

TABELE ✓

PENTRU

VERIFICAREA CONSTRUCȚIUNILOR DE BETON ARMAT

Pentru calcularea construcțiilor de beton armat au apărut în ultimii ani mai multe tabele ajutătoare, cari dau de obicei elemente pentru calcularea dimensiunilor, atunci când se cunoaște maximul eforturilor admisibile ; însă de foarte multe ori, mai ales la verificarea proiectelor, avem nevoie de a rezolvi problema inversă, anume de a afla cari sunt eforturile ce se vor produce într'o anumită construcțiune sub influența unor anumite încărcări. De altminterlea chiar pentru determinarea dimensiunilor ce trebuie să dăm pieselor în unele cazuri nu putem procede de cât prin încercări : luăm anumite dimensiuni și vedem dacă eforturile ce rezultă nu se depărtează prea mult de cele ce voim să admitem ; așa sânt spre exemplu grinzile în **T** supuse la încovoiere la cari axa neutră trece sub talpă, grinzi cari în foarte multe cazuri dau o economie însemnată. Lipsa unui mijloc expeditiv de a calcula ast-fel de grinzi face că în general ele sânt evitate și înlocuite prin grinzile în **T**, mai puțin economice, în cari axa neutră trece prin talpă (grinzi cari după cum se știe se calculează ca dalele).

De aceia încă de anul trecut am calculat o serie de tabele, cari permit a verifica grinzile supuse la încovoiere fie că avem aface cu o dală sau grindă **T** în care axa neutră trece prin talpă, fie că avem aface cu o grindă **T** în care axa neutră trece prin inimă.

Formulele cari dau eforturile în grinzile de beton armat supuse la flexiune, se pot pune, în cazul când armatura e simplă sub forma următoare ¹⁾ :

¹⁾ Se știe că în general așezarea unei armaturi în partea comprimată modifică foarte puțin eforturile.

Insemnând cu τ_e tensiunea în fier :

$$\sigma_e = \frac{M}{f_e y h}$$

și cu σ_b compresiunea maximă în beton

$$\sigma_b = \frac{\sigma_e}{\alpha}$$

în cari M e momentul încovoietor, f_e secțiunea armaturei, h înălțimea secțiunii (fig. 1 și 2) măsurată între centrul de greutate al

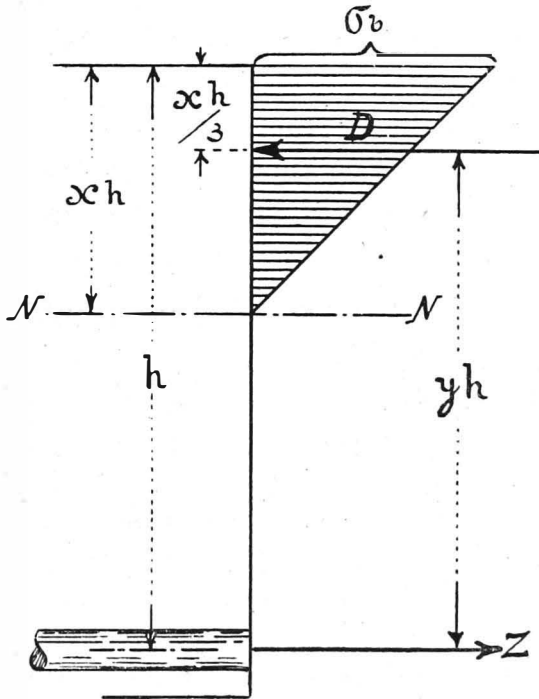


Fig. 1

armaturei și fața superioară a betonului, yh e brațul de pârghie al cuplului eforturilor din secțiunea considerată iar α un coeficient ce se va determina.

Pentru eforturile provenite din puterea tăietoare (pe care o vom însemna cu V) formulele se pot pune sub forma următoare :

Insemnând cu τ_b efortul de forfecare a betonului

$$\tau_b = \frac{V}{f_b + n f_e}$$

însemnând cu τ_c efortul de forfecare a armaturii

$$\tau_o = n \tau_b$$

și însemnând cu τ_o efortul de alunecare longitudinală în beton când nu există scări (etrieri)

$$\tau_o = \frac{V}{b y h}$$

în aceste formule f_b e secțiunea betonului, b este lățimea dalei sau în cazul grinzilor **T** lățimea inimii și n raportul între coeficientul de elasticitate al fierului și acela al betonului.

