



Vreme: 17.09.2026 08:09

Medij: n1info.rs

Link: <https://n1info.rs/biznis/tbm-krstice-megamasine-koje-gutaju-planine/>

Autori: Pavle Jakšić

Teme: autoputevi, magistrale

Naslov: Megamašine koje gutaju planine: Kako se stvarno buše džinovski tuneli?

5858

Inženjeri prilikom izgradnje tunela koriste fiziku same planine da je spreče da padne, dok u najtežim misijama koriste čelične nemani duže od fudbalskog terena.

Ovo možda jesu pitanja građevinskih laika, ali su isto tako i opravdana. Dugo sam verovao, a verujem i mnogi od vas, da se pod zemljom prvo pravi nekakav spoljni limeni ili čelični oklop pre nego što se krene dalje. Istina je zapravo neverovatnija od fikcije, jer inženjeri koriste fiziku same planine da je spreče da padne, dok u najtežim misijama koriste čelične nemani duže od fudbalskog terena. Džinovski tuneli na deonici od Pakovraća do Požege (Laz i Munjino brdo) doduše nisu bušeni "krticama", već su građeni takozvanom Novom austrijskom tunnelskom metodom, koja ne koristi krtice, već se stena minira dinamitom, kopa bagerima, a onda se na zidove pod ogromnim pritiskom prska beton i ugrađuju čelični ankeri (klinovi) koji se potiskuju duboko u planinu. Možda zvuči apsurdno, ali planina je sama sebi najveći oslonac. Kada se u čvrstoj steni izbuši okrugla rupa, aktivira se takozvani efekat svoda. Težina stena iznad tunela ne pritiska prazan prostor direktno nadole. Umesto toga, pritisak se prirodno preusmerava i putuje lučno oko tunela, prenoseći se duboko bočno u tlo. To je isti princip po kom vekovima stoje stari kameni mostovi bez ikakvog vezivnog materijala - kamenje gura jedno drugo i tako drži konstrukciju. Ipak, pošto priroda ima pukotine, inženjeri odmah uskaču sa "oklopom". Čim mašine napreduju makar jedan metar, tavanica se osigurava na tri načina, tako što specijalne mašine velikom brzinom prskaju beton visoke čvrstoće po goloj steni, stvarajući prvu čvrstu koru. Na nju se montiraju teški čelični profili duž svoda koji bukvalno drže tavanicu. Na kraju se džinovski šrafovi dužine od tri do pet metara buše duboko u plafon i imaju zadatak da labavu stenu sa površine tunela vežu za onu potpuno stabilnu i čvrstu stenu koja se nalazi duboko u utrobi planine. Za najkompleksnije i najduže poduhvate koristi se tehnološki vrhunac današnjice - TBM (Tunnel Boring Machine), koja je kolokvijalno poznata kao "krtica". Ova mašina ne samo da buši, već iza sebe ostavlja potpuno završen tunel. Ono što vidimo na televiziji je samo njena prednja, rotirajuća glava načičkana čeličnim zubima koji melju stenu. Međutim, iza te glave krije se čitav podzemni voz dužine od 100 do skoro 400 metara. U tom telu nalaze se transportne trake za izbacivanje tucanika, sistemi za ventilaciju, napajanje i kabine za radnike. Pravi građevinski Orijent ekspres. Dok prednji štit mašine drži milione tona planine iznad sebe, robotske hidraulične ruke u njenoj unutrašnjosti uzimaju masivne betonske segmente i sklapaju ih u savršen krug. Mašina bukvalno betonira i oblaže tunel čelično-betonskim oklopom brzinom kojom napreduje. Kada jednom krene, ona ide samo napred, jer povratka unazad nema. Na kraju misije, ove mašine se ili rastavljaju u specijalno iskopanim podzemnim dvoranama ili se njihov spoljni štit prosto zabetonira i zauvek ostavi u utrobi planine jer je previše skupo vaditi ga. Nekada su zapadne zemlje držale monopol na ovu tehnologiju, ali ne više. Da, vaš odgovor je tačan - Kina. Kineske kompanije danas proizvode oko 70 odsto svih TBM mašina na planeti i izvoze ih u preko 30 zemalja. Oni drže i rekorde u veličini, praveći grdosije poput mašine "Qin Liangyu" čiji je prečnik glave iznosio nestvarnih 17,63 metra. Kompanije poput nemačkog Herenehta ili japanskog Komatsua su i dalje sinonim za hirurški preciznu tehnologiju neophodnu za najtvrđe alpske stene. Koliko je ova tehnologija fascinantna, najbolje pokazuje primer izgradnje Gotard baznog tunela u Švajcarskoj (najdužeg železničkog tunela na svetu od 57 km). Tamo su četiri Herrenknecht krtice (nazvane Gabi, Sisi, Hajdi i Elena) bušile kroz surove Alpe punih deset godina. Pod vođstvom ovih mašina, inženjeri su uspeli da postignu neverovatnu preciznost: nakon što su mašine prokopale kilometre unutrašnjosti planine i srele u sredini, odstupanje na mestu spajanja dve cevi iznosilo je svega osam milimetara horizontalno i jedan milimetar vertikalno! Ova tehnologija više nije rezervisana samo za svetske metropole. Srbija je ugovorila nabavku svoje prve dve TBM mašine iz Kine, koje su specijalno dizajnirane za probijanje specifičnog tla ispod Beograda za potrebe izgradnje metroa. Dve TBM mašine su već uspešno proizvedene i testirane u Kini (u pogonima kompanije CRCHI u gradu Čangša). Sredinom avgusta 2026. zvanično su krenule iz Kine ka Srbiji i trenutno putuju morskim putem ka Evropi. Očekuje se da do oktobra stignu u luku Konstanca u Rumuniji, odakle će Dunavom biti dopremljene u Beograd. Svaka beogradska krtica ima prečnik glave od 9,7 metara, dugačka je čak 110 metara i teži preko 1.500 tona. Mašine će krenuti sa suprotnih krajeva grada (jedna sa Čukarice, druga sa Karaburme) i kopaće jedna drugoj u susret, a planirano je da se "sretnu" i budu izvučene na površinu kod Beogradskog sajma. S obzirom na to koliko je beogradski metro najavljivan, sve ove informacije moramo da uzmemo sa dubokom rezervom. Cena ovih mašina je astronomska. Gruba inženjerska računica kaže da svaki metar prečnika glave mašine košta između milion i 1,5 miliona dolara. Male mašine za kanalizacione cevi koštaju do milion dolara, srednje mašine za metro sisteme (kakve stižu u Beograd) koštaju između pet i 15 miliona dolara po komadu, dok mega-mašine za podvodne i [autoputne](#) tunele, poput čuvene mašine "Berta" u Sijetlu, premašuju cenu od 80 miliona dolara. Na sve to treba dodati i desetine miliona dolara za struju, logistiku i transport, jer se svaka mašina pravi unikatno i strogo je prilagođena vrsti stene ili blata kroz koje mora da prođe. Kada sledeći put budete prolazili kroz neki planinski tunel, setite se da se vozite kroz inženjersko čudo koje uspešno prkosi gravitaciji i





Vreme: 17.09.2026 08:09

Medij: n1info.rs

Link: <https://n1info.rs/biznis/tbm-krtice-megamasine-koje-gutaju-planine/>

Autori: Pavle Jakšić

Teme: autoputevi, magistrale

Naslov: Megamašine koje gutaju planine: Kako se stvarno buše džinovski tuneli?

milionima tona stene iznad vaše glave.

