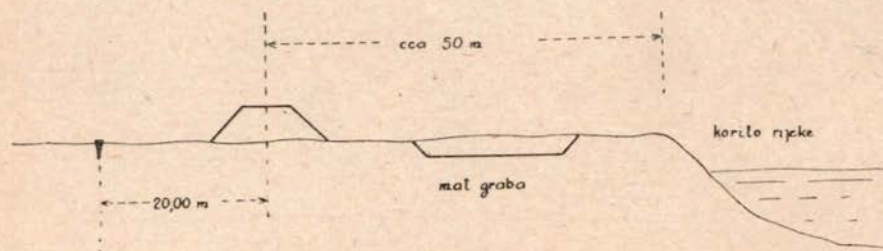


O NEKIM SLUČAJEVIMA ISKOLČENJA KRUŽNIH LUKOVA

Trasa se normalno obilježava na terenu stacionažnim koljem u osi trase. Međutim u nekim slučajevima ne će biti moguće da se svaki dio trase obilježi po osi, uslijed toga što je to mjesto nepristupačno (na pr. kod regulacije postojećeg vodotoka). Ako je takovih mjesta na osi trase malo, onda se ovi dijelovi iskolčavaju sa paralelno pomaknutim koljem od osi trase. Ako je pretežni dio osi trase nepristupačan, onda će se u većini slučajeva iskolčiti cijela trasa paralelno pomaknuta.

Kod iskolčenja nasipa na desnoj obali rijeke Save od sela Gradina kraj Jasenovca do sela Orahovo u dužini od oko 20 km., nije postojala nikakva zapreka da se budući nasip iskolči po osi trase. Ipak, izvadač radova zahtijevao je, da se iskolči cijela trasa paralelno pomaknuto od osi budućeg nasipa. Svoj zahtjev obrazložio je time, da bi u slučaju stacionažnog kolja u osi trase već kod pripremnih radova (skidanje humusa) koje obavljaju buldožeri, veliki dio kolaca bio uništen.

Općenito, kolci su u osi trase stalno tokom radova izloženi uništavanju. Većim udaljavanjem od osi trase veća je i sigurnost da će ostati sačuvani za sve vrijeme dok traju radovi. Međutim, predaleko postavljeni kolci postaju nepraktični za kontrolu radova tokom izvedbe objekta.

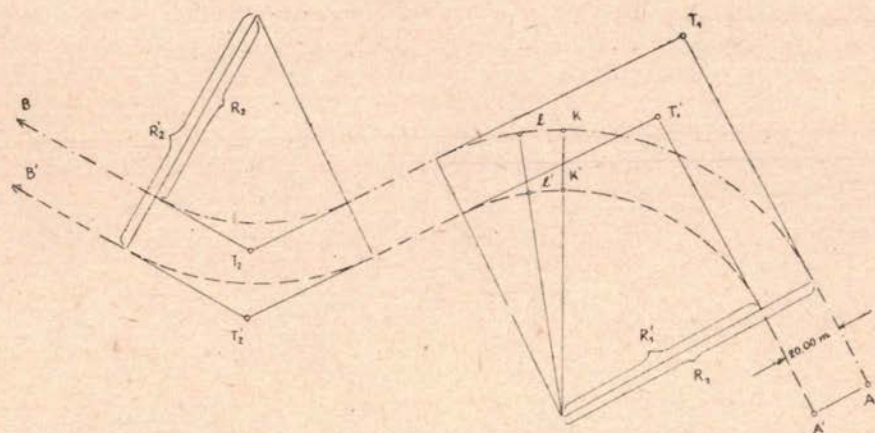


Sl. 1

Kod pomaknutog iskolčavanja trase, stalno treba obraćati pažnju na mjesta kuda prolazi prava os trase. Kolci se pobijaju na takova mjesta koja odgovaraju lomovima terena kod prave osi. Uzdužni profil po osi trase crta se na temelju kota dobivenih u poprečnim profilima. Zbog toga

kod mjerenja poprečnih profila koji se oslanjaju na kolce pomaknute osi treba odrediti visinu terena u pravoj osi trase. Isto tako u odnosu na pravu os uzimati dovoljnu širinu poprečnog profila na svaku stranu.

Ovdje ću prikazati način iskolčenja spomenutog Savskog nasipa. Generalni projekt bio je izrađen na planu mjerila 1 : 5000. Osim na dva mjesta gdje je trasa presijecala bokove Save, ona je prolazila na cca 50 metara od obale rijeke. Materijalne grabe predviđene su bile na strani prema rijeci, a os budućeg nasipa iskolčavana je pomaknuto za 20 metara.



