

Ponekad se izraz (1b) piše u obliku u kome se uvodi i komparativna vrednost Ac za aksijalne stapove sistema [3] :

$$EIc\delta = \sum_{n1} \frac{Ic}{I} \int M \bar{M} dx + \frac{Ic}{Ac} \sum_{n2} \frac{Ac}{A} \int N \bar{N} dx \quad (1e)$$

Danas oblik (1b) ima prednost pri primeni računara, jer se jednostavnije uvodi i mogućnost promene modula elastičnosti za neke elemente konstrukcije i dobijaju krajnje vrednosti pomeranja koje se traže u praksi. Zbog tradicije oblika izraza (1d) ili (1e) proračuna u našoj zemlji, oni se ovde detaljnije izlažu.

2.2. Izrazi za pojedinačne elementa sistema

a) Redukovane vrednosti integrala

Delovi izraza u sumama izraza od (1a) do (1c) se mogu prikazati na sledeći način:

1. Integral proizvoda momentnih površina duž 1 elementa

$$I^{(M)} = \int_l M \bar{M} dx \quad (2a)$$

2. Integral proizvoda dijagrama N sila duž 1 elementa

$$I^{(N)} = \int_l N \bar{N} dx \quad (2b)$$

Pored ovih integrala definisaćemo:

3. Redukovani integral M sila duž 1 elementa (obebežen sa 'prim')

$$I^{(M)} = \frac{Ic}{I} \int_l M \bar{M} dx \quad (3a)$$

4. Redukovani integral N sila duž 1 elementa (obebežen sa 'prim')

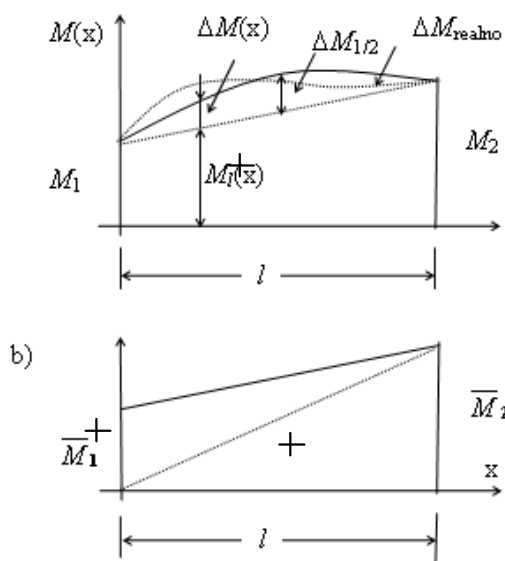
$$I^{(N)} = \frac{Ic}{A} \int_l N \bar{N} dx \quad (3b)$$

Uvođenje pojma redukovane vrednosti integrala treba da smanji obim rada pri proračunu i, verovatno, jasnije se poštuje početni izraz (10). Praktična strana je vidljiva iz primera na kraju rada. U dosadašnjoj praksi, češće, se koriste redukovane dužine elemenata ($l' = l \cdot Ic/I$) ili redukovane vrednosti momenata savijanja $M' = M \cdot Ic/I$.

b) Integral $I^{(M)}$ za 1 element

Na ovoj slici SL. 1., su obeležene sledeće veličine:

- $M_l(x)$ - linearna funkcija $M_l(x)$ duž elementa
- $\Delta M(x)$ - dopunska (lokalna) promene momenta savijanja.



Sl.1 Momenti savijanja duž 1 elementa
 a) Moment savijanja $\overline{M}(x)$
 b) Uticajna funkcija $\overline{M}(x)$

Prema Sl.1, ako se posmatra jedan element statičkog sistema, momentna površina usled spoljašnjeg opterećenja sadrži deo koji se linearno menja duž elementa M_1 i lokalnu promenu koja je skicirana kao parabolična, ali može da ima i neki od oblika I do IV koji su dati u Tabeli 1. Pored toga, na skici je crticama naznačen i neki proizvoljni oblik promene M za koju poznajemo karakterističnu promenu ΔM_{max} u sredini elementa. U tom slučaju traži se samo približna vrednost integrala.

Drugi dijagram se dobija kao momentni dijagram usled dejstva generalisane jedinične sile $P=l$ u pravcu pomeranja koje treba odrediti na statičkom sistemu.

