

O METODĂ DE TRASAREA PRIN RETRASARE A CURBELOR DE TRAMVAI

Drd. ing. Valentin-Vasile Ungureanu*

Rezumat: În acest articol este prezentată o metoda originală de trasare curbilor de tramvai fără a utiliza aparatură topografică, pe baza teoriei retraserii curbilor de cale ferată. Sunt prezentate cazurile posibile în care poate fi utilizată "metoda trasării prin retrasare a curbilor" și se fac comentarii privind particularitățile acestei metode.

Abstract: In this paper is presented an original method for curves tracing on tramway track without to use surveying tools, based on the realignment of railway track theory. It is presented possible cases in which "the method of curves tracing by realignment of track" may be used and the particularities of this method are discussed.

În actualele condiții socio-economice, transportului public de călători i se acordă o tot mai mare atenție. Între sistemele de transport public, transportul cu tramvaiul prezintă o serie de avantaje, dintre care amintim:

- suprafață ocupată la sol redusă;
- nepoluant chimic;
- consum specific de energie redus;
- siguranță în circulație sporită;
- asigurarea unor capacități de circulație și de transport mari;
- ritmicitate în circulație;
- puțin sensibil la factorii de mediu.

Pentru a se asigura condiții tehnice de exploatare cât mai bune, pentru a diminua cheltuielile de întreținere și pentru a asigura un confort sporit al beneficiarilor serviciului de transport cu tramvaiul este necesar ca la liniile de tramvai să fie introduse curbe progresive. De altfel, acest lucru este impus și prin [1], care prevede introducerea la liniile de tramvai a clotoidelor drept curbe progresive. Prin urmare este necesar ca atât la liniile noi, cât și la liniile la care vor fi efectuate reparații capitale, să se realizeze racordarea aliniamentelor prin intermediul curbilor alcătuite din clotoide și arce de cerc.

Dacă în cazul liniilor noi problema poate fi rezolvată relativ simplu, procedându-se încă din faza de proiectare la o analiză atentă a situațiilor ce urmează a se realiza, la liniile existente trebuie căutate soluțiile care să conducă la modificări cât mai puțin costisitoare. Aceasta implică să se caute o soluție care să permită, pe cât posibil, păstrarea poziției stâlpilor de susținere a liniei de contact și o încadrare în trama stradală cât mai apropiată de cea existentă inițial.

Astfel, a apărut necesitatea studierii efectului introducerii curbilor progresive asupra poziției în plan a traseului liniei de tramvai, deci studierea efectului trecerii de la curbe alcătuite numai din arce de cerc la curbe formate din arce de cerc și curbe progresive.

Această problemă își găsește rezolvarea în literatura de specialitate existentă la calea ferată, ea încadrându-se în categoria problemelor de retrasare a curbilor.

Particularitățile principale care apar în această situație la liniile de tramvai sunt:

- razele curbilor sunt mai mici decât la liniile de cale ferată, ceea ce face ca sub valori ale razelor curbilor sub 100 m să nu se mai poată aplica integral aproximațiile de calcul care se aplică în situația curbilor de la calea ferată;

* Universitatea TRANSILVANIA Brașov, Facultatea de Construcții, E-mail: vassti@yahoo.com

- deplasările transversale (ripările), necesare aducerii liniei de la soluția inițială cu curbe circulare la soluția cu curbe progresive, trebuie să fie cu valori reduse, pentru ca linia să se poată încadra în mod corespunzător în trama stradală.

Introducerea curbelor progresive la liniile de tramvai se poate realiza, în principal, în două moduri:

1) Prin realizarea relievelui topografic al liniei existente și reproiectarea elementelor necesare trasării noului traseu ce are în alcătuirea sa și curbe progresive;

2) Prin măsurarea săgeților curbei existente și a datelor de relevu necesare realizării retrăsării acestei curbe ținând seama de introducerea curbelor progresive.

Considerând cunoscute elementele referitoare la teoria retrăsării, problema se reduce la a stabili elementele geometrice ale curbelor (poziția punctelor principale, raza curbei, unghiul de abatere a curbei etc.), iar pe baza acestora se poate trece la determinarea elementelor necesare trasării curbei.

Această metodă prin care se realizează retrăsarea curbelor existente și apoi trasarea lor, a fost denumită "**Trasarea prin retrăsare a curbelor**". Ea are marele avantaj că permite eliminarea unei mari părți a măsurătorilor topografice necesare realizării proiectului de trasare a curbelor prin prima metodă, oferind posibilitatea de a se obține soluții similare ca grad de precizie, dar cu un volum de muncă mult mai redus (atât în faza de culegere a datelor de relevu, cât și în faza de proiectare propriu-zisă).

În prezentul articol va fi tratată doar a doua modalitate a problemei introducerii curbelor de racordare, adică metoda care face apel la teoria retrăsării.

Funcție de situațiile posibile din punct de vedere al stării curbei care urmează a fi prevăzută cu curbe progresive și din punct de vedere al cunoașterii elementelor geometrice ale curbei care urmează a fi prevăzută cu curbe progresive, pot exista următoarele patru cazuri:

- I. Curbă fără deformații și la care se cunosc elementele geometrice;
- II. Curbă cu deformații și la care se cunosc elementele geometrice;
- III. Curbă fără deformații și la care nu se cunosc elementele geometrice;
- IV. Curbă cu deformații și la care nu se cunosc elementele geometrice.

