

LED KAO GRAĐEVNI MATERIJAL

Ledeni hoteli – novi izazovi za inženjere

PRIPREMILA:
Anđela Bogdan

Ledeni hoteli rekonstruiraju se svake godine, ovisno o konstantnim niskim temperaturama, zidovi, oprema i namještaj u cijelosti su izrađeni od leda koji se reže u blokove te lijepi mješavinom snijega i leda

Hoteli od leda

Zima je vrijeme kada mogućnost odsjeda u ledenim hotelima, nalik onima iz bajki, postaje realnost, a takvi su hoteli sve popularniji. U posljednjih nekoliko godina, skupina inženjera i arhitekata diljem svijeta usavršila je izradu privremenih konstrukcija od snijega i leda kako bi stvorila nevjerojatne primjere ledene arhitekture koje pretvaraju u ekskluzivne zimske turističke smještajne objekte.

Hotel od leda privremeni je objekt sagrađen od snijega i leda. Zidovi, oprema i namještaj izrađeni su u cijelosti od leda. Gradi se početkom zime u sjevernim zemljama, a zatvara kada započne proces topljenja snijega i leda. Privlači putnike koji su zainteresirani za novitete i neobična okružja i zato pripadaju klasi određinih hotela. Predvorja takvih hotela često su ispunjena skulpturama od leda, a hrana i piće odabrani su u skladu s temperaturnim uvjetima. Svi ledeni hoteli svake se godine grade ispočetka.

Ledeni se hoteli obično grade početkom zime u sjevernim zemljama, a zatvaraju kada započne proces topljenja snijega i leda

Prije nego što prikazemo neke od najpopularnijih ledenih hotela, vratit ćemo se na početak ideje o gradnji takvih hotela u turističke svrhe i na principe gradnje

ledenih građevina, pri čemu je najveća inspiracija – eskimski iglu.

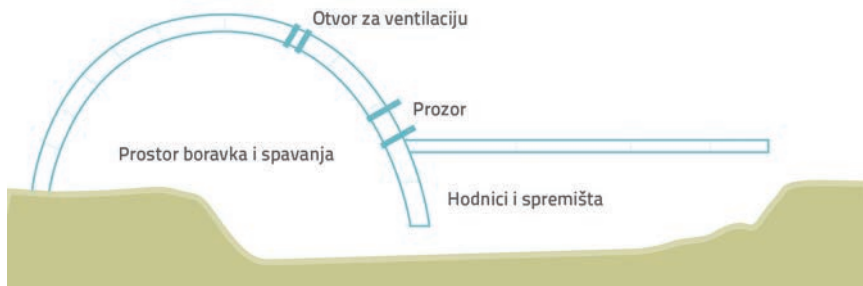
Kako se gradi iglu?

Iglu je privremeno zimsko sklonište Eskima, lovaca s Aljaske i iz Kanade. Gradnja iglua započinje iskopom u snježnome nanosu te primjenom oštarih alata kojima se sijeku blokovi snijega zaobljena i

klinasta oblika. Blokovi su otprilike široki pola metra, dugi do jednog metra, a debeli oko 20 cm. Graditelj ih slaže bočno jedan do drugoga tako da zatvaraju krug. Na njih zatim slaže novi red blokova, ponovno određene veličine i zaobljenosti, pa je konačni rezultat kupola koja se sužava prema vrhu. Na vrhu ostavlja se otvor koji poslije služi za ventilaciju, odnosno za ispuštanje viška topline i dima kada se unutar iglua, naprimjer, loži vatra, koja bi u protivnome mogla otopiti snježne blokove iglua. U slučaju snježne mečave postoji i poklopac za krovni otvor iglua, koji je obično neki kamen ili snježni blok čiji su gornji rubovi izrezani šire, a donji uže.



Interijer ledenih hotela



Presjek iglua

Tijekom oštre aljaške zime snježne pahulje koje padaju na iglu brzo se tope te tako omogućavaju stvaranje izolacijskog sloja. Stalno topljenje i ponovno zamrzavanje iglua čini ga čvršćim i tvrdim te se snježni blokovi od kojih je sagrađen polako spajaju u jedinstvenu i čvrstu ledenu zaštitnu kupolu. Ciklus zamrzavanja i odmrzavanja započinje onoga trenutka kada je završena gradnja iglua.

