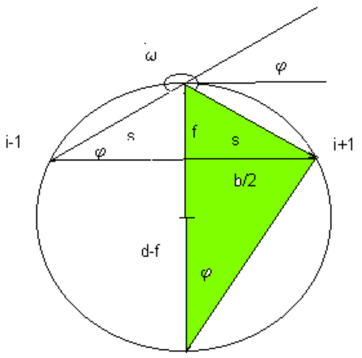
Úloha 4: Rektifikace železničních křivek

4.1 Odvození základních vztahů

Je dána kružnice o poloměru *r,* která je rozdělena na úseky *s,* ohraničené body i_j. Spojením bodu *i-1* a *i+1* vznikne sečna *b,* na níž je z bodu *i* spuštěna kolmice. Její délka se rovná vzepětí f_i (obr. 1).



Obr. 1

Platí Euklidova věta o výšce v trojúhelníku: $(b/2)^2 = f_1(d-f_1)$.
Protože průměr $d = 2r$, $(d-f_1) \approx d$, ($f_1 << d$), je
$(b/2)^2 = 2f_1r$ a tedy

$$\mathbf{f_1 = (b^2/8r).}$$

Dále obecně platí:

$$\boldsymbol{\omega = 200\ \text{gon} + 2\varphi = 2(R+\varphi).}$$

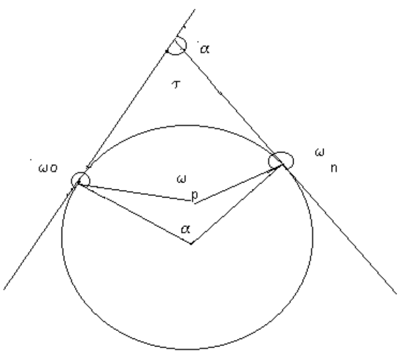
Pro malé úhly lze psát
$\text{tg}\ \varphi = \sin\varphi = 2f/b$

$$\boldsymbol{\varphi = \rho * (2f/b) = k*f.}$$

Těmito vzorci lze snadno převést měřená vzepětí φ na vrcholové úhly ω polygonového pořadu o délce strany *s*, vedeného po podrobných bodech *i* kružnicového oblouku.

4.2 Nepřímé určení středového úhlu teodolitem

Hlavní body oblouku (např.*TK, TP*) nejsou známy. Oblouk (ve cvičení kružnicový složený s krajními přechodnicemi) se rozdělí na vnější kolejnici na úseky *s* (*s = 5 m*) tak, že první bod *0* a poslední *n* leží bezpečně v přímé. V tečnách (tj. v přímé) se dále volí v co největší vzdálenosti orientační body *–1* a *n+1.* Všechny body se označí na stojině kolejnice ryskou křídou a číslem.



Obr. 2

Není-li přímá viditelnost mezi koncovými body *0, n+1,* zvolí se na vhodném místě pomocný bod. Na těchto 3 bodech se centruje vteřinový teodolit pomocí speciálního přípravku, přikládaného vždy z jedné strany (zleva nebo zprava) k rysce zevnitř koleje. Krabicová libela musí být urovnána ve směru normály. Stejným přípravkem se provádí signalizace. V 1 skupině se změří vodorovné úhly ω_0, ω_p, ω_n. V uzavřeném *x*-úhelníku (zde *x*=4) je neznámý pouze úhel tečen τ . Platí:

$$\boldsymbol{\tau = (x-2)*2R - \Sigma\omega\ .}$$

Potom středový úhel

$$\boldsymbol{\alpha = 2R - \tau\ .}$$

Přesnost tohoto určení středového úhlu (σ_α = 4 mgon * $x^{½}$) je velmi vysoká z hlediska umístění koleje a zachování kilometráže.

Poznámka: Pomocných bodů může být podle potřeby i více. Ve cvičení může ležet koncový bod oblouku *n* ještě v kružnici. V tom případě se vytyčí (např. jako symetrála úhlu stejnoramenného trojúhelníka měřením délek, obdoba obr. 2) normála ke kružnici, která je o pravý úhel *R* stočena od tečny.

