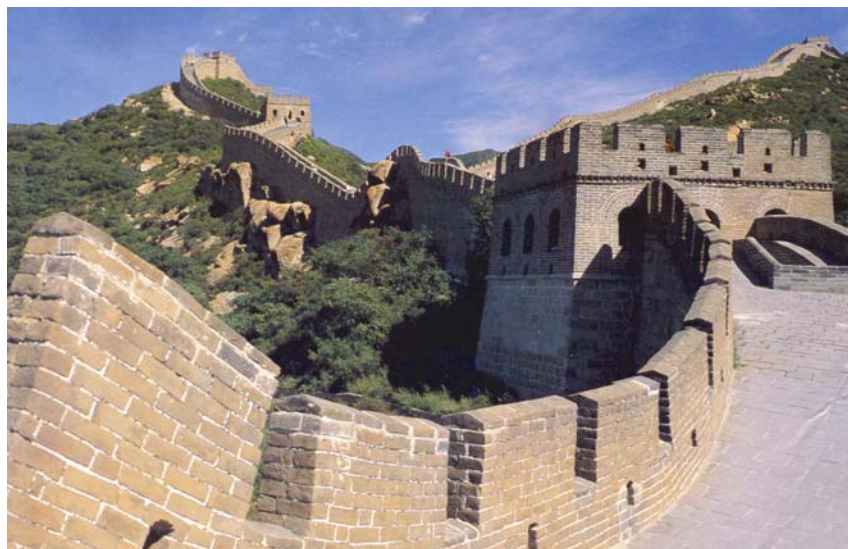
Otkopana peć iz brončanog doba u Berlinu. Gore tlocrt: (1.- glinena obloga, 2.-omotač od vapnenca, 3.-otvor za ložište) i presjek dolje (1.-glinena obloga, 2.-omotač od vapnenca, 3.-pokrov od drva i gline, 4.-dimnjak, 5.-ložište)

žarenjem morskih školjaka. Pri iskapanjima u Podunavlju (Lepenski vir) pronađen je pod izrađen od jedne vrste žilavog morta s dodacima živog vapna, također oko 600. prije Kr.

No primjena je živog vapna doživjela pravi procvat za vladavine Rimljana, posebno u vrijeme Rimskoga Carstva. Stari su Rimljani dobro svladali i materijale i tehniku građenja jer su im, primjerice, kupole imale raspone i od 40 m, a gradili su ih od kamena ili opeke s vezivom od morta. Neke još i danas u cijelosti ili donekle stoje, a takva raspone nije nitko drugi svladavao sve do današnjih

vremena. Kad danas pogledamo njihove kupole, mostove, vijadukte, akvedukte i sl., neizbježno se nameće pitanje kako im je to uspijevalo jer osim proteklih stoljeća na njih su utjecale klimatske nepogode, potresi, poplave pa i rušilačka barbarska osvajanja. Razlog je ponajprije u tome da su naslijedili i razvili građevinske tehnike i materijale od Grka i Etrurščana te da su ih podigli na znatno višu razinu. Između ostalog prvi su počeli graditi lukove od cigle i kamena, a uspjeli su pronaći vezivo slično današnjem cementu koje je znatno čvršće vezivalo i kamen i opeke. U početku su se služili uobičajenom mješavinom pijeska, vapna i vode, ali su u 2. st. pr. Kr. dodali i novi sastojak – vulkanski pijesak koji su pronašli na nalazištu Pozzuoli pokraj Vezuva po kojem se ta smjesa vapnenaste ilovače i danas naziva. Taj je sastojak pretvarao mort u jako čvrst materijal sličan cementu koji se stvrdnjavao i pod vodom, a bio je jeftin pa su počeli graditi samo od njega, štedeći opeku i kamen, posebno kada su dodatkom šljunka dobili beton.

Valja reći da su Rimljani još prije pronalaska te vrste cementa u vapneni mort dodavali bjelanjke iz jajeta kao svojevrsno ljepilo te time znatno po-