Kada je iglu sagrađen, Eskimi u njega unose lampu koja gori na fitilj umočen u kitovo ulje i koju spuste na pod, a potom izlaze iz iglua i zatvaraju njegov ulaz još jednim blokom snijega.

Iglui se grade blokovima snijega zaobljena i klinasta oblika koji su široki pola metra, dugi do jednog metra, a debeli oko 20 cm

Unutar iglua snijeg se počinje topiti od stropa, no zbog zaobljenosti voda ne kapa na pod, već se spušta niz zidove iglua te je snježni blokovi upijaju. Kada su blokovi gotovo potpuno natopljeni



Dopremanje ledenih blokova na gradilište

vodom, Eskimi gase lampu te puštaju da se ledeni zrak izvana uvuče u unutrašnjost iglua. Na taj način hladnoća prvotno krhku snježnu strukturu pretvara u tvrd i čvrst led. Nakon toga iglu je spreman za svoje privremene stanare, čija tijela, zajedno s lampama, uspijevaju podići temperaturu unutrašnjosti na oko 10 do 12°C, što nije nimalo loše ako se u obzir uzme činjenica da je u hladnim krajevima temperatura izvan iglua gotovo cijelu zimu nekoliko stupnjeva ispod nule. Takav iglu može podnijeti i udarac velikoga bijelog medvjeda te spasiti lovca život. Iako se grade još od prapovije-

sti, posljednjih nekoliko godina poslužili su kao ideja hotelskim korporacijama da započnu graditi ledene hotele prema istim principima gradnje, no na znatno većim površinama i s uslugama koje se nude i u ostalim konvencionalnim hotelima, stvarajući na taj način originalnu i ekskluzivnu ponudu u sklopu zimskog turizma.

Najpoznatiji ledeni hoteli
Icehotel Jukkasjärvi, Švedska

U najsjevernijem dijelu Švedske, pokraj mjesta Jukkasjärvi, udaljenom približno 200 km od sjevernog pola, početkom svake zime započinje izgradnja atraktivnog i neobičnog hotela od leda koji nastaje, a potom i nestaje u skladu s prirodom. Gradnja hotela ovisi o klimatskim uvjetima, a započinje uglavnom krajem listopada kada se nakupi dovoljno snijega i leda.

Tijekom godina pokušaja i pogrešaka koje su se graditeljima događale pri iz-



Rezanje ledenih blokova iz rijeke Torne



Pogled na unutrašnjost apartmana u hotelu Jukkasjärvi



Detalj s gradilišta

gradnji toga hotela razradili su projekt čeličnih oplata u koje se ulijeva mješavina snijega i leda (eng. *snice*, kratica za *snow & ice*) koja reflektira Sunčev odsjaj pa se konstrukcija sporije topi. Na izgradnju tog objekta koji se prostire na 6000 kvadratnih metara, odnosno za nosive i pregradne zidove te stupove, namještaj i ukrasne skulpture, potroši se oko 12.000 tona snijega, te 6000 tona leda, koji se u velikim blokovima reže i vadi iz obližnje rijeke Torne. Hotel svake godine iznova ima drugačiji interijer, jer se svake godine poziva druga skupina dizajnera koja razvija jedinstvena arhitektonska rješenja u ledu. Dakle, nakon što vanjska konstrukcija otvrdne, sredinom studenoga na gradilište dolaze umjetnici kipari koji uređuju interijer hotela. Oni usko surađuju s dizajnerima svjetlosnih efekata kako bi se upotpunio vizualni dojam ledenoga hotela i stvorila ugodnija atmosfera za posjetitelje.

U Jukkasjarvi, udaljenoj približno 200 km od sjevernog pola, za izgradnju hotela razrađena je tehnika čeličnih oplata u koje se ulijeva mješavina snijega i leda

Mnogobrojnim turistima i avanturistima nudi se prenočište u jednoj od sedamdesetak dvokrevetnih ili obiteljskih soba, odnosno u desetak ekskluzivnih apartmana.

