

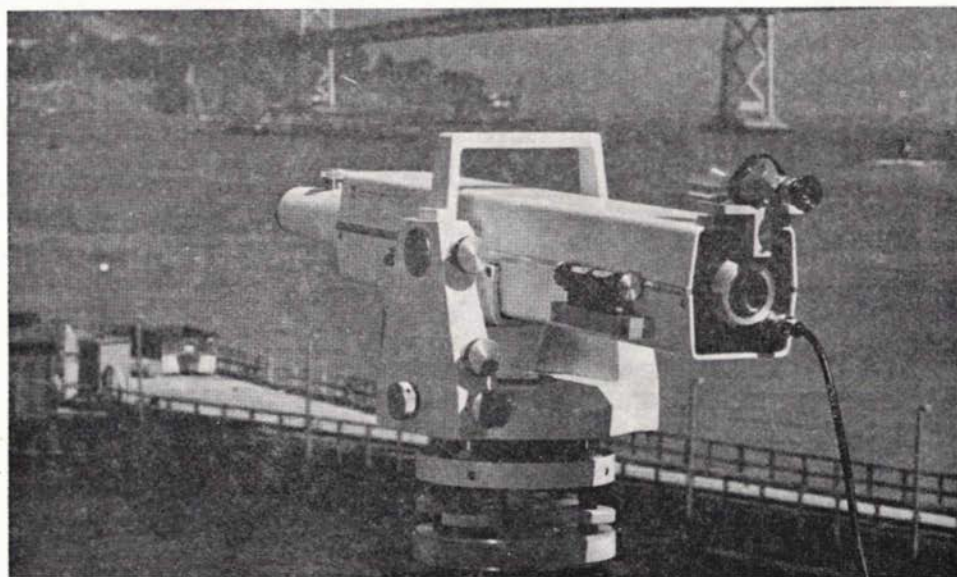
PRIMJENA LASERA PRI VOĐENJU OSOVINE TUNELA »UČKA« I »ZAKUČAC II«

Neven FOSKARINI — Split*

Nakon pozitivnih iskustava stečenih pri iskopu tunela PALACIO — RIO-PLANCO u Columbiji, Konstruktor je usvojio primjenu lasera za vođenje osovine tunela koje sada izvodi u zemlji, za cestovni tunel »UČKA« i hidrotehnički tunel »ZAKUČAC II«.

Zbog specifičnosti uvjeta primjene u ovom članku bit će riječi o oba tunela. U oba tunela koristi se Spectra — physic Laser, Model LT-3 (slika 1).

Ovaj laser sastoji se od Modela 120 — 338 laserskog uređaja i univerzalnog postolja na koji je montiran spomenuti laserski uređaj. Laserski uređaj 120 T-338 proizvodi lasersku zraku (LASER BEAM), koja na udaljenosti od 300 m ima promjer cca 3 cm. Ovaj laserski uređaj uključuje uređaj za fokusiranje i AC/DC adapter, pa se i samostalno može primjeniti za aliniranje. Tako primjenjen naziva se ALIGNMENT LASER.



Slika 1

* Adresa autora: Neven Foskarini — Split, građevinsko poduzeće Konstruktor

Zbog univerzalnosti i jednostavnosti primjene alignment laser montira se na univerzalno postolje, čime je omogućena rotacija oko horizontalne i vertikalne osovine, te mjerenje nagiba, koje se vrši pomoću inklinometra (clinometer).

Postolje se dovodi u horizontalni položaj pomoću podnožnih vijaka, dok se horizontalnost kontrolira pomoću cijevne libele.

Na univerzalnom postolju su 4 vijka, dva su za kočenje grubog pomicanja, a dva za fino pomicanje u horizontalnom i vertikalnom smislu. Na samom laserskom uređaju montiran je i teleskop, koji služi za kontrolu utjerivanja laserske zrake u odabrani cilj.

Na prednjem kraju uređaja za fokusiranje može se montirati uređaj za pretvaranje zrake u horizontalnu odnosno vertikalnu ravninu (FAN BEAM ACCESSORY), kojim se postiže da se po volji, umjesto zrake dobije horizontalna ili vertikalna referentna ravnina. Ukupna težina modela LT-3 iznosi 9 kg. Gabaritne dimenzije su mu $720 \times 286 \times 155$ mm.

Laser je rektificiran tvornički i isporučuje se spreman za upotrebu. Robustan je i ostaje rektificiran nakon dugogodišnjeg rada u tunelu.

