mai mare deplasare laterală a axei 3 de către $d=25^{mm}$. Raza de curburi corespundătoare se calculează, după cele de sus:

$$R = \frac{a^2}{2\ (d+2s)} = \frac{2{,}8^2}{2\ (0{,}025+0{,}030)} = 71^m$$

Axa 3 e îndreptată spre centru și merge în spre înăuntru, axa 4, din causa spațiului pentru joc e prea mic, nu poate merge până la șina internă, presează deci spre dreapta și ar produce apăsări tari ale budenilor asupra axelor 1 și 3. Aceasta s'ar putea evita strămutând puntu de sprijin D în D^1, însă e de observat că, pentru roți libere mai mici se poate mai ușor obține un joc mai mare de cât pentru roți cuplate. O apăsare a axei 2 nu are încă loc, dacă, ca în fig. 6 Pl. se iau budenurile acestei axe cu 15^{mm} inferioare, unghiului de înscriere este mare, și corespunde unei distanțe fixe de $4{,}65^m$. Când aceste relațiuni se presintă multiple în calea liberă, întrebuințarea căruciorului lui Krauss, în genere nu se recomandă.

DESPRE SCHIMBATORI DE CALE IN CURBA, SCHIMBATORI CU DUBLA CURBURA

DE

F. LOEWE

Acele simple din calea principală curbă, așa numitele ace cu dublă curbură, au fost adeseaori teoretic tratate. Cu toate acestea tot așì mai încerca și eu ca, prin tratarea acestui subiect în modul particular cum 'l predau eu la cursul de construcțiuni de drum de fer de la înalta școală technică din Müuich, să câștig interesul specialiștilor și să dau cel puțin o expunere generală asupra acestui lucru.

Fig. 1, din care se pot deduce ecuațiunile fundamentale, represintă o ramificațiune de partea

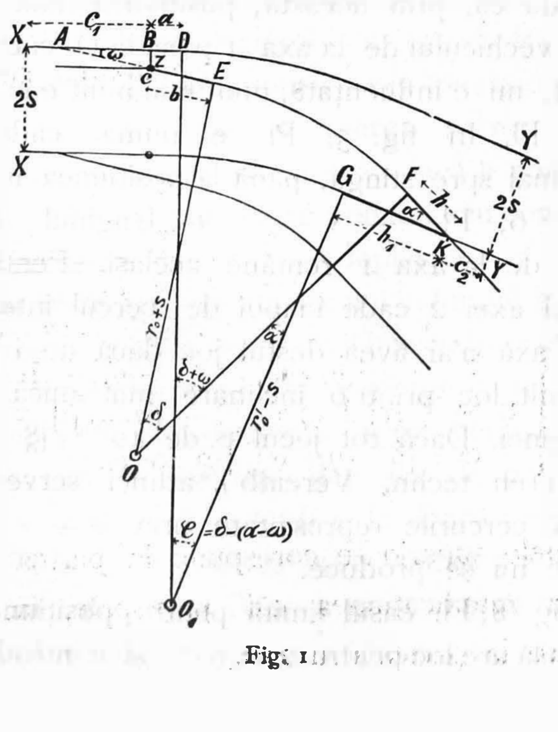

Fig. 1.

concavă a unei căi principale curbe; contra-acul schimbătorului trebue presupus drept și trecând cu capătul ei de d'îndărăt D dincolo de acu mobil AC [1]), așa că se poate fixa după dorinți baza acului și, prin urmare, și traversei i se poate da o posițiune după voe. Apoi pentru ca să se poată păstra o mișcare cât de liberă se propune că arcul de încrucișare nu se termină direct la extremitatea acului, ci, între dânsul și acea extremitate se află o linie dreaptă CE = b. Inaintea și îndărătul punctului de încrucișare matematic K, trebuesc presupuse, atât în calea principală cât și în cea secundară, linii drepte de o lungime încă nedeterminată. Fie h și h_1 porțiunile de drepte KF și KG ce se află în fața acestui punct.