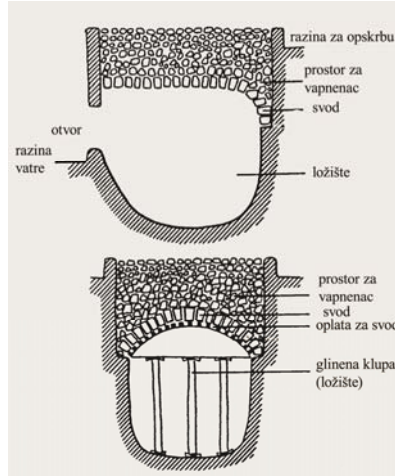


I cigla je kineskog zida povezana vapnenim mortom

jačali njegova svojstva. Taj će se njihov izum mnogo iskorištavati u srednjem vijeku, ponajprije u gradnji utvrda, u vrijeme kada i Rimsko Carstvo i njihov cement budu davna prošlost. Inače Rimljani su u vapno pri bojenju prvi počeli dodavati organske dodatke poput ulja i masti te ostale primjese koje su mu mijenjale boju. Zanimljivo jest da su Rimljani poznavali i primjenu vapna za stabilizaciju tla, što su posebno rabili pri gradnji cesta, a njih su od 334. godine pr. Krista pa do vrhunca svoje moći izgradili čak 85.000 km. No čini se da je takva uporaba vapna bila poznata i u staroj Kini, a rabilo se i pri gradnji Velikog zida.

I tehnika je žarenja vapnenca u rimskim vremenima uvelike poboljšana, na što posebno upućuje peć otkrivena u Iversheimu u Njemačkoj. Slične su peći, iako ne toliko sofisticirane, pronađene donekle očuvane u Trieru, Berlinu, Vinkovcima (Cibalijska) i Zagrebu (Andautonija) i dr. Prema istom se principu vapnenac zapravo i danas žari. Nije međutim poznato jesu li nomadski narodi poput Kelta, Germana i Slavena imali razrađene tehnike žarenja vapna ili su ih preuzeli od starih Rimljana. Zapravo propašću Rimskog Carstva prestala je za dugo vremena i gradnja golemih građevina.

Naselja, osim onih na moru, u srednjem su se vijeku uglavnom gradila od drva ili zemlje (čerpič i opeka) i nisu imala većih obrambenih značajki. Velika su opasnost bili požari, ali i sve češći pljačkaški prodori barbarских plemena iz Azije. Naime učestali su upadi brzih i lako naoružanih azijskih konjanika toliko prestrašili ondašnje stanovnike Europe da su se posvuda počeli graditi stabilne utvrde i zamkovi (burgovi). Gradilo se uglavnom od materijala koji se u blizini mogao pronaći, ali je ta gradnja kamenom ili opekom tražila kvalitetna i pouzdana veziva, a to je dovelo do naglog razvoja vapnarstva.



Uzdužni i poprečni presjek rekonstruirane rimske vapnene peći u Iversheimu



Šest rimskih peći za žarenje vapnenca u Iversheimu blizu Koblenza u Njemačkoj

Tada se usavršava proces pečenja kamena, povećavaju "poljske peći", odabire kamen i cijeli obrt doživljava nagli uspon. Mnogo kasnije dolazi do pronalaska parnog stroja pa započinje i gradnja posebnih manufakturnih pogona, što opet traži sve više graditelja pa i vapnara. Grade se ciglane, otvaraju kamenolomi, a raste i potreba za transportom pa se grade mostovi, popravljaju putovi, a grade se i luke za vodeni transport. Pronalaskom željeznice ujedno je omogućen transport većih količina ugljena, opeke, kamena vapnenca i gotovoga vapna na velike udaljenosti.

U početku se za žarenje uzimao kamen pronađen u prirodi. Ali razvitkom vapnarstva to više nije bilo dovoljno, pa se kamen na pogodnim mjestima (kamenolomima) počeo odlamati batovima i polugama, a potom se ložila vatra ispred kamenog bloka koji se potom zalijevao vodom da bi se razlomio. Pronalaskom baruta započinje miniranje, ponajprije sipanjem praha u šupljine te potpaljivanjem. Pronalaskom strojeva započinje bušenje rupa u kamenu za eksploziv i "otpucavanje" čitavih "žbarada", a slično se kamen i danas dobiva za proizvodnju vapna.

Primjena vapna izvan graditeljstva

Vapno je oduvijek građevni vezivni materijal te sredstvo za bojenje zidova, ali se njegova raznovrsna primjena u mnogim drugim područjima, od liječenja pa do kozmetike, vrlo često previđa. Gotovo da nema industrijske grane koja barem djelomično ne rabi vapno u svom proizvodnom procesu, a vapnenac je ujedno sirovina za brojne industrijske grane i obrte.

Vapnenac omogućuje razvoj brojnih djelatnosti, ali se danas u razvijenoj stanogradnji i gradnji velikih industrijskih pogona i prometnica smanjuje potreba za njegovim iskorištavanjem. Brojna se nalazišta kamena pretvaraju u građevinsko zemljište, što u zemljama siromašnijim kamenom stvara sve više problema pa se nastoji ograničiti iskorištavanje geoloških formacija za gradnju infrastrukturnih građevina. Vapno je kao prastari građevni materijal nužno za dalji održivi razvoj.