Pretpostavljamo da se uvek može napisati:

$$M = M_l + \Delta M. \quad (4)$$

Tada se Integral $I_l^{(M)}$ za linearnu promenu M duž 1 elementa primenom postupka direktne integracije može napisati u poznatom obliku

$$I_l^{(M)} = \frac{l}{6} \left[\overline{M}_1 (2M_1 + M_2) + \overline{M}_2 (M_1 + 2M_2) \right] \quad (5a)$$

a integral $\Delta I_l^{(M)}$ za lokalnu promenu ΔM duž 1 elementa (dopunska vrednost) u sledećem obliku.

$$\Delta I^{(M)} = l \cdot \Delta M (\overline{M}_1 \cdot \rho_1 + \overline{M}_2 \cdot \rho_2) \quad (5b)$$

Tabela 1. Integral I_L linearne promene M na elementu

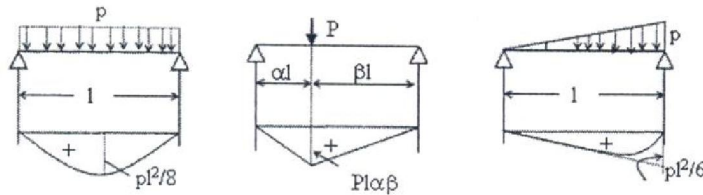
Opt	Oblik M	$I_L = \int M \bar{M} ds$
1 Spoljasno		$I_L = \frac{l}{6} [\bar{M}_1(2M_1 + M_2) + \bar{M}_2(M_1 + 2M_2)]$
2 $\bar{P} = 1$		$\text{Za } \bar{M}_2 = 0 :$ $I_L = \frac{l}{6} \bar{M}_1(2M_1 + M_2)$ $\text{Za } \bar{M}_1 = 0 :$ $I_L = \frac{l}{6} M_2(M_1 + 2M_2)$

Oblik opterećenja 1 ili 2 : (\bar{P} – generalisana sila)

Tabela 2. Integral ΔI lokalne promene M na elementu

Opt.	Oblik M	ρ_1	ρ_2	$\Delta I = \int \Delta M \bar{M} ds$
I $p = \text{const}$		$\frac{l}{3}$	$\frac{l}{3}$	$\Delta I = l \Delta M (\bar{M}_1 \cdot \rho_1 + \bar{M}_2 \cdot \rho_2)$
II P u cvoru $X = \alpha l$		$\frac{l}{6}(1 + \beta)$	$\frac{l}{6}(1 + \alpha)$	$\text{Za } \bar{M}_2 = 0 :$ $\Delta I = l \rho_1 \cdot \Delta M \cdot \bar{M}_1$ $\text{Za } \bar{M}_1 = 0 :$ $\Delta I = l \rho_2 \cdot \Delta M \cdot \bar{M}_2$
III P u cvoru $X = 1/2$		$\frac{l}{4}$	$\frac{l}{4}$	$\text{Za } \rho_1 = \rho_2 :$ $\Delta I = l \rho_1 \Delta M (\bar{M}_1 + \bar{M}_2)$
IV Trougaono podeljeno		$\frac{7}{60}$	$\frac{8}{60}$	

Oblik opterećenja od I do IV :



Podaci su u saglasnosti sa podacima u knjizi M.Djurića (Postupak Varesčagina)[1] i prema programu Delta03(Postupak direktne integracije funkcija)[2]

U Tabeli 1. su prikazani osnovni slučajevi spoljašnjeg opterećenja i formule za vrednost integrala $I_l^{(M)}$. Formule su dobijene direktnom integracijom za slučajeve I do IV opterećenja. Rezultati se potpuno podudaraju sa rezultatima u knjizi M.Đurića [3] koji su dobijeni primenom Vereščaginovog postupka. Iste formule se mogu naći u mnogim knjigama iz Statike konstrukcija, ali se, najčešće, ne daju gotovi rezultati već samo položaji težišta momentnih površina[11] i [13]. Tada, rad na proračunu integrala, postaje složeniji. Ako su sračunate vrednosti za ρ_1 i ρ_2 za neka druga opterećenja može se primeniti, takođe, ista formula (5b).

c) Integral $I^{(N)}$ za 1 element

$$I^{(N)} = \int_l N \bar{N} dx = l \cdot N_m \cdot \bar{N} \quad (5c)$$

Srednja vrednost integrala dobija se unoseći srednje vrednosti za N sile (v. Sl.2).