U umjetnički oslikanim sobama koje nemaju ni vrata ni ključeve, dopunjenima namještajem i skulpturama od leda te plavkastim svjetlosnim efektima spava se na temperaturi od - 5°C na krevetima platformama. Riječ je o posebnim vrećama s madracima od suhih smrekovih grančica, na kojima se spava ispod toploga sobova krzna.

Osim saune i bara u sklopu hotela su i kinodvorana, umjetnička galerija i drugi sadržaji. Također, osim vožnje saonicama s psećom zapregom od aerodroma do hotela na programu su i kraći izleti saonicama u prirodu te ture s noćenjem u zaleđenoj, bijeloj divljini. Pokraj hotela sagrađena je i ledena kapelica, u kojoj se svake godine vjenča više od stotinu parova. Nakon kraćeg tečaja, u pratnji vodiča, moguća je i avanturistička vožnja na

snježnim skuterima smrznutim jezerom. Vrlo su popularni i tečajevi preživljavanja u netakutoj, divljoj prirodi te panoramski letovi koji otkrivaju još jednu neobičnu i spektakularnu dimenziju toga područja. Noćenje u apartmanu *Icehotela* košta 600 eura, a standardna soba je oko 280 eura. U jednoj sezoni hotel posjeti oko 60.000 posjetitelja iz cijelog svijeta. Investitori hotela na svojim službenim stranicama navode to kako su svjesni učinaka globalnog zatopljenja, ali da ga nisu primijetili na svojim hotelima. Svjesni su i toga da će se kao i svi drugi morati prilagoditi promjenjivoj klimi i zato su u stalnome kontaktu sa stručnjacima koji prate vremenske uvjete i izrađuju vremensku prognozu. Istaknuli su i to kako su ove zime na istoj lokaciji izgradili 29. ledeni hotel, koji će početkom proljeća nestati, kao i svi prethodni.

Kakslauttanen, Finska

Kakslauttanen Hotel and Igloo Village u Finskoj jest selo iglua, koje ima 32 kabine, 20 snježnih iglua i 20 staklenih iglua. Riječ je o pravome malom zimskom selu, gdje posjetitelji spavaju u snježnome ili staklenome igluu iz kojeg mogu promatrati zvjezdano nebo i polarnu svjetlost.

Kakslauttanen Hotel and Igloo Village u Finskoj jest selo iglua, koje ima 32 kabine, 20 snježnih iglua i 20 staklenih iglua



Pogled na Kakslauttanen Hotel and Igloo Village u Finskoj



Pogled iz snježnog iglua na polarnu svjetlost

Hotel ima i ledenu galeriju, ledeni bar, kapeлицu od leda i saunu. Posebna je atrakcija snježni restoran za 150 ljudi sa stolovima od leda. Specifičnost tog restorana jest to što se svake godine mora ponovno izgraditi, a otvoren je od prosinca do svibnja.

Laplands Hotel SnowVillage, Finska

Ledeni hotel u Finskoj izgrađen je u suradnji s televizijskom kućom HBO. Ima 24 sobe, a izgrađen je u samo mjesec dana. Na njemu su radili profesionalni kipari iz Rusije, Ukrajine, Poljske i Latvije koji

izrađuju skulpture od leda. U svakoj sobi nalaze se prepoznatljivi motivi iz serijala "Igra prijestolja". Hotel je smješten u Kittili, mjestu koje je od Helsinkija udaljeno sat i pol leta zrakoplovom. Ledeni hotel gradi se svake godine na neku drugu temu i traje samo jednu sezonu. Temperatura u hotelu je ispod nule, odnosno održava se na -5°C pa se oni koji odluče prespavati moraju utopli u toplim, debelim vrećama za spavanje. Iz hotela gostima preporučuju to da u igluu provedu samo jednu noć, dok ostatak putovanja mogu provesti u ugodnim, toplim kolibama nedaleko od ledenoga hotela.