Sl. 2

Na planu je bila nanosena projektirana osovina nasipa A B, sa tjemena T_1, T_2, \dots i zadanim numeričkim vrijednostima radiusa R_1, R_2, \dots kružnih lukova. Da bi se os trase iskolčila sa predviđenim pomakom naknadno su u plan ucrtane nove tangente pomaknute za 20 metara i tako su dobivena tjemena T_1', T_2', \dots pomaknute trase. Postojeći radiusi zakrivljenosti povećani su ili smanjeni za 20 metara, pa je sada u svakoj točki pomaknuta os A' B' od prave osi trase udaljena za 20 metara. — Na terenu su od operativnog poligona iskolčena i stabilizirana tjemena T_1', T_2', \dots na kojima su izmjereni kutevi i dalje se na poznati način iskolčila os A' B' računajući stacionažu od početne točke A'.

Odmah se može uočiti da kod iskolčavanja na ovaj način, stacionaža neke točke K' na pomaknutoj osi, ne će odgovarati stacionaži te iste točke K na pravoj osi trase. Isto tako ukupna dužina trase A B bit će različita od iskolčene osi A' B'. Zbog toga, prije crtanja uzdužnog profila po osi trase potrebno je stacionažu svake iskolčene točke preračunati na stacionažu koja odgovara pravoj osi trase. Ovo preračunavanje je vrlo jednostavno, jer u međupravcima stacionaže jednako napreduju a koef. kružnog luka potrebno je svaki razmak među kolcima množiti sa konstantnim faktorom $\frac{R}{R'}$, t. j.

$$l = \frac{R}{R'} l' \quad (1)$$

Tek na temelju ovako preračunatih stacionaža nanaša se onda uzdužni profil i kasnije na temelju poprečnih profila računaju kubature zemljanih radova.

Kod iskolčenja nastoji se radi kasnijeg lakšeg kancelarijskog rada da se kolci pobijaju na okrugle vrijednosti stacionaže. Iskolčavajući na spomenuti način okrugle vrijednosti pomaknute trase, preračunate vrijednosti stacionaže u pravoj osi ne će više biti okrugle vrijednosti. Osim toga tablice za iskolčenje kružnih krivina sračunate su za uobičajene okrugle vrijednosti radiusa. Promjenom radiusa zakrivljenosti za veličinu paralelnog pomaka trase obično će se dobiti neke veličine radiusa kojih više ne nalazimo u tablicama.

Zahvaljujući jednostavnosti tablica za polarno iskolčenje kružnog luka može se takova tablica za traženi radius sračunati vrlo brzo. Kod tog računanja mogu se upotrebiti i tablice za koji drugi radius. Na pr. za krivinu radiusa $R = 420$ m u Saracenovim tablicama nisu sračunate vrijednosti kuteva. Ovdje se može na pr. upotrebiti tablica za $R_0 = 210$ m.

$$\frac{R_0}{R} = \frac{420}{210} = 2$$

Prema tome, tablica za $R = 420$ m dobije se najjednostavnije tako, da se svaka kutna vrijednost iz tablice za $R = 210$ m podijeli sa 2, ili svaka dužina luka pomnoži sa 2. Općenito, da se sračuna tablica iskolčenja za bilo koji radius potrebno je pronaći kutnu vrijednost za jedinicu luka. Ostale kutne vrijednosti dobiju se jednostavno množenjem te jedinične vrijednosti sa dužinom luka.

Kao zamjena za radius kojeg nema u tablicama, može se upotrebiti i bilo koji drugi radius. Jedino zbog lakšeg preračunavanja nastoji se da omjer $\frac{R_0}{R}$ bude što jednostavniji broj.

Kod navedenog načina iskolčenja stacionaža se računala po pomaknutoj osi. Međutim praktičnije je da se kod ovakvog iskolčenja, stacionaža vodi obzirom na pravu os trase i uz kolce postavljaju tablice sa tom stacionažom. Stacionažni se kolci mogu sada postavljati na okrugle vrijednosti i ne moraju se kasnije preračunavati, čime se olakšava kasniji kancelarijski rad. Odmah se može uočiti da kod ovakvog načina iskolčenja razmak između stacionažnih kolaca u krivini ne će odgovarati razlici u njihovoj stacionaži, nego će biti veći ili manji već prema tome dali je pomaknuti luk vanjski ili unutarnji obzirom na luk prave osi. Ovu razliku najbolje je za pojedine radiuse krivina sračunati još prije odlaska na teren.