Dacă se pun scări, eforturile de alunecare longitudinală în beton sânt date de

$$\tau'_o = \frac{V - V'}{b y h}$$

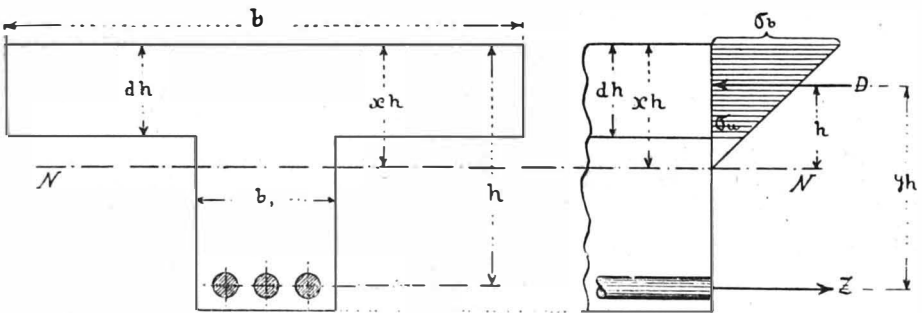


Fig. 2

V' fiind partea din puterea tăietoare, care revine scărilor și pentru determinarea căreia se recurge la una din următoarele ipoteze:

a) Scările rezistă la întreaga putere tăietoare în care caz

$$V' = V$$

efortul de forfecare a scărilor e

$$\tau_1 = \frac{V s}{f y h}$$

și

$$\tau'_o = 0$$

b) Scările rezistă la jumătate din puterea tăietoare, în care caz

$$V' = \frac{1}{2} V$$

și

$$\tau_1 = \frac{V s}{2 f y h}$$

c) Betonul ia din puterea tăietoare atât cât să nu fie supus la un efort mai mare de cât efortul maximum admisibil (τ''_o), în care caz

$$\tau'_o = \tau''_o$$

și

$$\tau_1 = \frac{V - \tau''_o b y' h}{f y h} s.$$

în aceste formule s , e distanța între scări (fig. 3) și secțiunea lor.

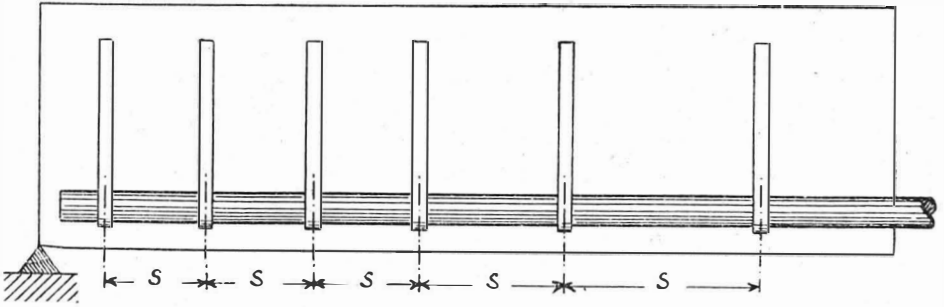


Fig. 3

În fine eforturile de smulgere a fierului din beton sânt date de

$$\tau_2 = \frac{V}{u y h}$$

în care u e perimetrul armaturii.

După cum se vede din aceste formule, determinarea eforturilor se poate face foarte ușor când se cunoaște cantitățile y și α .