2.3. Ukupna vrednost integrala $EIc\delta$ za ceo nosač

Za grede i kombinovane sisteme ukupna vrednost integrala sadrži član zbog uticaja linearne promene M -sila, deo zbog dopunske promene momenata ΔM i uticaja N sila

$$EIc\delta = \sum_{n1} \frac{Ic}{I} \left(\int_l M_l \bar{M} dx + \frac{Ic}{I} \int_l \Delta M \bar{M} dx \right) + \sum_{n2} \frac{Ic}{A_l} \int_l N \bar{N} dx \quad (6a)$$

Treći član se često može zanemariti ako sistem ne sadrži štapove koji su samo aksijalno opterećeni.

Izraz (6a) može se sažetije prikazati

$$EIc\delta = \sum_{n1} (I_l^{(M)} + I_l^{(\Delta M)}) + \sum_{n2} I_l^{(N)} \quad (6b)$$

Računar može direktno izvršiti sumiranje prema ovom izrazu, ali se lako primenjuje i za ručni proračun što je prikazano u primeru.

Prema tome, definisana su dva izraza za pomeranja:

1. za uticaje M sila

$$EIc\delta^{(M)} = \sum_{n1} (I_l'^{(M)} + I^{(\Delta M)}) \quad (7a)$$

2. za uticaje N sila

$$EIc\delta^{(N)} = \sum_{n2} I'^{(N)} \quad (7b)$$

Izrazi(5) ili (6) pogodni su za analitički definisane slučajeve I-IV koji su potpuno određeni.

Međutim, ovi izrazi su primenjivi i za bilo koje promene spoljašnjeg opterećenja, jer se može sračunati procenjena greška proračuna primenom izraza

$$\bar{R} = \frac{EIc\delta^{(\Delta M)}}{EIc\delta} \quad (8)$$

Da bi izraz bio lakše primenjiv izbor elemenata treba da bude takav da ΔM ima što manju apsolutnu vrednost što se jednostavno postiže podelom elemenata na dva ili više delova.

2.4. Proračun pomeranja za rešetke

Primenjuje se postupak koji je već opisan za aksijalo opterećeni element (pod 2.2) .Na osnovu izraza (1) i (6b) sledi

$$EAc\delta = \sum_{n2} \frac{Ac}{A} N\bar{N} \cdot l \quad (9)$$

gde je:

- n - broj štapova rešetke
- N - normalna sila usled spoljašnjeg opterećenja
- \bar{N} - normalna sila usled virtualne sile $\bar{P} = 1$

2.5. Proračun pomeranja za dejstvo temperature

Dejstvo temperature se može svesti na zamenjujuće sile.

Zamenjujuća normalna sila za 1 štap je

$$N_{T_0} = EA \cdot \alpha \cdot T^0 \quad (10a)$$

,a zamenjujući moment savijanja elementa je

$$M_{T_0} = EI \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta T^0}{h} \quad (10b)$$

gde je:

- α - koeficijent linearnog dilatiranja elementa

- T^0 -srednja temperatura u elementu
- ΔT^0 -razlika temperature između donje i gornje površine poprečnog preseka(Sl.3).

2.6. Proračun pomeranja usled pomeranja oslonaca

Pomeranja usled pomeranja oslonaca daje izraz

$$\delta = -\sum_{n3} \bar{C}_k \cdot c_k \quad (11)$$

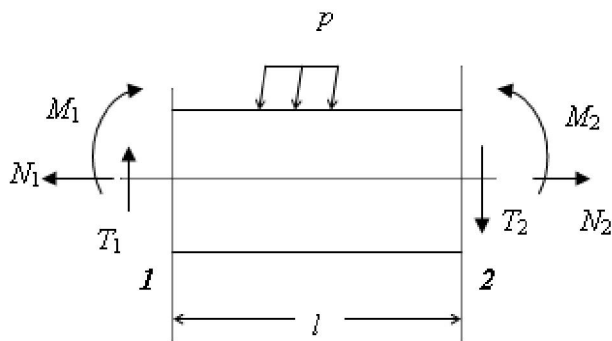
gde je:

- \bar{C}_k - reakcija oslonca k usled dejstva jedinične sile $\bar{P} = 1$ u pravcu traženog pomeranja
- c_k - zadato pomeranje oslonca k
- n_3 - broj oslonaca sa zadatim pomeranjima.

2.7. Pozitivni znaci za unutrašnje sile

Znaci su u saglasnosti sa konvencijom u Mehanici konstrukcija (v.Darkov[11])

Na Sl.4 su prikazani znaci na 1 elementu.