Afară de aceasta fie:

BC = z suma lățimei buzei roței și a grosimei capului șinei.

BD = a lungimea porțiunei drepte din calea principală ce se află d'îndărătul secțiunei transversale BC.

2 ς lățimea căi.

[1]) Nu e neapărat necesar ca, linia dreaptă ce se intercalează în calea principală pentru încrucișarea căi, să se întindă în tot lungul contra-acului, deși aceasta s'a adoptat aci.

ω unghiul pe care 'l formează acul mobil drept, saŭ dacă e un ac curb, atunci unghiul pe care 'l formează extremitatea sa de contact de la basă cu contra-acul.

α unghiul de incrucişare.

δ unghiul de la centru al arcurilor schimbătorilor.

$\omega = \delta - (\alpha - \omega)$ unghiul de la centru al arcului căi principale.

r_0^1 raza ultimului arc şi r raza arcului schimbătorilor.

Ca să obţinem o relaţiune între numitele mărimi, considerăm poligonul $O_1DBCEOFLGO_1$ raportat la un sistem de axe rectangulare.

Dacă luăm dar ca axe O_1D şi AD, avem:

$$1)\ldots\left\{\begin{array}{l}(r_0^1-\varsigma)\cos[\delta-(\alpha-\omega)]-(r_0+\varsigma)\cos(\delta+\omega)\\+h\sin(\delta+\omega)-h_1\sin[\delta-(\alpha-\omega)]=\\(r_0^1+\varsigma)-z-(r_0+\varsigma)\cos\omega-b\sin\omega;\\(r_0^1-\varsigma)\sin[\delta-(\alpha-\omega)]-(r_0+\varsigma)\sin(\delta+\omega)\\-h\cos(\delta+\omega)+h_1\cos[\delta-(\alpha-\omega)]=\\-a-(r_0+\varsigma)\sin\omega+b\cos\omega.\end{array}\right.$$

De asemenea mai avem:

$$2)\ldots\left\{\begin{array}{l}-(r_0^1+\varsigma)\cos[\delta-(\alpha-\omega)]-(r_0+\varsigma)\cos(\delta+\omega)\\+h\sin(\delta-\omega)-h_1\sin[\delta-(\alpha-\omega)]=\\-(r_0^1-\varsigma)-z-(r_0+\varsigma)\cos\omega-b\sin\omega;\\-(r_0^1+\varsigma)\sin[\delta-(\alpha-\omega)]-(r_0+\varsigma)\sin(\delta+\omega)\\-h\cos(\delta+\omega)+h_1\cos[\delta-\omega)]=\\-a-(r_0+\varsigma)\sin\omega+b\cos\omega.\end{array}\right.$$

Din cantităţile conţinute in aceste ecuaţiuni trebuesc considerate ca date, lăţimea căi 2ς, z determinat de modul cum se dispun schimbătorii unghiul ω, precum şi unghiul de incrucişare α de oare-ce acesta nu se intrebuinţează de obicei de cât in câte-va valori determinate d'inainte. Din cele alte mărimi, adică:

$$r_0^1,\ r_0,\ h,\ h_1,\ a,\ b,\ \delta$$

5 pot fi trase din diferite condiţiuni, sau pot fi date, aşa că ultimile două se vor putea atunci afla din ecuaţiunile 1) saŭ 2).

Care din aceste cantităţi trebuesc alese, şi care calculate, depinde de anumite imprejurări.