Međutim, inklinometar se mora ispitati i po potrebi rektificirati prije svake upotrebe. On se ispituje na način, da se pri vrhunjenju cijevne libele zraka usmjeri na proizvoljno odabranu točku. Izmjeri se udaljenost i visinska razlika između sjecišta, horizontalne i vertikalne osovine lasera i odabrane točke. Izračuna se nagib. U koliko inklinometar pokazuje sračunati nagib onda je ispravan u protivnom treba pomoću odgovarajućih korekcionih vijaka dovesti inklinometar na izračunato očitavanje.

Inklinometar omogućava točnost od 0,01% a amplituda mu je $\pm 10\%$ od horizontalne. Ukoliko je potrebna veća točnost od gore spomenute treba primjeniti tzv. prisilno aliniranje o čemu će biti govora u nastavku.

Za laika je uvriježeno mišljenje da se laserom kontrolira točnost neke osovine. Međutim, jasno je da se laserom obavlja samo materijalizacija a ne kontrola osovine. Osovine se i dalje iskolčavaju i kontroliraju poznatim geodetskim metodama. Dakle, primjena lasera obogaćuje geodeziju samo kvantitativno, dok korisnika, u ovom slučaju građevinarstvo, obogaćuje kvalitativno.

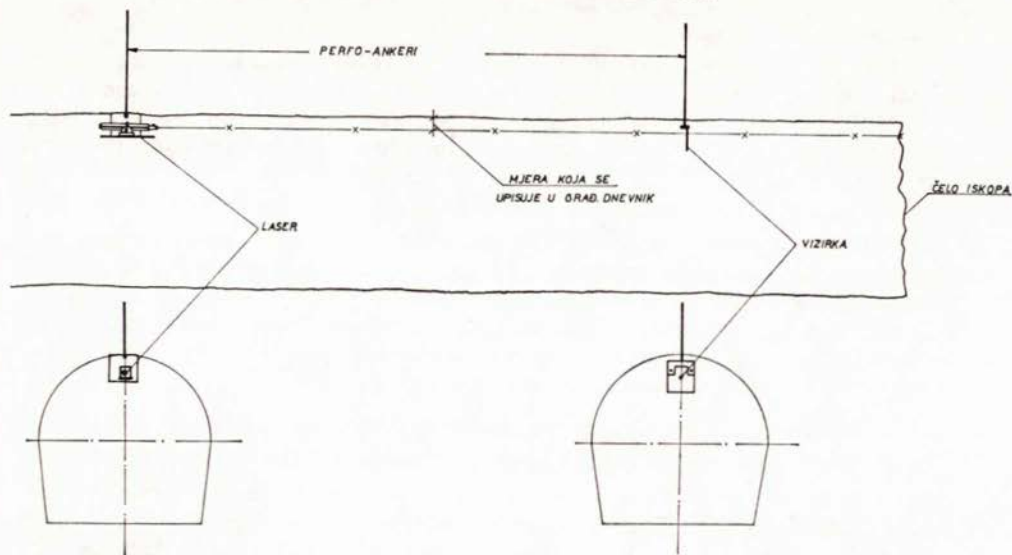
Primjena lasera u cestovnom tunelu »Učka«

Cestovni tunel »UČKA« dužine 5 km povezuje središnju Istru s Kvarnerom. To je najdulji i najveći objekt ovakve vrste izgrađen u Jugoslaviji. Tunel je potkovičastog oblika najveće širine 10 m a maksimalne visine 9 m. Tunel se počeo kopati u kolovozu 1976. godine, dok se laser počeo primjenjivati pošto je izbiveno prvih 500 m tunela što se izvodio u krivini. Tunel se »kopa« na klasičan način pri čemu se bušenje minskih bušotina vrši Jumbo uređajem »INGERSOLL RAND« sa pet grana.

Centriranje lasera

Na slici 2 prikazan je postav lasera i kontrolne vizirke. Postupak postavljanja opisan je u nastavku. Geodetskim metodama se na ubetoniranim pločama odredi projektirani položaj osovine tunela i kote dvaju repera, jednog u blizini mjesta gdje će se postaviti laser a drugog u blizini mjesta gdje će se postaviti vizirka. Nastoji se da posljednja geodetska točka bude između lasera i vizirke. Najbolje je da kontrolna vizirka bude oko 100 m udaljena od lasera.

SHEMATSKI PRIKAZ POSTAVA LASERA U TUNELU "UČKA"



SLIKA 2

Slika 2

Na osnovu projekta građenja usvojeno je da laser biva postavljen u osovinu tunela na visini do 50 cm ispod tjemena. Dakle, postav lasera je položajno određen, dok po visini može varirati.

Da bi se laser mogao pričvrstiti u kaloti tunela, napravljena je jedna željezna korpa, sa unutarnje strane koje je pričvršćena glava na koju se laser može naviti. Ova glava ima mogućnost pokretanja okomito na smjer osovine. Korpa je pričvršćena na 2 m dugačak perfo-anker, koji je ugrađen približno u osovinu tunela.