În cele ce urmează vor fi analizate aspectele teoretice pentru fiecare dintre aceste cazuri.

I. Curbă fără deformații și la care se cunosc elementele geometrice

În acest caz se calculează ripările necesare trecerii de la curba inițială la curba cu clotoide.

Aceste ripări sunt ușor de calculat dacă sunt cunoscute, ca date inițiale, razele curbei finale și lungimile clotoidelor, elemente ce se determină în baza prevederilor din [2].

Se poate spune că acest caz este similar celui de la calea ferată pentru situația când se dorește a fi determinate ripările de trecere de la traseul primitiv la traseul definitiv.

Astfel, aplicând oricare din metodele cunoscute de retrăsare, rezultă mărirea acestor ripări.

II. Curbă cu deformații și la care se cunosc elementele geometrice

Prin rectificarea se aduce curba la situația fără deformații, ajungându-se în acest mod la situația din cazul I.

III. Curbă fără deformații și la care nu se cunosc elementele geometrice

Prin realizarea diagramei săgeților se poate stabili care este poziția punctelor principale ale curbei și pot fi stabilite elementele geometrice ale curbei. Se impune a fi precizat faptul că, de regulă, acest caz nu este întâlnit în practică, el fiind un caz particular ce se tratează similar cazului I, după ce în prealabil au fost determinate elementele geometrice ale curbei.

IV. Curbă cu deformații și la care nu se cunosc elementele geometrice

Acest caz este cel mai des întâlnit în practică, iar modul de tratare a acestei situații poate fi rezumat astfel: pe baza săgeților măsurate, deci pe baza săgeților curbei existente, se realizează retrasarea curbei introducându-se curbele progresive simultan cu eliminarea neregularităților existente.

Pentru oricare din situațiile prezentate anterior se va ține seama de condițiile tehnice (viteză de circulație, raza curbei, restricțiile la mărimea ripărilor, limitări ale mărimii supraînălțării etc.) și se va căuta o soluție care să fie cât mai aproape de poziția în plan inițială a curbei.

Retrasarea va putea fi efectuată cu orice metodă (grafică, grafo-analitică sau analitică), fiind însă de preferat utilizarea unui program de calcul pentru a se reduce timpul necesar găsirii unei soluții care să satisfacă cerințele tehnico-economice impuse.

După realizarea retrăsării, elementele geometrice rezultate pentru curba nouă (proiectată) se vor folosi ca date inițiale pentru calculul elementelor necesare trasării curbei. Aceste elemente necesare trasării curbei se pot determina printr-un calcul manual sau utilizând mijloacele moderne de calcul.

Deoarece o mare parte a elementelor geometrice ale curbelor și a restricțiilor la mărimea ripărilor (în special cele determinate de sporurile de gabarit) depind de raza curbei noi este necesar să se efectueze un calcul iterativ, care cuprinde următoarele etape, în cazul cel mai general (cazul IV), în situația când stâlpii de susținere ai liniei de contact se află între cele două linii, aceasta fiind situația care impune cele mai severe restricții la mărimea ripărilor:

- a) Se stabilesc datele inițiale de proiectare (viteza de circulație, raza minimă a curbei proiectate, supraînălțarea maximă admisă etc.);
- b) Se stabilesc limitele pentru raza curbei proiectate, pe baza diagramei săgeților;
- c) Se stabilesc elementele curbei proiectate pe baza retrăsării;
- d) Se stabilesc sporurile de gabarit și ripările maxime admise;
- e) Se verifică dacă elementele rezultate în urma retrăsării sunt convenabile și în caz afirmativ se trece la calculul elementelor necesare trasării. Dacă rezultatele nu convin se modifică raza curbei proiectate în limitele stabilite la etapa b) și se reiau etapele c) – e) până la găsirea soluției convenabile. Dacă și după parcurgerea întregului domeniu al valorilor limită pentru raza curbei proiectate stabilit în etapa b) nu se găsește o soluție convenabilă, se concluzionează că este necesară modificarea poziției stâlpilor de susținere a liniei de contact, și după stabilirea noii poziții a stâlpilor, se trece la calculul elementelor necesare trasării.

OBSERVAȚII:

1. Dacă raza curbei este mai mică de 100 m pentru acuratețea calculului este bine să se utilizeze relația exactă de legătură dintre rază R , săgeată f și coardă C :

$$f = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{C}{2}\right)^2}$$

2. Este preferabil să se definească aliniamentele topografic și să se raporteze săgețile măsurate la aliniamentele astfel definite, deci să se opereze în cadrul retrăsării cu săgețile obținute pe baza definirii aliniamentelor.

BIBLIOGRAFIE

- [1] SR 13353-2/1997 " Transport public urban de călători. CALEA DE RULARE A TRAMVAIELOR. Partea 2: Prescripții privind elementele geometrice";
- [2] SR 13353-5/1997 " Transport public urban de călători. CALEA DE RULARE A TRAMVAIELOR. Prescripții privind gabaritele";
- [3] Vasiliu, I., "Curbe de cale ferată", Editura Transporturilor și Telecomunicațiilor, București 1960.