Dacă însemnăm cu $x h$ (fig. 1 și 2) distanța de la axa neutră a secțiunii la fața superioară a betonului, ipoteza că secțiunile plane înainte de deformațiune rămân plane și după aceasta ne dă atât în cazul dalelor cât și al grinzilor T.

$$\alpha = n \frac{1-x}{x}$$

Mai avem în cazul dalelor și al grinzilor **T** în cari axa neutră trece prin talpă (fig. 1)

$$x = n p \left(\sqrt{1 + \frac{2}{n p}} - 1 \right)$$

și

$$y = 1 - \frac{x}{3}$$

iar în cazul grinzilor **T** în cari axa neutră trece pe sub talpă (fig. 2).

$$x = \frac{n p + \frac{d^2}{2}}{d + n p}$$

și

$$y = 1 - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6(2 \times \dots d)}$$

În aceste formule

$$p = \frac{f_c}{b h}$$

adică raportul între secțiunea armăturii și aceea a betonului (considerând pe aceasta ca un dreptunghi cu o bază egală cu lățimea grinzii și cu o înălțime egală cu distanța de la centrul de greutate al armăturii până la fața superioară a betonului atât în cazul dalelor cât și al grinzilor **T**); $d h$ este grosimea tălpii la grinzile **T**.

Rezultă prin urmare că cele două cantități x și y de cari avem nevoie pentru aflarea eforturilor nu depind de cât de procentul p și de raportul d între grosimea tălpii și înălțimea secțiunii și deci putem calcula niște tabele cu intrare simplă, în cazul dalelor și al grinzilor **T** în cari axa neutră trece prin talpă, cari să ne dea pe y și x când se cunoaște p și cu intrare dublă, în cazul grinzilor **T** în cari axa neutră trece sub talpă, cari să ne dea pe y și x când se cunoaște p și d .

Acelea, pe cari le-am calculat, dau pentru dale valorile x , y și α în cazul când p variază între 1⁰⁰/₀₀ și 5⁰/₀; ele sânt astfel aranjate în cât calcularea eforturilor se poate face cu aproximația obicinuită în practică. În cazul grinzilor **T** la cari axa neutră trece prin inimă p variază între 1⁰⁰/₀₀ și 3⁰/₀ iar d între 0.05 și valoarea

de la care grinda se calculează ca o dală. Valoarea coeficientului u a fost luată egală cu 15, conform circulației Prusiene.

Fie spre exemplu a se verifica o grindă a unui pod de șosea având dimensiunile din fig. 4.

Porțiunea **A B** se poate considera ca dală rezemată în punctele **A** și **B**. Pentru 1 m. de lățime a acestei dale s'a găsit

$$M_{\max} = 147000 \text{ kgr. cm.}$$

$$V_{\max} = 2650 \text{ kgr.}$$

avem

$$f_e = 11.3 \text{ cm.}^2 \text{ (10 fiare de 12 mm.)}$$

$$u = 10 \times \pi \times 1.2 = 45.2 \text{ cm.}$$

$$p = \frac{11.3}{15 \times 100} = 0.0075$$

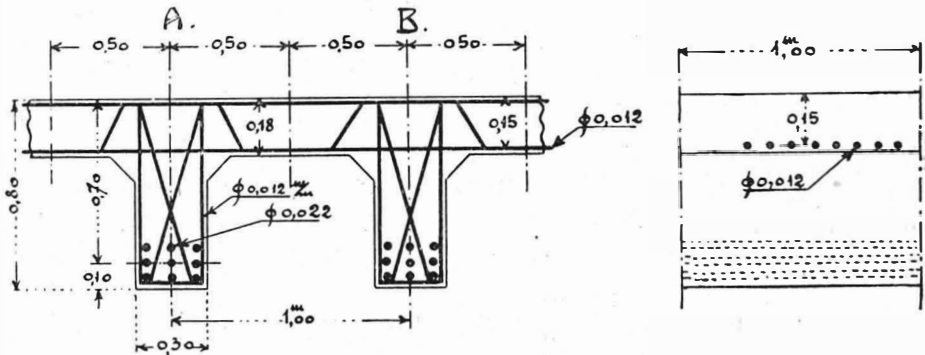


Fig. 4

Prin interpolare între valorile date de table pentru $p = 0.008$ și $p = 0.007$ se găsește

$$y = 0.875$$

și

$$a = 25.0$$

deci

$$yh = 0.875 \times 15 = 13.1 \text{ cm.}$$

atunci

$$\sigma_e = \frac{147000}{11.3 \times 13.1} = 995 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\sigma_b = \frac{995}{25} = 39.7 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_b = \frac{2650}{18 \times 100 + 15 \times 11.3} = 1.3 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_c = 15 \times 1.3 = 20 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_n = \frac{2650}{100 \times 13.1} = 2 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_z = \frac{2650}{45.2 \times 13.1} = 4.4 \text{ kgr./cm.}^2$$