Stotinu metara ispred korpe ugrađuje se drugi perfo-anker na izdanak kojega je pomoću dva vijka pričvršćena vizirka. Vizirka je od čeličnog lima debljine cca 5 mm dimenzija 40×40 cm.

Nakon što smo provjerili da su korpa i vizirka čvrsto ugrađene, nad zadnju geodetsku točku centriramo dobro rektificirani teodolit, a nad predzadnju točku centriramo signalnu značku. Uviziramo značku, vizuru prenesemo na korpu, dovodeći glavu lasera u osovinu. Nakon što smo centrirali glavu okretanjem durbina preko zenita obilježimo osovinu na vizirci.

Sada pričvrstimo laser, spojimo na prethodno dovedeni izvor energije, te ga upalimo. Uperimo lasersku zraku na obilježenu osovinu na vizirci, pa u dva girusa izmjerimo horizontalne kuteve između predzadnje osovinske točke i lasera odnosno vizirke. Ukoliko se ovaj kut razlikuje 180° za iznos veći od

dozvoljenog onda postav lasera odnosno vizirke treba korigirati. Smatram u praksi, da taj iznos mora biti takav da osigurava točnost od 2 cm na 300 m što iznosi cca 15 sekundi.

Nakon što smo laser fiksirali položajno, odredimo visinsku razliku između sjecišta osovina lasera i donjeg ruba vizirke. Ta visinska razlika mora biti manja (ili veća ako je tunel u padu) od projektirane visinske razlike, zatim odmjerimo i obilježimo od dna vizirke po označenoj osovini iznos do projektirane visinske razlike.

Na obilježenom mjestu na vizirci probušimo rupicu promjera oko 10 mm.

Nakon ovoga pomoću vijka za fino pomicanje gledajući kroz teleskop prisilimo lasersku zraku da prođe kroz rupu na vizirci. Kad smo ovo postigli pomoću repera odredimo apsolutne kote zrake na vizirci i laseru. Verificiramo da li je visinska razlika u skladu sa projektiranom, te na osnovu stacionaža položaja lasera i vizirke odredimo za koliko tjeme tunela treba biti udaljeno od zrake. Ovaj podatak upisujemo u građevinski dnevnik.

U ovom postupku moramo uočiti dvostruku funkciju vizirke:

1. osigurava nam materijalizaciju nagiba za iznose točnije od 1:10.000,
2. sprječava da upotrebimo lasersku zraku onda kada je ista nekim slučajem pomaknuta iz projektiranog položaja. Naime, ako se laser pomakne zrakica neće prolaziti kroz rupicu, udarati će u vizirku i neće je biti na čelu iskopa, što će prisiliti poslovođu da intervenira kod osobe zadužene za centriranje lasera.

Jednim postavom lasera izbija se cca 300 m tunela, jer se zbog zadimljenosti i prašine laserska zraka na većoj udaljenosti ne vidi.

Primjena lasera u hidrotehničkom tunelu »Zakučac II«

Tunel o kojemu je riječ je lijevi dovodni tunel HE »Split« kod Omiša. Desni dovodni tunel izbiven je na klasičan način u aprilu 1960. godine.

Tunel je promjera 7,10 m a dugačak je cca 9,5 km. Zbog činjenice što se u blizini, na udaljenosti od 60 m, nalazi tunel u eksploataciji, odlučeno je, da se zbog eliminacije eventualnih štetnih posljedica miniranja, za izbijanje istog primjeni mehanički iskop pomoću krtice. U tu svrhu nabavljena je u Americi krtica »Robbins« model 232-171.