Mai adesea-ori se intâmplă ca să se calculeze raza r_0 şi unghiul de la centru δ. Ecuaţiunile resolvate in raport cu aceste câtimi vor fi:

$$3\ldots\ldots\quad r_0+\varsigma=\frac{(r_0^1\mp\varsigma)\,m\pm N}{(r_0^1\mp\varsigma)\,\nu\pm q}$$

$$4)\ldots\ \operatorname{tg}\frac{\delta}{2}=\frac{(r_0^1\mp\varsigma)\,\gamma\pm q}{(r_0^1\mp\varsigma)\,\mu\pm v}$$

Semnele superioare corespund la ramficaţiunea internă (fig. 1) şi cele inferioare la acea externă, iar notaţiunile presentate din aceste ecuaţiuni au valorile următoare:

$$5)\ldots\left\{\begin{array}{l}m=2\varsigma-z-b\sin\omega-t\sin\alpha;\\N=\frac{1}{2}[(2\varsigma-z)^2+a^2+b^2-h^2-h_2^1]-\\\quad ab\cos\omega-b(2\varsigma-z)\sin\omega+hh_1\cos\alpha\\\nu=\cos\omega-\cos\alpha=2\sin\frac{\alpha+\omega}{2}\sin\frac{\alpha-\omega}{2};\\q=(2\varsigma-z)\cos\omega-a\sin\omega-h_1\sin\alpha.\\\mu=\sin\alpha+\sin\omega=2\sin\frac{\alpha+\omega}{2}\cos\frac{\alpha-\omega}{2};\\v=(2\varsigma-z)\sin\omega+h-b+a\cos\omega-h_1\cos\alpha.\end{array}\right.$$

Dacă insă ar trebui să se calculeze valorile 2^0 şi h, atunci ar servi următoarele ecuaţiuni:

$$6)\ldots\left\{\begin{array}{l}r_0+\delta=\dfrac{n^1\cos(\delta+\omega)+n^2\sin(\delta+\omega}{\gamma_1\cos(\delta+\omega)+\gamma_2\sin(\delta+\omega'};\\h=\dfrac{\gamma_1\cos(\delta+\omega)+\gamma_2\sin(\delta+\omega}{n_1\gamma_2-n_2\gamma_2}.\end{array}\right.$$

In cari γ_1 γ_2, u_1 şi u_2 au următoarea semnificaţiune:

$$7)\ldots\left\{\begin{array}{l}\gamma_1=2\sin\left(\omega+\frac{\delta}{2}\right)\sin\frac{\delta}{2};\\\gamma_2=-2\cos\left(\omega+\frac{\delta}{2}\right)\sin\frac{\delta}{2};\\u_1=\pm(r_0^1\mp\varsigma)[1-\cos(\delta-(\alpha-\omega)]+\\\quad 2\varsigma-z+h_1\sin[\delta-(\alpha-\omega)]-b\sin\omega;\\u_2=\mp(r_0^1\mp\varsigma)\sin[\delta-(\alpha-\omega)]-a-h_1\\\quad\cos[\delta-(\alpha-\omega)]+b\cos\omega.\end{array}\right.$$

Semnele superioare corespund la partea concavă, la ramificaţiunea căi principale, iar cele inferioare la partea convexă.

In fine dacă am voi să calculăm $r_0+\varsigma$ și b, ar servi ecuațiunile:

$$6^a \ldots \quad r_0+\varsigma=\frac{u_3 \cos \omega+u_4 \sin \omega}{\gamma_1 \cos \omega+\gamma_2 \sin \omega}; \qquad b=\frac{u_3 \gamma_2-u_4 \gamma_1}{p_1 \cos \omega - \gamma_2 \sin \omega}.$$

în care γ_1 și γ_2 am aceași semnificațiune ca și în zf, iar u_3 și u_4 au semnificațiunea următoare:

$$u_3=\pm(r_0^1+\varsigma)\,[1-\cos(\partial-(\alpha-\omega)]+25-7+h_1 \sin [\partial-(\alpha-\omega)]-h \sin(\partial+\omega);$$

$$u_4=\mp(r_0^1+\varsigma)\sin[\partial-(\alpha-\omega)]-a-h^1\cos[\partial-(\alpha-\omega)]+h \cos(\partial+\omega).$$

Adesea-ori e vorba de ramificațiunea unei căi în formă de arc de raza r_0^{II}. Insă atunci din causa porțiunilor drepte necesare la încrucișare și la schimbare, trebue să se schimbe forma diferitelor porțiuni ale căi, și aceasta se poate obține în două moduri.