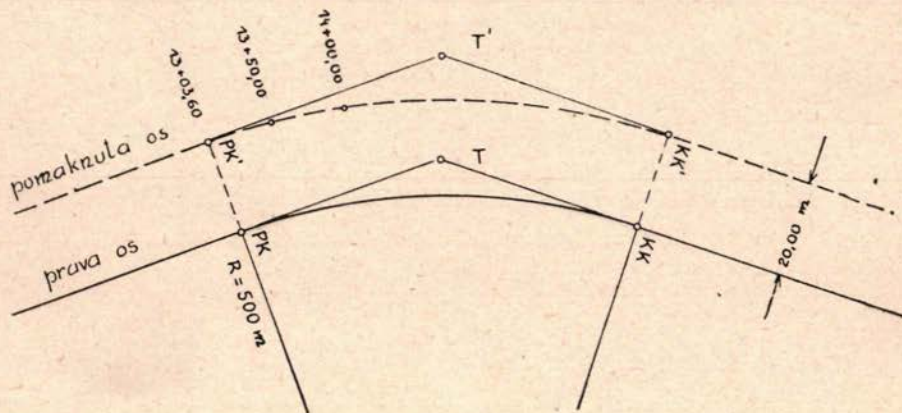
Ovaj postupak kod polarnog iskolčavanja kružnog luka prikazan je na konkretnom primjeru prema slici 3. Za radius krivine $R = 500$ m i pomak

trase 20,00 m faktor $\frac{R'}{R} = \frac{520}{200} = 1,04$. Dužini od 1 metra na pomaknutoj

osi trase odgovara dužina od 1,04 metra. Instrument se nalazi na $P K' = 13 + 03,60$ i želimo odrediti mjesto kolca sa stacionažom $13 + 50,00$. U Saracenovim tablicama za $R = 500$ m i dužinu 46,40 m nalazimo kut $\delta = 2^\circ 39' 32''$ pa se kolac sa stacionažom $13 + 50,00$ zabije u tom smjeru na udaljenosti $46,40 \cdot 1,04 = 48,26$ m od točke $P K'$. Za slijedeću točku sa

stacionažom 14+00,00 kut $\delta = 2^\circ 51' 53''$ a na udaljenosti 52,00 m od predhodne točke i t. d.

Osim već spomenutih prednosti kod ovakvog vođenja stacionaže treba naglasiti da će se ovakav način pokazati naročito praktičan tamo gdje se uslijed prirodnih smetnji ista trasa iskolčava djelomično po osi a djelomično pomaknuto ili lijevo ili desno od osi.



Sl. 3

Na takav način iskolčen je bio regulirani tok rijeke Sutle u vezi izgradnje željezničke pruge Savski Marof—Kumrovec. Izvadač je ovdje tražio da se, gdje god je to moguće, iskolčava prava os budućeg korita. Iskolčenju pomaknute osi prišlo se samo na onim mjestima gdje je regulirana os korita padala u postojeće staro korito rijeke.

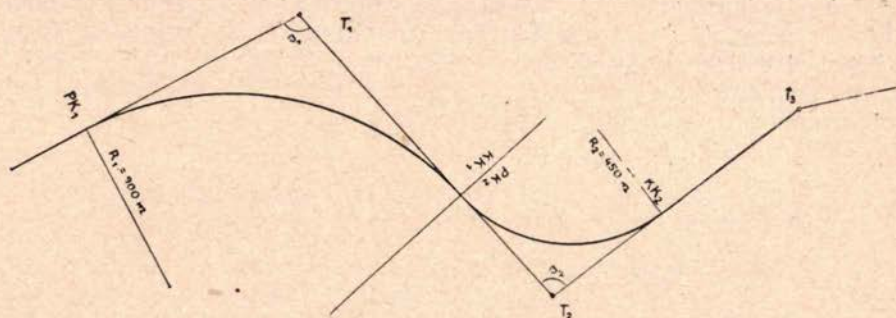
Kod ovakvih slučajeva potrebno je da se kod prelaza s prave osi na pomaknutu, ili s pomaknute na neku drugačije pomaknutu os prelazni kolac zabije na oba mjesta.

I kod jednog i kod drugog načina o kojem se ovdje govorilo, svakako da je poželjno na terenu osim pravih tjemena T stabilizirati i tjemena T' koja odgovaraju pomaknutoj trasi. Razumljivo je, da se elementi za iskolčenje mogu uzeti sa plana samo za jedno tjeme, dok se drugo iskolči od ovog prema matematski dobivenim elementima, nakon što je tjemenu kut na terenu izmjeren.