În ceea-ce privește grinda propriu zisă, s'a găsit

$$M_{\max} = 2170000 \text{ kgr./cm.}$$

$$V_{\max} = 16330 \text{ hgr.}$$

avem

$$f_c = 34.2 \text{ cm.}^2$$

$$p = \frac{34.2}{70 \times 100} = 0.005$$

$$d = \frac{18}{70} = 0.26$$

se găsește pentru aceste date

$$y = 0.899$$

și

$$\alpha = 31.1$$

deci

$$yh = 0.899 \times 70 = 63 \text{ cm.}$$

așa că

$$\tau_e = \frac{2170000}{63 \times 34.2} = 1005 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_b = \frac{1005}{31.1} = 32.4 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_h = \frac{16330}{18 \times 100 + 62 \times 30 + 34.2 \times 15} = 3.9 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_e = 15 \times 3.9 = 59 \text{ kgr./cm.}^2$$

De oare-ce pe reazem, unde se produce puterea tăietoare maximă s'a prevăzut a se așeza 3 fiare în regiunea întinsă și 6 fiare în cea comprimată avem pentru calculul celorlalte eforturi :

$$u = 3 \times \pi \times 2.2 = 20.7 \text{ cm.}$$

$$h = 75 \text{ cm.}$$

$$f_e = 11.4 \text{ cm.}^2$$

$$p = \frac{11.4}{75 \times 100} = 0.0015$$

cum $d > 0.191$ urmează că în acea parte grinda se calculează ca și o dală adică

$$y = 0.937$$

și deci

$$yh = 0.937 \times 75 = 70 \text{ cm.}$$

admițând ipoteza de sub c , și luând $\tau''_0 = 4.5 \text{ kgr./cm.}$, cum

$$f = 4.52 \text{ cm.}^2 \text{ (4 fiare de 12 mm.)}$$

și

$$S = 25 \text{ cm.}$$

obținem

$$\tau_1 = \frac{16330 - 4.5 \times 30 \times 70}{4.52 \times 70} \times 25 = 545 \text{ kgr./cm.}^2$$

și

$$\tau_2 = \frac{16330}{20.7 \times 70} = 11.2 \text{ kgr./cm.}^2$$

În ceia-ce privește valorile τ_1 și τ_2 trebuie să mai observăm că formulele nu sânt de loc exacte, de oare-ce pe reazem, unde puterea tăietoare e maximă momentul încovoietor e nul sau aproape nul așa că în acea regiune raportul n nu mai are valoarea 15 introdusă în calcule.

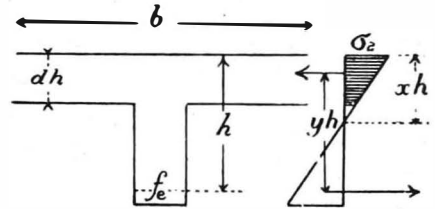
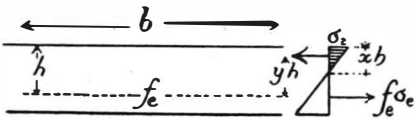
CRISTEA NICULESCU

Inginer

Șef de Secție serviciul podurilor C. F. R.