Sau păstrând ca în fig. 2 arcul primitiv de raza r_0^{II}, la interiorul schimbătorilor se duc porțiunile de drepte în contact extern cu dânsul și, cu ajutorul unor arcuri speciale noi curbe de raza r_0^{III} și r_0^{VI} ne întoarcem la cercul primitiv de raza r_0^{II}. In acest cas $r_0^{I}=r_0^{II}$ se dă d'inainte.

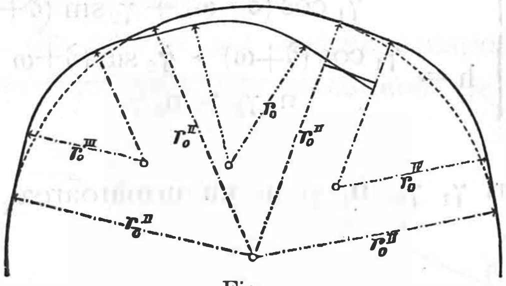

Fig. 2

Nu tot-d'auna însă se va putea păstra raza r_{II}^1 în interiorul schimbătorului, și aceasta când nu e destul loc pentru schimbarea de formă în cestiune. In acest cas, daca raza r_1^{II} la ramificațiune din partea concavă a fost în destul de bine măsurată, se face schimbarea de formă a cercului primitiv r_0^{II} după fig. 3 în interiorul schimbătorului, intercalându-se un arc de raza r_0^1 și unindu-se de ambele părți cu cercul primitiv prin porțiuni de drepte egal de lungi, iar ramfícațiunea înăuntru de arcul intercalat lăsând'o să înainteze, așa că raza r_0^1 va servi de mĕsură pentru raza r_0 a arcului schimbătorului.

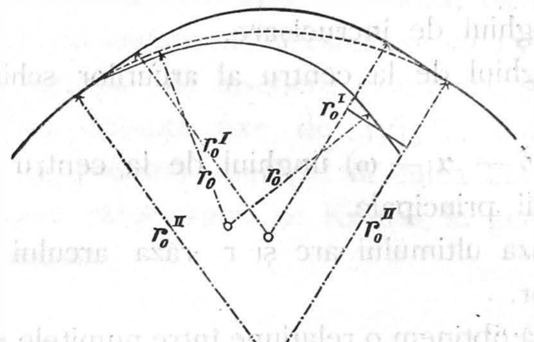

Fig. 3.

Nu trebue trecut însă cu vederea că, mărimile a și h_1 au legătură între ele numai în casul când dreapta de intercalat la schimbători trebue să fie tot așa de lungă ca acea ce se află la încrucișare. Deci dacă în fig. 1. XX represintă începutul și YY sfârșitul schimbătorului din calea principală, trebue să avem:

$$8). \ldots \quad c_1+a=h_1+c_1 \text{ sau} \qquad a-h_1=c_2-c_1$$

în care c_1 și c_2 trebue mai ântâi determinat prin împărțirea șinelor înăuntru schimbătorului. Afară de aceasta mai avem din fig. 3 relațiunea

$$9). \ldots (r_0^{II}-r_0^I) \operatorname{tg} \varphi_2=h_1+c_2=a+c_1$$

și, dacă fixăm dinainte ca lungimea totală a schimbătorului de ex. să fie egală cu schimbătorul normal de aceași curbură, mai avem și relațiunea:

$$(r_0^{II}+\varsigma)\, a x\, \varphi=W.$$

sau în loc de aceasta pentru simplificare:

$$10). \ldots 2\,(r_0^{II}+\varsigma) \operatorname{tg} \varphi_2=W.$$

In dată ce am admis pe W, se poate calcula din 10), raza r_0^{II} fiind dată d'inainte, unghiul de la centru $\varphi=\pm[\partial-(\alpha-\omega)]$ a arcului de cerc ce trebue intercalat și prin urmare și unghiul la centru al arcului acului, adică:

$$11) \ldots . \partial=\pm\varphi+\alpha-\omega.$$

După aceea putem sau să admitem porțiunea dreaptă $c_1+a=h_1+c_2$, cu care după ecuat. 9) raza r_0^1 ar fi determinată, sau putem alege pe r_0^1 și se calculăm lungimea dreptei corespundĕtoare.