Svake se godine potroši oko 200 tisuća tona snijega te više od 350 tisuća tona leda za gradnju spektakularnog *SnowVillagea*

Ulazak u *SnowVillage* naplaćuje se 15 eura, dok se cijena noćenja kreće od 165 eura. Ondje je i kino u kojemu se može pogledati kratki film o nastanku hotela,



Interijer hotela Laplands Hotel SnowVillage, Finska



Kapelica od snijega i leda

a posjetitelji mogu uživati i u večeri u ledenome restoranu te u baru u kojemu se piće poslužuje u ledenim čašama. Svake godine potroši se oko 200 tisuća tona snijega te više od 350 tisuća tona leda za gradnju spektakularnog *SnowVillagea* koji se mijenja u obliku, veličini i dizajnu kako bi svaki put oduševio posjetitelje. Nekoliko sličnih ledenih hotela nalazi se u Švicarskoj: *Iglu-Dorf Engelerg*, *Whitepod*, *Iglu-Dorf Gstaad*, *Iglu-Dorf Davos-Klosters*. Za njima ne zaostaje ni Norveška sa svojim ledenim *Kirkenes Snow Hotelom* i *Sorrisniva Igloo Hotelom* u Alti.

Rumunjska je izgradila Hotel Ice Balea u Fagarasu, koji je jedini ledeni hotel u istočnoj Europi, a nalazi se na planini Fagaras, na nadmorskoj visini od 2034 m, u rumunjskim Karpatima

Rumunjska je po uzoru na njih izgradila *Hotel Ice Balea* u Fagarasu, koji je dobro posjećen jer se luksuznim interijerom može mjeriti s najraskošnijim ledenim

europskim odredištima. To je jedini ledeni hotel u istočnoj Europi, a nalazi se na planini Fagaras, na nadmorskoj visini od 2034 m, u rumunjskim Karpatima. Ove godine njegov dizajn inspiriran je horoskopskim znakovima.

Ledeni hotel u Rumunjskoj prvi je put otvoren 2005. i od tada se svake zime iznova gradi od materijala koji se nalazi u prirodi: ogromnih ledenih blokova iz jezera Balea od kojih se grade zidovi i od snijega s okolnih padina kojim se ledeni blokovi spajaju. Turistima željnim zabave na snijegu na raspolaganju je i Zimski park, koji omogućuje skijanje i *snowboard*, sanjkanje i klizanje. No, zbog klimatskih uvjeta ledeni hotel u Karpatima radi znatno kraće od hotela na sjeveru Europe pa je za posjetitelje otvoren od kraja prosinca do početka ožujka.

Toranj *Flamenco* – ledeni rekorder

U kineskome gradu Harninu svake se godine održava Međunarodni festival ledenih i snježnih skulptura (engl. *Harbin International Ice and Snow Sculpture Festival*). Posljednjih godina ondje su se mogle

vidjeti skulpture koje podsjećaju na likove iz filmova i animiranih filmova, različitih boja i oblika, no na posljednjemu festivalu inženjeri su otišli korak dalje te su se upustili u gradnju 31 metar visokog tornja, simbolično nazvanog *Flamenco Ice Tower*, jer je inspiriran oblikom tradicionalne kineske kule i španjolske haljine za *flamenco*. Visina mu je ekvivalentna zgradi sa šest katova, što ga čini najvećom ledenom konstrukcijom na svijetu, 10 metara viši je od prethodnog pokušaja gradnje tornja iz 2015. godine. Projekt su izradili članovi međunarodnog tima nizozemskih studenata i profesora s Tehnološkog sveučilišta u Eindhovenu te studenata i profesora s Instituta za tehnologiju Harbin (HIT) u Kini.

U kineskome gradu Harninu izgradili su 31 metar visoki ledeni toranj inspiriran oblikom tradicionalne kineske kule i španjolske haljine za flamenco

Ključ je uspjeha gradnje stabilnoga ledenog tornja u ledu koji je ojačan drvenim vlakni-



Pogled na ledeni Flamenco toranj

ma. Prirodna vlakna miješaju se s ledom kako bi ga ojačali. Rezultat je vrlo izdržljivi građevni materijal koji je tri puta jači od čistog leda, što omogućuje veću fleksibilnost prilikom izgradnje tanjih i složenijih struktura ili onih koje trebaju pokriti veća područja. Inženjeri su proveli dvije godine usavršavajući takvu tehniku gradnje, a izradili su i prototip modela na sveučilištu u sklopu priprema za natjecanje.