Povijesno gledano prvo iskorištavanje vapna izvan građevinarstva bilo je za slikanje (u špiljama) i za gnojidbu i obradu tla. Zatim se vapno posebno rabi u vinogradarstvu kao gnojivo, ali i za dezinfekciju bačava i sanaciju vina. Grci i Rimljani usa-

vršili su primjenu vapna u keramici gdje se uglavnom rabi za ukrasne stabilne alkalijske boje. Vapnena se voda miješala s organskim materijalima i služila kao ljepilo i ispuna. Asirci su u svojim recepturama za proizvodnju stakla navodili vapno. Egipćani su lijepim plavim glazurama dodavali alkalijske primjese i vapno, a Asirci i Babilonci su u izradi lončarije rabili i vapno i to do



Uporaba vapna u poljoprivredi zaprašivanjem polja

trećine ukupne mase. Eksplozivna masa, poznata kao "bizantska ratna vatra", još se 671. izrađivala od sumpora, kamene soli, smole, zemnog ulja, asfalta i živog vapna koji je u toj smjesi imao ulogu upaljača.

Prvi poznati enciklopedist Plinije Stariji (23.-79.) dao je opis primjene vapna kod Rimljanima susjednih naroda: "Oni su svoja polja uporabom vapna učinili veoma plodnima, što se očituje povećanjem prinosa, osobito maslina i vinove loze. Primjena ovisi o vrsti tla i vlažnosti".

Rimljani su se dugo vremena koristili vapnom za konzerviranje mramornih stupova, a te su stupove i reljefe štitali otopinom fino mljevenog vapna. O tome su pisali Vitruvije i već

spomenuti Plinije Stariji, a tehnika je i danas potvrđena. Plinije usto navodi: "Od vapna se rade lijekovi koji se primjenjuju kod vrućice ili zujanja u ušima i sl." Sv. Augustin također govori o ljekovitom djelovanju vapna. Poslije su arapski liječnici, kao neosporni učitelji srednjovjekovne medicine, unutarne otekline i trovanje arsenom liječili razrijeđenom vapnenom vodom.

za pročišćavanje vode, u peradarstvu, kozmetici i medicini gdje je primjena zaista široka.

Raširena je primjena vapna u šumarstvu i voćarstvu. Prihranjivanje tla odavno je poznato, a to i danas rade posebni strojevi koji miješaju prah sa zemljom te ga potom utiskuju valjcima. Šume se od kiselih kiša zaštićuju prskanjem s tla ili iz zraka dodavanjem vapnenih otopina. Odavno je poznata zaštita voćaka bijeljenjem u jesen te zaštita vinove loze i drugog bilja modrom galicom i vapnom.

Vapno je služilo i za proizvodnju acetilena, rasvjetnog plina koji se posebno rabio u rudnicima. Dobivao se žarenjem živog vapna s ugljikom u pećima da 3000 °C. Najprije je nastajao karbid, a nakon zalijevanja vodom – acetilen. Osim za javnu rasvjetu služio je i za rezanje metala, a danas se dobiva sasvim drugačije.

Sjetimo se na kraju da su se nekada vagonске pošiljke ugljena po površini "špricale" vapnom (pri velikim pošiljkama za potrebe industrije) kako bi se otežala krađa ugljena iz vagona.

Pripremio:

Karleuša, dipl. ing. građ.

(nastavit će se)

IZVORI

- [1] Kišpatic, M.; Tućan, F.: *Slike iz rudstva*, Matica hrvatska, Zagreb, 1914.
- [2] Laszowsky, E.: *Rudarstvo u Hrvatskoj*, Hrvatska prošlost 3., Zagreb 1943.
- [3] Bičanić, R.: *Doba manufakture u Hrvatskoj i Slavoniji 1750-1860*, JAZU, Zagreb, 1951.
- [4] Biljak, Š.; Fijamber, D.: *Tehnologija građevinskih materijala*, Školska knjiga, Zagreb, 1967.
- [5] Suić, M.: *Antički grad na istočnom Jadranu*, Školska knjiga, Zagreb 1975.
- [6] Tufegđić, D.: *Građevinski materijali*, Naučna knjiga, Beograd, 1979.
- [7] Kalk, Beitrag zur Geschichte der Deutschen Kalkindustrie, Aachen, 1992.
- [8] Adam, J. P.: *Roman Boulding: Materials and techniques*, BT Batsford, London, 1994.
- [9] Toldi, Z.: *Nek se spominja i pamti*, Filklorni ansambl roda, Slavonski Brod, 1997.
- [10] Marković, S.: *Hrvatske mineralne sirovine*, Zagreb, 2002.
- [11] Iskra-Janošić, I.: *Vinkovci u antici i srednjem vijeku*, Gradski muzej, Vinkovci, 2005.