Sl.4 Pozitivni smerovi sila na elementu 1-2

2.8. Principi aproksimacije i superpozicije opterećenja

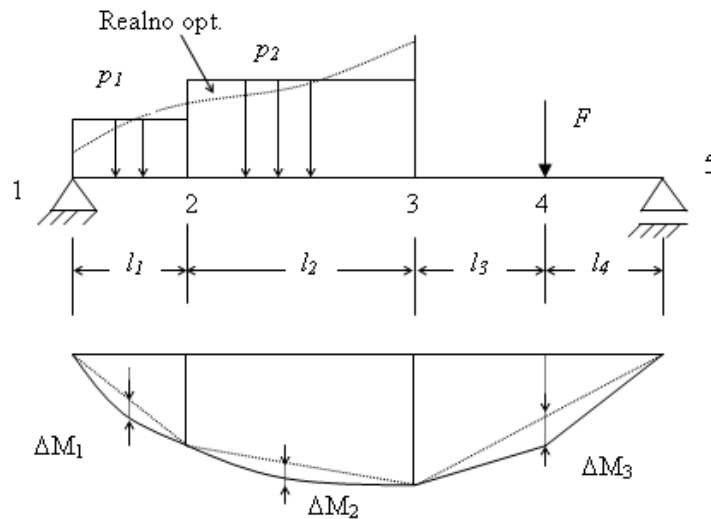
Na jednostavnom primeru proste grede prikazana je mogućnost da se proizvoljno opterećenje pretvori u niz uniformo raspodeljenih zona koje biramo na osnovu inženjerskog iskustva (v. Sl 5)

Integral momentne površine je

$$I = I_l + \Delta I \quad (10b)$$

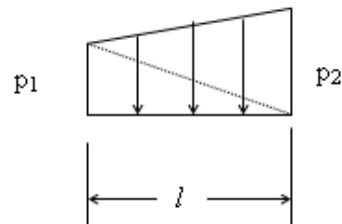
pa se greška integracije u konkretnom slučaju može napisati da je

$$\bar{R} = abs\left(\frac{\Delta I}{I_l}\right) \quad (10b)$$



Sl.5 Aproximacija opterećenja na elementu 1 i 2

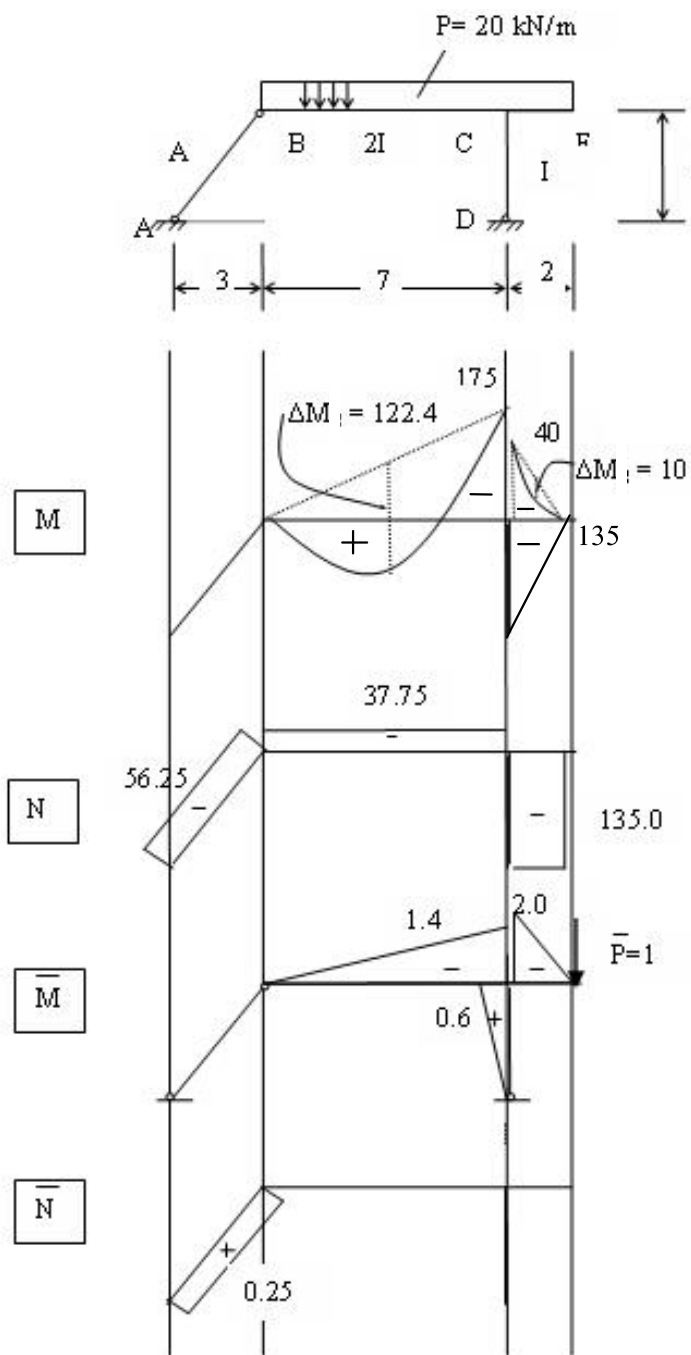
Za razmatranu prostu gredu priraštaj ΔI se uzima samo za dve lokalne parabole na Sl.5. Na Sl.6 je prikazana jedna od mogućih superpozicija preko primera raspodeljenog trapeznog trougaonog opterećenja na elementu, koje se razlaže na dva trougaona opterećenja.