Cabele

pentru verificarea pieselor de beton armat



Formule : $a = \frac{\tau_e}{\tau_b}$

$p = \frac{f_e}{h b}$

$\tau_e = \frac{M}{f_e y h}$

$\tau_b = \frac{\sigma_e}{a}$

I. DALE

p	x	y	a
0.0010	0.159	0.947	79.5
0.0015	0.191	0.937	63.6
0.0020	0.216	0.928	54.4
0.0025	0.238	0.921	48.0
0.0030	0.258	0.914	43.1
0.0035	0.276	0.908	39.4
0.0040	0.292	0.903	36.5
0.0045	0.306	0.898	34.0
0.005	0.319	0.894	32.0
0.006	0.343	0.886	28.6
0.007	0.365	0.878	26.1
0.008	0.385	0.872	24.0

p	x	y	a
0.009	0.402	0.866	22.3
0.010	0.418	0.861	20.9
0.012	0.446	0.851	18.6
0.014	0.471	0.843	16.8
0.016	0.493	0.836	15.4
0.018	0.513	0.829	14.2
0.020	0.531	0.523	13.2
0.025	0.569	0.810	11.4
0.03	0.600	0.800	10.0
0.04	0.649	0.784	8.1
0.05	0.685	0.772	6.8

I. GRINZI T.

 $p = 0,0010$

d	x	y	a
0.05	0.250	0.976	45.0
0.08	0.192	0.965	63.1
0.10	0.174	0.957	71.2
0.12	0.165	0.952	75.9
0.14	0.160	0.948	78.7
0.159	0.159	0.947	79.5

 $p = 0.0015$

d	x	y	a
0.05	0.327	0.976	30.8
0.08	0.250	0.963	45.0
0.10	0.224	0.955	51.9
0.12	0.208	0.948	57.1
0.14	0.199	0.943	60.4
0.16	0.194	0.939	62.3
0.18	0.191	0.937	63.6
0.191	0.191	0.937	63.6

 $p = 0.0020$

d	x	y	a
0.05	0.390	0.976	23.5
0.08	0.302	0.962	34.7
0.10	0.269	0.954	40.8
0.12	0.248	0.946	45.5
0.14	0.234	0.940	49.1
0.16	0.225	0.935	51.7
0.18	0.220	0.931	53.2
0.20	0.217	0.928	54.2
0.216	0.216	0.928	54.4

 $p = 0.0025$

d	x	y	a
0.05	0.442	0.976	18.9
0.08	0.347	0.962	28.2
0.10	0.309	0.953	33.6
0.12	0.284	0.945	37.8
0.14	0.267	0.938	41.1
0.16	0.255	0.932	43.8
0.18	0.246	0.927	46.0
0.20	0.242	0.923	47.0
0.22	0.239	0.921	47.8
0.238	0.238	0.921	48.0

$p = 0.0030$

d	x	y	α
0.05	0.487	0.976	15.8
0.08	0.386	0.962	23.8
0.10	0.345	0.953	28.5
0.12	0.317	0.945	32.3
0.14	0.296	0.937	35.6
0.16	0.282	0.931	38.2
0.18	0.272	0.925	40.2
0.20	0.265	0.920	41.6
0.22	0.261	0.916	42.6
0.24	0.259	0.914	42.9
0.258	0.258	0.914	43.1

 $p = 0.0035$

d	x	y	α
0.05	0.524	0.976	13.6
0.08	0.421	0.962	20.6
0.10	0.377	0.953	24.8
0.12	0.346	0.944	27.4
0.14	0.323	0.936	31.4
0.16	0.307	0.929	33.9
0.18	0.295	0.923	35.8
0.20	0.287	0.918	37.3
0.22	0.282	0.914	38.2
0.24	0.278	0.910	39.0
0.26	0.276	0.909	39.4
0.276	0.276	0.908	39.4

 $p = 0.0040$

d	x	y	α
0.05	0.556	0.976	12.0
0.08	0.451	0.961	18.3
0.10	0.406	0.952	21.9
0.12	0.373	0.944	25.2
0.14	0.349	0.936	27.9
0.16	0.331	0.929	30.2
0.18	0.318	0.922	32.2
0.20	0.308	0.916	33.7
0.22	0.301	0.911	35.0
0.24	0.296	0.907	35.7
0.26	0.293	0.905	36.2
0.28	0.292	0.904	36.5
0.292	0.292	0.903	36.5