In ambele casuri schimbarea formei căi primitive a drumului de fer e stabilită.

Apoi in ceea ce privește disposițiunea schimbătorului înăuntru noului arc de bază, trebue pe de o parte să se stabilească acul mobil, pe de altă parte puntul de incrucișare matematic care să convie porțiunilor de drepte intercalate.

Pentru aceasta pare mai preferabil une ori să se admită lungimea c_2, care se compune din partea posterioară a inimei și din bucata de șină ce urmează, și apoi să se deducă valoarea lui h din :

$$12) \ldots\ldots\ h_1 = (r^{II}_0 - r^{I}_0)\,\mathrm{tg.}\,\varphi/_2 - c_2 = \frac{2^{II}_0 - r^{I}_0\, w}{r^{II}_0 \pm 5}\ \frac{}{2} - c_2$$

și in fine să se determine, din ecuațiunile 1) sau 2), mărimile z_0 și h, după ce a și b au fost determinate, ținându-se seamă de posițiunea potrivită a acelor și pe lângă aceasta nu trebue trecut cu vederea că trebue să avem a $c_2 - c_1 + h_1$.

Aceasta se va vedea mai bine într'un exemplu:

Fie problema următoare: La un loc determinat al unei căi curbe de raza $r^{II}_0 = 1000^m$, și anume in partea sa concavă să se execute o ramificațiune cu un schimbător simplu al cărei raport de curbură să fie tg. $\varphi = 0,1$. Ca date se pot considera mărimile:

$Z = 0,113^m$, lungimea acului $l_1 = 5,185^m$, raza arcului acului $r_1 = 230^m$, $\omega = 1^0 53\,42''$, $a = 2,0^m$, depărtarea puntului matematic de încrucișare la extremitatea d'inaintea inimei $K = 1,845^m$ și la extremitatea d'inapoi $1,2005^m$. Afară de aceasta trebue ca începutul arcului acului să se așeḑe la extremitatea acului, așa ca să avem $b = 0$ și pe lângă aceasta să admitem $h = h_1$.

După cum s'a spus mai sus schimbarea formei căi primitive se poate face in două moduri:

1. Raza r^{II}_0 a căi primitive se păstrează la interiorul schimbătorului Atunci pe lângă cătimile de mai sus, se mai dă și $r^{I}_0 = 1000$ Pentru că nu se poate încă vedea cât loc are să ocupe din lungimea căi ferate dintreac și inimă se admite de o cam dată $h = 2,0^m$.

Pe lângă aceasta se mai calculează din ea. 5)

$$m = 1,12299,\ N = 2,85399,\ \nu = 0,0044159,\ Q = 1,05614,\ 31 = 0,13257,\ v = 2,05255$$

și apoi din ec. 3 și 4)

$$r + s = 205,72^m,\ r_0 = 205,00^m,\ \delta = 4^0 39' 20,9'',\ \varphi = 0^0 50' 24'',9$$

și in fine lungimea căii dintre ac și inimă ($r_0 + s$ arc $d + h - K = 16,7165 + 2,0 - 1,845 = 1687^m$ și $a + (r^1_0 - s)$ arc $\varphi + h_1 - K = 16,6544 + 20 - 1845 = 16809^m$

Dacă lungimea șinelor obicinuite e de 9 și aceea a șinelor arcului de $8,95^m$, sau socotind și spațiul de $5^{m.m.}$ lăsat pentru dilatarea șinelor de $8,955^m$, ar fi de dorit ca, lungimile ce trebuesc calculate cu șinele, și cari după datele de sus sunt de vr'o 17^m, să corespundă dacă e posibil la două lungimi de șine.