Pro další použití v odst. C se středový úhel vyjádří v délkové míře (obvykle v mm):

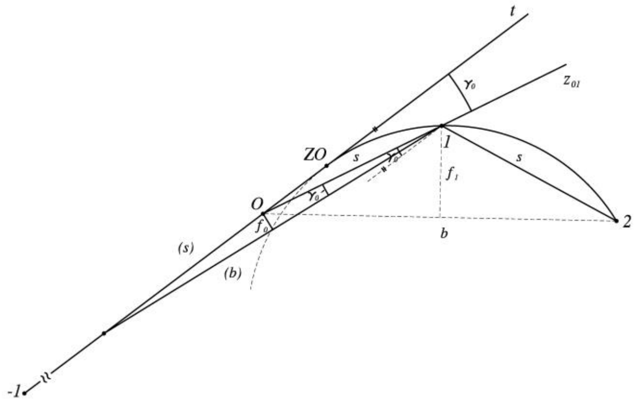
$\boldsymbol{\alpha_{teo} = \alpha/k}$, kde $\mathbf{k = (2\,\rho\,/b)}$.

4.3 Určení systematické chyby soupravy pro mechanické měření vzepětí

Souprava se skládá ze:

- 2 příložek, opatřených krabicovou libelou a držákem s barevně odlišnými zářezy pro vedení struny, realizující tětivu *b*
- z příložného měřítka s mm stupnicí a trubicovou libelou pro měření vzepětí *f*.

Příložky se vnitřními hranami přikládají k označení podrobného bodu. Drát musí být veden zářezy stejné (žluté) barvy a dotlačován do jejich vrcholu. Pravítko se přikládá k měřenému bodu *i* těsně pod vypjatý drát tak, aby bylo vodorovné a jeho hrana svírala s drátem pravý úhel. Libely všech pomůcek se urovnávají ve směru normály kolejnice. Čtení vzepětí je nezbytné konat podle stále stejné hrany drátu – obvykle bližší kolejnici – s odhadem desetin mm. Měření se provádí 2x nezávisle, mezní rozdíl čtení vzepětí tam – zpět je 1,5 mm.



Vzepětí na krajních bodech *0, n* nelze touto soupravou měřit. Proto byly do měření teodolitem pro určení středového bodu podle bodu B zahrnuty na těchto bodech do osnovy směrů záměry na nejbližší další podrobný bod, tedy *1* a *n-1*. Lze tedy vypočítat úhly γ_0 (v obr. 3 platí: $\gamma_0 = \omega_0$ - 2R) a γ_n. Pro danou konfiguraci platí: $s = b/2$ a též $\gamma_0 \approx \gamma'_0$. Potom

$\mathbf{f_0 = b^* \gamma_0 / 2\rho}$, $\mathbf{f_n = b^* \gamma_n / 2\rho}$.

Následně vypočteme středový úhel oblouku:

$$\boldsymbol{\alpha_{vzep} = \Sigma f + f_0 + f_n}.$$

Středový úhel *α* z teodolitového měření a z měření vzepětí, v obou případech udané v mm, se porovnají. Pokud jejich rozdíl Δα vyhovuje kriteriu

$\boldsymbol{\Delta\alpha \leq (0{,}6\ m + 0{,}3\ m^2)^{1/2}}$,

kde *m* je počet přímo měřených vzepětí (v uváděném číslování *m* = *n*-1), je souprava pro měření vzepětí nezatížená systematickou chybou. V opačném případě se vypočte konstanta soupravy *c*:

$\mathbf{c = -\ \Delta\alpha\ /\ m}$.

O tuto systematickou chybu je nutno opravit průměr testovaných měření tam – zpět vzepětí na bodech *1, n-1*.

Další individuální zpracování se provádí podle navazujícího článku, označeného 4.4.