Kod krivina sa velikim radiusima i šiljatim tjemenu kutevima, trasa se mnogo udaljava od tjemena. U takvim slučajevima iskolče se umjesto tjemena T dva tjemena T_a i T_b koja se dogledaju. (Ukoliko se dogledanje ne može postići ili je dužinu $T_a T_b$ teško mjeriti može se između točaka T_a i T_b postaviti poligoni vlak). Prema mjerenim kutevima na T_a i T_b i mjerenju dužini $T_a T_b$ iz trokuta $T T_a T_b$ mogu se sračunati svi elementi potrebni da se prema zadanom radiusu krivine iskolče glavne točke kružne krivine. Naročito je kod dugačkih krivina važno da i SK bude iskolčen nezavisno od iskolčavanja cijelog luka. PK i KK iskolčavaju se odmjera-

Kod iskolčenja SK na ovaj način, jedino što zadržava rad na terenu je računanje ovih elemenata. Kad su oni sračunati onda više nema nikakvih poteškoća za iskolčenje SK. To naročito vrijedi za obrasli teren gdje se pravac $T_a T_b$ i onako morao već prije prokrčiti zbog mjerenja tjemenih kuteva i dužine $T_a T_b$.

Još više se može pojednostavniti iskolčenje SK ako tjemena T_a i T_b izaberemo tako da pravac $T_a T_b$ bude što bliži tangenti kružnog luka u SK. Na taj način dužina e postaje kraća a kut γ približava se kutu od 90° pa se SK može iskolčiti iz točke E sa prizmom, čime je oslobođen instrument za jedno stajalište. Sa ovako izabranim pravcem $T_a T_b$ u zaraštenom terenu čišćenjem tog pravca, očistiti će se i dobar dio kružnog luka. Kod mjerenja udaljenosti $T_a T_b$ dobro je negdje na polovici označiti okruglu mjeru, pa kad su sračunati elementi za SK, ostatak se odmjeri od ovako ostavljene oznake.



Sl. 5

U projektu spomenutog Savskog nasipa bilo je nekoliko slučajeva rješavanja pojedinih dionica trase sa dvostrukim kružnim lukovima velikih radiusa, kod kojih bi dakle kraj krivine (KK) trebao biti ujedno početak krivine (PK) slijedećeg luka sa novim radiusom. Strogi način rješavanja složenih kružnih lukova nije ovdje bilo potrebno primjenjivati zbog samog karaktera objekta i terena kojim je nasip prolazio, tako da manje udaljanje trase od projektom predviđenog mjesta nije dolazilo u pitanje.

Nakon izmjerenih tjemenih kuteva i međutjemenih udaljenosti prema zadanim numeričkim vrijednostima radiusa zakrivljenosti sračunati su elementi za iskolčenje glavnih točaka kružnih krivina. Kod toga za složeni luk, prema slici 5 dužine tangenata, trebale bi biti jednake izmjerenoj udaljenosti $T_1 T_2$ naime:

$$R_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + R_2 \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} = \overline{T_1 T_2} \quad (5)$$

Āadeći navedenim naćinom oćito je da se gornju jednakost moēe zadovoljiti samo većom ili manjom toćnošću, ovisno najvećim dijelom o mjerilu plana na kojem je projekat nanesen. U slućajevima kada je

$$R_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + R_2 \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} < \overline{T_1 T_2} \quad (6)$$

glavne toćke su iskolćene sa sraćunatim elementima i izmeću K K₁ i P K₂ ostavljen ćobiveni kratki mećupravac, dok u slućaju:

$$R_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + R_2 \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} > \overline{T_1 T_2} \quad (7)$$

nastaje kraće preklapanje susjednih krivina. Velićine ovog preklapanja u slućaju (7) odnosno velićeine dobivenog mećupravca u slućaju (6) ovisne su osim o mjerilu plana, još i o toćnosti kojom je projekat nanesen na plan i mogućnosti grafićkog oćitavanja elemenata sa plana. Kod toga se naravno pretpostavlja da je i osnova sa koje je snimljen plan solidno izvedena. U konkretnom slućaju to je bio operativni poligon sa kojeg su kasnije iskolćana tjemena trase. Maleni mećupravac meću krivinama moēe se ostaviti, a u slućaju (7) kad nastaje preklapanje potrebno je smanjiti jedan ili oba radiusa, da se dobije primjer kao kod (6).