 $p = 0.0045$

d	x	y	α
0.05	0.585	0.975	10.6
0.08	0.479	0.963	16.3
0.10	0.433	0.952	19.6
0.12	0.399	0.944	22.6
0.14	0.372	0.935	25.3
0.16	0.352	0.928	26.9
0.18	0.338	0.921	29.4
0.20	0.326	0.915	31.0
0.22	0.318	0.909	32.2
0.24	0.312	0.905	33.1
0.26	0.309	0.901	33.6
0.28	0.307	0.899	33.8
0.30	0.306	0.898	34.0
0.306	0.306	0.898	34.0

$p = 0.005$

d	x	y	α
0.05	0.610	0.975	9.6
0.08	0.504	0.961	14.7
0.10	0.457	0.952	17.9
0.12	0.422	0.943	20.6
0.14	0.394	0.935	23.0
0.16	0.374	0.927	25.0
0.18	0.358	0.920	26.9
0.20	0.345	0.914	28.4
0.22	0.336	0.908	29.6
0.24	0.329	0.903	30.6
0.26	0.325	0.899	31.1
0.28	0.322	0.896	31.6
0.30	0.320	0.894	31.9
0.319	0.319	0.894	32.0

 $p = 0.006$

d	x	y	α
0.05	0.651	0.975	8.0
0.08	0.548	0.961	12.3
0.10	0.500	0.952	15.0
0.12	0.463	0.943	17.4
0.14	0.434	0.934	19.6
0.16	0.411	0.926	21.5
0.18	0.394	0.919	23.0
0.20	0.379	0.912	24.6
0.22	0.369	0.906	25.6
0.24	0.360	0.900	26.6
0.26	0.354	0.895	27.4
0.28	0.349	0.891	28.0
0.30	0.346	0.888	28.4
0.34	0.344	0.885	28.6
0.343	0.343	0.886	28.6

 $p = 0.007$

d	x	y	α
0.05	0.686	0.975	6.9
0.08	0.585	0.961	10.6
0.10	0.537	0.952	12.9
0.12	0.499	0.943	15.0
0.14	0.468	0.934	17.1
0.16	0.444	0.926	18.8
0.18	0.425	0.918	20.3
0.20	0.409	0.911	21.6
0.22	0.397	0.904	22.8
0.24	0.388	0.898	23.6
0.26	0.380	0.892	24.4
0.28	0.375	0.888	25.0
0.30	0.370	0.884	25.5
0.34	0.366	0.879	26.0
0.365	0.365	0.878	26.1

 $p = 0.008$

d	y	x	α
0.08	0.616	0.961	9.3
0.10	0.568	0.952	11.4
0.12	0.530	0.943	13.3
0.14	0.500	0.934	15.0
0.16	0.475	0.925	16.6
0.18	0.454	0.917	18.0
0.20	0.437	0.910	19.4
0.22	0.424	0.903	20.4
0.24	0.413	0.896	21.2
0.26	0.404	0.891	22.1
0.28	0.398	0.885	22.7
0.30	0.393	0.881	23.1
0.35	0.386	0.873	23.8
0.385	0.385	0.872	24.0

$p = 0.009$

d	x	y	a
0.08	0.642	0.961	8.4
0.10	0.595	0.952	10.4
0.12	0.557	0.943	11.9
0.14	0.526	0.934	14.2
0.16	0.502	0.925	14.9
0.18	0.480	0.917	16.2
0.20	0.463	0.909	17.4
0.22	0.448	0.902	18.5
0.24	0.436	0.895	19.4
0.26	0.427	0.889	20.1
0.28	0.420	0.883	20.7
0.30	0.413	0.878	21.3
0.35	0.404	0.869	22.1
0.40	0.402	0.866	22.3
0.402	0.402	0.866	22.8

 $p = 0.010$

d	x	y	a
0.08	0.666	0.960	7.5
0.10	0.620	0.951	9.2
0.12	0.583	0.942	10.7
0.14	0.551	0.933	12.2
0.16	0.525	0.925	13.6
0.18	0.504	0.917	14.8
0.20	0.486	0.909	15.9
0.22	0.471	0.901	16.8
0.24	0.458	0.894	17.7
0.26	0.448	0.888	18.5
0.28	0.440	0.882	19.1
0.30	0.433	0.876	19.6
0.35	0.422	0.866	20.5
0.40	0.418	0.861	20.9
0.418	0.418	0.861	20.9