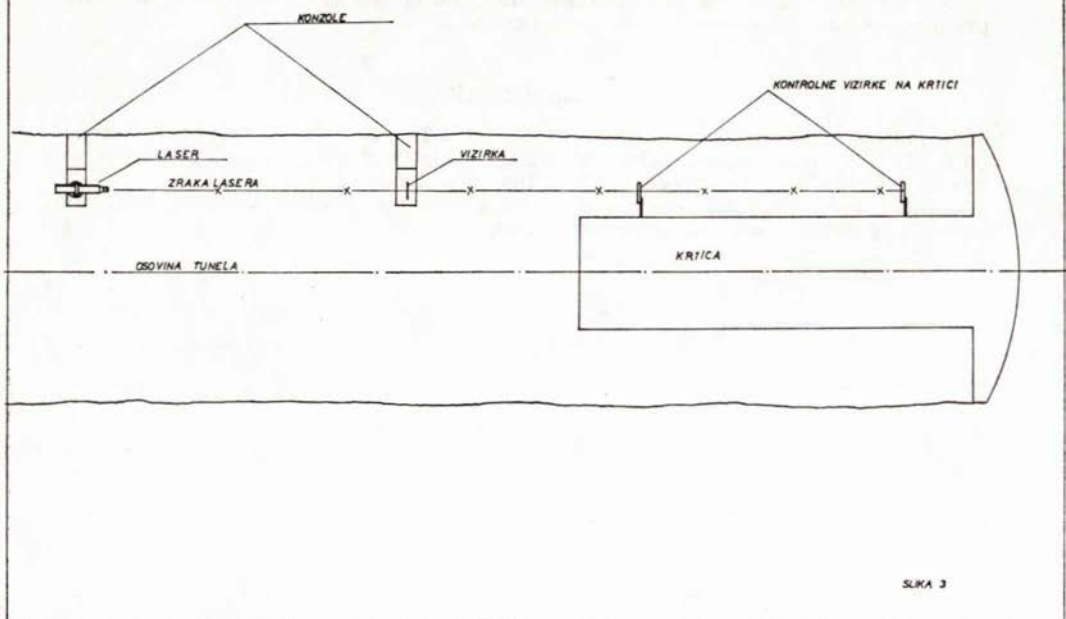
Na slici 3 prikazan je položaj dviju vizirki, koje su ugrađene na samoj krtici. Kad ispravno postavljena zraka lasera prolazi kroz centre obiju vizirki osovina krtice poklapa se sa osovinom tunela, pa se iskop pravilno odvija. Vizirke su prozirne, a na njima je ugravirana koordinatna mreža svakih 2,5 cm, pa operator pri odstupanju zrake od centra pomoću koordinatne mreže određuje kakve korekcije treba vršiti.

Na početku iskopa, dok se operatori nisu bili uvježbali konstatirali smo znatna odstupanja. Međutim danas nakon 5 km izbivenog tunela iskop se izvodi bezprijekorno i po pravcu i po visini.

Pri radu sa krticom položaj zrake definiran je položajem vizirki na krtici, pa se laser i vizirka uvijek mora postavljati u isti položaj, i to na lijevoj strani gledajući u pravcu kopanja na horizontalnoj udaljenosti od osovine tunela za 84,5" (2,146 m) i vertikalnoj udaljenosti od 54,5" (1,384 m).

SCHEMATSKI PRIKAZ POSTAVE LASERA U TUNELU "ZAKUČAC"

POGLED ODZGO



Slika 3

Laser i kontrolna vizirka postavljaju se na specijalno napravljene konzole. Glava lasera i postolja vizirke imaju mogućnost pomaka u horizontalnom i vertikalnom smislu tako da se mogu pomoću već stabilizirane geodetske osnove postaviti u projektirani položaj. Korisni doseg zrake pri iskopu u vapnencu je vrlo malen zbog velike količine prašine, pa se laser premješta svakih 50 m, što s obzirom na prosječna napredovanja od oko 12 m/dan, znači svaki četvrti dan.

Ne mogu završiti ovaj članak a da ne uputim kritiku našoj geodetskoj operativi, koja vrlo sporo pri radovima ovakve vrste uvodi laser. Koliko mi je poznato laser je kod nas do sada upotrebio kod izbijanja tunela na Braču, a sada se primjenjuje na HE »Bajina Bašta«.

To su tuneli koji se izbijaju krticom, gdje je isporučio crtice predvidio upotrebu lasera. Nije mi poznato da se kod nas laser upotrebio pri klasičnom iskopu, dok mi je poznato da i danas naše velike građevinske organizacije za materijalizaciju osovine tunela koriste pretpotopnu »mazariju«.

Primjena lasera u tunelogradnji samo je jedna od mnogih mogućnosti njegove primjene, kao što su postavljanje cjevovoda, kopanje kanala, kontrola otvorenih iskopa, referentna vertikalna linija pri gradnji visokih objekata određivanja položaja objekata na otvorenom moru i dr.

KRATKI SADRŽAJ

U ovom članku autor opisuje primjenu lasera SPECTRA-PHYSICS Model LT-3, u cestovnom tunelu »UČKA«, koji se izbija na klasičan način, te u hidrotehničkom tunelu »ZAKUČAC II.«, koji se izbija pomoću bušačeg stroja »ROBBINS«. Autor također naglašava neophodnost napuštanja zastarjelih geodetskih metoda pri materijalizaciji osovine tunela i drugih objekata.

SUMMARY

This article deals with application of Model LT-3 SPECTRA-PHYSICS laser on both »UČKA« road tunnel being driven by a classical method and hydrotechnical tunnel »ZAKUČAC II.« driven by Robbins tunnel boring machine. The autor also point out the necessity of giving up classical geodetic method in demarking tunnel axis and other structures.