Aceasta se poate obține schimbând mărimea luată arbitrar a lui $h = 2^m,0$. In casul de față însă aceasta nu e posibil, fiind-că pentru cea mai mică valoare a lui $h = 1,845^m$ stabilită prin măsurările inimei, am obține:

$$m = 1,13842,\ N = 2,85694,\ \nu = 0,0044159$$
$$g = 1,07156,\ \mu = 0,13257,\ v = 2,05178,$$

apoi

$$r_0 + s = 207,95^m,\ r_0 = 207,23^m,\ \delta = 4^0 40' 8'',2,$$
$$\varphi = 0_0 51' 12'',2,$$

și

$$(r_0 + s)\,\mathrm{arc}\,\delta + h - K = 16,946^m,\ a + (r^1_0 - s)\ \mathrm{arc}$$
$$\varphi + h_1 - K = 16,884^m$$

Insă pentru că in casul de față pentru $a = 0$ și $h = h_1 = K = 1,845^m$ mai avem

$$m = 1,13842,\ N = 0,85694,\ v = 0,0044159,\ g = 1,13770,\ \mu = 0,13257,\ v = 0,05288$$

și

$$r_0 + s = 205,11^m\ \ r_0 = 204,40^m,\ d = 4^0 47' 46'',8$$

precum și

$$(r_0 + s)\ \mathrm{arc}\ d + h - K = 17,170,\ \ a + (r^1_0 - s)\ \mathrm{arc}$$
$$\varphi + h_1 - K = 17,108^m$$

am putea păstra casul $r_0 = 207,23^m$, $h = 1,845^m$ și să calculăm ambele linii idintre ac și inimă cu două șine adică cu $9,005^m + 7,941^m$, și cu $8,955^m + 7,929^m$, și să formăm lungimea totală a schimbătorului, măsurată în afară de calea principală, la $3,59.005 = 31,318^m$, așa că d'indărătul inimei s'ar mai putea, din lungimea $1,845^m + 1,205 = 3,050^m$, intercala o bucata x în linia ferată alăturată a căii principale ceea ce resultă din următoarea considerațiune:

Lungimea căii ferate principale externe între puntele extreme ale acului e de $31,518^m$ acea a porțiunei interne a căii principale între aceleași punte e cu $[(r^1_0 + s) - (r^1_0 -)]$ arc $\varphi = 25$ arc $\varphi = 0,021$

mai scurtă; avem prin urmare $31,518-0,021=9,005+14,884+3,050+x$, resultă: $x=31,497-26,939=4,558^m$. In cea ce privește linia de anbrașament, se ia ca lungime a porțiunei de șină ce trebue intercalată îndărătul inimei lungimea șinei. Daca se admite și pentru lungimea acestei porțiuni de șină $4,558^m$, atunci e de ajuns pentru linia internă a anbrașamentului, pe lângă contrașina de $9,005^m$ lungime încă de $2^1/_2$ șine curbe de câte $8,955^m$ lungime, ca să obținem contactul șinelor 2. Schimbarea de formă a cărei curbe se va face înăuntru schimbătorului.

Dacă se va păstra și acum lungimea totală a schimbătorului de 1,518 m., va resulta din a 10:

$$\text{tg. } \varphi/2 = \frac{31,518}{2\ (1000+0,7175)}$$

prin urmare $\varphi = 1^0 48' 15'',9$ și unghiul la centru al arcului schimbătorului $\delta = 5^0 ë7' 11,9''$.

Prin urmare pentru porțiunile de dreaptă de intercalat trebue luată lungimea $h_1 +_2 c = e_1 + a$ și să se calculeze din ecuat. 9, raza r_0^1 a arcului de cerc ce se află între dênsele, sau să se admită r_0^1 și să se calculeze lungimea dreptelor.