 $p = 0.012$

d	x	y	a
0.10	0.661	0.951	7.7
0.12	0.625	0.942	9.0
0.14	0.593	0.933	10.3
0.16	0.567	0.924	11.5
0.18	0.544	0.916	12.6
0.20	0.526	0.908	13.2
0.22	0.512	0.900	14.3
0.24	0.497	0.893	15.2
0.26	0.485	0.886	15.9
0.28	0.476	0.879	16.5
0.30	0.469	0.874	16.9
0.35	0.455	0.861	17.9
0.40	0.448	0.854	18.5
0.446	0.446	0.851	18.6

 $p = 0.014$

d	x	y	a
0.12	0.657	0.942	7.8
0.14	0.627	0.933	8.9
0.16	0.602	0.924	9.9
0.18	0.580	0.915	10.8
0.20	0.561	0.907	11.7
0.22	0.545	0.899	12.5
0.24	0.531	0.892	13.3
0.26	0.518	0.884	13.9
0.28	0.508	0.878	15.1
0.30	0.500	0.871	15.0
0.35	0.484	0.858	16.0
0.40	0.476	0.848	16.5
0.45	0.471	0.843	16.8
0.471	0.471	0.843	16.8

$p = 0.016$

d	x	y	a
0.14	0.657	0.933	7.8
0.16	0.633	0.924	8.7
0.18	0.610	0.915	9.6
0.20	0.591	0.907	10.4
0.22	0.574	0.899	11.1
0.24	0.560	0.891	11.8
0.26	0.547	0.883	12.4
0.28	0.536	0.876	13.0
0.30	0.528	0.870	13.9
0.35	0.511	0.855	14.4
0.40	0.500	0.844	15.0
0.45	0.495	0.838	15.3
0.493	0.493	0.836	15.4

 $p = 0.018$

d	x	y	a
0.14	0.682	0.933	7.0
0.16	0.658	0.924	7.8
0.18	0.636	0.915	8.6
0.20	0.617	0.906	9.3
0.22	0.601	0.898	9.9
0.24	0.586	0.890	10.6
0.26	0.573	0.883	11.2
0.28	0.562	0.875	11.7
0.30	0.553	0.869	12.1
0.35	0.534	0.853	13.1
0.40	0.522	0.844	13.8
0.45	0.515	0.833	14.1
0.50	0.513	0.829	14.2
0.513	0.513	0.829	14.2

 $p = 0.020$

d	x	y	a
0.15	0.680	0.924	7.1
0.18	0.659	0.915	7.8
0.20	0.640	0.906	8.4
0.22	0.623	0.898	9.1
0.24	0.609	0.890	9.6
0.26	0.596	0.882	10.2
0.28	0.585	0.875	10.6
0.30	0.575	0.868	11.1
0.35	0.556	0.852	12.0
0.40	0.543	0.839	12.6
0.45	0.535	0.829	13.0
0.50	0.531	0.824	13.2
0.531	0.531	0.823	13.2

 $p = 0.025$

d	x	y	a
0.22	0.672	0.897	7.3
0.24	0.656	0.889	7.9
0.26	0.644	0.881	8.3
0.28	0.632	0.873	8.7
0.30	0.622	0.866	9.1
0.35	0.602	0.849	9.9
0.40	0.587	0.834	10.5
0.45	0.578	0.823	10.9
0.50	0.571	0.815	11.2
0.55	0.569	0.811	11.4
0.569	0.569	0.810	11.4

$$p = 0.030$$

d	x	y	z
0.26	0.682	0.880	7.0
0.28	0.669	0.872	7.4
0.30	0.660	0.865	7.7
0.35	0.639	0.847	8.5
0.40	0.623	0.831	9.1
0.45	0.612	0.819	9.5
0.50	0.605	0.809	9.8
0.55	0.601	0.802	10.0
0.60	0.600	0.800	10.0

Bușteni 15/7 1907

Ing. C. NICULESCU