Za izgradnju tornja balon je prvi put bio sastavljen i napuhan kako bi djelovao kao baza i služio kao kalup za unutrašnjost konstrukcije. Na balon je nanosena (špri-

cana) ledena smjesa s dodatkom prirodnih vlakana debljine 25 cm. Kada se sav led raspršio i stvrdnuo, plavi je balon ispuhan i uklonjen da bi se otkrila glatka bijela površina unutrašnjosti tornja.

Ekperiment je pokazao da je takve visoke konstrukcije moguće graditi uz pomoć drvenih vlakana koje ledu daju dodatnu čvrstoću. Taj održivi materijal može se reciklirati u cijelosti, a može se koristiti za gradnju privremenih konstrukcija različitih namjena u hladnim područjima, naprimjer, u turističke svrhe kao što su ledeni hoteli ili za sportska događanja poput



Postavljanje balona - kalupa za ledeni toranj

planiranih ledenih konstrukcija koje će se graditi u Pekingu za potrebe zimskih Olimpijskih igara 2022. godine.

Ledene skulpture

Ledena moda stigla je i u Hrvatsku. Iako zbog klimatskih uvjeta ne postoji mogućnost gradnje ledenih hotela koji bi mogli opstati nekoliko mjeseci kao što je to slučaj u sjevernijim zemljama, na našem se tržištu mogu naručiti i kupiti ledene skulpture. Postoji samo jedna tvrtka koja ih proizvodi.

U Hrvatskoj se zbog klimatskih uvjeta ne mogu graditi ledeni hoteli, no mogu se kupiti ledene skulpture za čiju se proizvodnju koristi destilirana voda koje se ulijeva u gotove kalupe različitih oblika



Nanošenje mješavine snijega, leda i drvenih vlakana na balon

Za proizvodnju takvih figura koristi se destilirana voda koje se ulijeva u gotove kalupe različitih oblika poput labuda, svadbenih zvona, morskog konjica ili srca. Potom se kalupi odlažu u stroj koji ih zamrzava tijekom tri dana, što je dugotrajan proces, ali pri njemu se led zamrzava



Uklanjanje balona nakon dovršetka gradnje

u sloju milimetar po milimetar, zbog čega figure ostaju prozirne poput stakla. Neke od tih skulptura mogle su se vidjeti i na prošlogodišnjemu zagrebačkom Adventu. Princip izrade građevina od leda funkcionira na sličnome principu. Led se vadi iz obližnjih zamrznutih jezera, oblikuje u blokove i *lijepi* vodom. Takve građevine često imaju plavkasti ili zelenkasti odsjaj, upravo zbog minerala koji se nalaze u ledu, odnosno smrznutoj vodi.

Umjesto zaključka

Cijeli proces izgradnje ledenog hotela nije štetan za okoliš, ali je prolazan. Ledene hotele nije moguće prodati, ne mogu se pohraniti, ni izložiti u galerijama. Resursi se pozajmljuju iz prirode, a u proljeće se vraćaju prirodi. Svake zimu proces kreće ispočetka.

Led kao građevni materijal izuzetno ovisi o temperaturnim i klimatskim uvjetima prostora na kojemu se grade ledene građevine. Iako su se još od prapovijesti ledene nastambe koristile kao privremena skloništa za Eskime, danas je to postao ozbiljan posao koji ima svoju klijentelu. Ledeni hoteli diljem svijeta ruše rekorde u broju noćenja, pružajući korisnicima jedinstven doživljaj, a čim dođe proljeće ledeni hoteli se tope i nestaju, kao da nikada nisu ni postojali. Možda je u baš u tome njihova čar? Bez obzira na sve, inženjeri koji projektiraju ledene hotele imat će i dalje pune ruke posla jer su za-

htjevi korisnika sve veći, a time će i svojstva ledenih građevina morati biti trajnija i sigurnija za korisnike. S obzirom na povećanu potražnju turističkih aranžmana, možda nas u bližoj budućnosti očekuju i ledene replike nekih od najpoznatijih svjetskih građevina, tko zna.

LITERATURA

<https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/125/Igloo.pdf;jsessionid=3B92B5116F99417299DEF8778CD86A90?sequence=2>

<https://www.icehotel.com/about-icehotel/>

<http://structural-ice.com/flamenco%20ice%20tower.html>



Flamenco Ice tower nakon svečanog otvaranja za posjetitelje



Replika bazilike La Sagrada Familia izgrađene od snijega i leda