Luând d'înainte ca lungime pentru contraacul schimbătorului normal 9 m., s'ar putea păstra și aci $h_1 + c_2 = c_1 + a = 9$ m.; însă raza $r_0^1 = 428,49$ m. determinată prin aceasta n'ar fi de loc de ajuns pentru ca, la o ramificare din partea concavă, să dea o rază destul de mare pentru arcul schimbătorului. In genere, în acest cas trebue aleasă lungimea $h_1 + c_2 = c_1 + a$, convenabil de mică.

Ținênd seamă de o dispunere corespunzĕtoare a schimbătorilor ar fi să se fixeze $h_1+c_2=7,0$ m. și cu aceasta din ec. 9, raza $r_0^1 = 555,491$ m.

Cestiunea cum cele douĕ distanțe de 7.0 m. lungime trebuesc împărțite, adică ce valori trebue să se aleagă pentru c_1 și c_2, se tranșează în genere printr'o dispunere a acului determinată d'inainte, din contră însă se va lăsa în seama inginerului, de a determina lungimea porțiunei îndărătul încrucișărei.

In genere, se va căuta în primul rang, să se obțîne o rază cât se poate de mare pentru acul schimbătorilor. Această rază va resulta cu atât mai mare cu cât dreapta de încrucișare h se va lua mai mică, și acest h descresce în acelaşi raport cu b, și se micșorează când h_1 și a cresc.

Aceasta se poate vedea și mai clar din următoarele rezultate date de calcule:

Pentru $h_1+c_2=c_1+a=7,0^m$., resultă $r_0^1=5,150^m$; și pentru $h_1=1,845^m$ și $c_2=5,155^m$, resultă:

a=0	b= 0^m	h= $1,337^m$	$r_0+\varsigma=184,08^m$
0	1,0«	2,337«	263,71«
0	2,0«	3,337«	143,34«
$1,0^m$	0«	negativ	–
1,0«	1,0«	$0,663^m$	190,91«
1,0«	2,0«	1,663«	170,54«
1,0«	3,0«	2,663«	150,17«

însă dacă $h_1=2,292^m$ și $c_2=4,708^m$

a= 0^m	b= 0^m	h= $0,875^m$	$r+\varsigma=193,34^m$
0«	1,0«	1,875«	172,96«
0«	2,0«	2,875«	152,59«
1,0«	0«	negativ	—
1,0«	1,0«	0,202«	200,17«
1,0«	2,0«	1,202«	179.79«
1,0«	3,0«	2,202«	159,42«

și daca $h_1=2,792$ și $c_2=4,208$

a= 0_m	b= 0^m	h= $0,359^m$	$203,68^m$
0«	1,0«	1,359«	183,31«
0«	1,0«	2,359«	162,94«

La o inimă de șine cu tgα=0,1 puntul de încrucișare matematic se află la o depărtare de $1,845^m$ de extremitatea din față și la $1,205^m$ de cea d'inapoi. Insă pentru că în realitate numai porțiunea dreaptă a inimei poate fi executată, se poate admite cea mai mică valoare $h=1,845^m$.

Dacă pe lângă aceasta s'ar determina d'inainte ca extremitatea de la basa acului să se afle lângă extremitatea corespunzătoare a contrașinei, atunci ar fi dat și a=0 și $c_1=7,0^m$.

Pentru $c_2=5,155^m$, prin urmare pentru o piesă de trecere de $5,155-1,205=3,950^m$ lungime, îndărătul inimei, am obține din ec. 6-a).

$b=0,508^m$ $\quad r_0+\varsigma=173.72^m$

pentru $c_2=4,708$ $\quad$ și $4,708-1,205=3,503^m$

$b=0,970^m$ $\quad r_0+\varsigma=176,57^m$

și pentru $c_2=4,208$ $\quad$ și $4,208-1,205=3,003^m$

$b=1,486^m$ $\quad r_0+\varsigma=173,41^m$

așa că în acest cas nu s'ar obține cea mai mică rază necesară pentru circulațiunea de trenuri intregi.