Sl.6 Trapezno raspodeljeno opterećenje može se podeliti na dva trougaona koja daju iste vrednosti momenata savijanja

Primer postupka I.

Za dati sistem i opterećenje treba odrediti vertikalno pomeranje tačke E. Ovaj primer je obrađivan od strane studenata GFS iz predmeta Otpornost materijala pod rukovodstvom Prof.dr Ž. Bojovića.



Sl. Primer 1. Dijagrami uticaja(M,N) a) Spoljasno opterecenje b) Sila $\bar{P}=1$

Na ovoj slici prikazan je statički sistem, opterećenje i dijagrami M i N sila.

Umesto redukovanih dužina šapova primenjuju se redukovane vrednosti integrala

$$\frac{Ic}{I} \int_l M \bar{M} dx$$

što isključuje potrebu crtanja skice redukovanih dužina.

Rešenje: Pomeranja tražimo na taj način sto prethodno nalazimo redukovane integrale za pojedinačne elemente, a zatim se formira njihova suma. Primenjuje se formula (5a), (ili formula iz Tabele 1) za linearnu integraciju i formula (5b) (ili formula iz Tabele 2 za dopunski integral).

Redukovani integrali duž elemenata su:

El 2 (BC)

$$I^{(M)} = \frac{Ic}{I} \frac{l}{6} [\bar{M}_2(M_1 + 2M_2)] = 0.5 \frac{7.0}{6} [(-1.4)(0 + 2 \cdot (175))] \dots \dots \dots = 285.83$$

$$\Delta I^{(M)} = l \cdot \Delta M (\bar{M}_2 \cdot \rho_2) = 0.5 \cdot 7.0 \cdot (+122.5) (-1.4 \cdot \frac{1}{3}) \dots \dots \dots = -200.08$$

El 3 (CE)

$$I^{(M)} = \frac{Ic}{I} \frac{l}{6} [\bar{M}_1(2M_1 + M_2)] = 0.5 \frac{2.0}{6} [-2.0 \cdot (2 \cdot (-40) + 0)] \dots \dots \dots = 26.66$$

$$\Delta I^{(M)} = l \cdot \Delta M (\bar{M}_1 \cdot \rho_1) = 0.5 \cdot 7.0 \cdot (+10.0) (-2.0 \cdot \frac{1}{3}) \dots \dots \dots = -3.33$$

El 4 (CD)

$$I^{(M)} = \frac{Ic}{I} \frac{l}{6} [\bar{M}_1(2M_1 + M_2)] = 1.0 \frac{4.0}{6} [0.6 \cdot (2 \cdot (-135) + 0)] \dots \dots \dots = -108$$

El 1 (AB)

$$I^{(N)} = \frac{Ic}{A} l \cdot \bar{N}_1 \cdot N_1 = 0.05 \cdot 5 \cdot 0.25 \cdot (-56.25) \dots \dots \dots = -108$$

$$EI_c \delta_E = 5.76$$

Proračun je lakše obaviti u obliku tabele umesto prikazanog modifikovanog oblika prema [3].

3. POSTUPAK TEŽINSKIH KOEFICIJENATA

Postupak se primenjuje kada su momenti inercije $I=I(x)$ promenljivi duž nekih elementa sistema. Primena postupka ce biti prikazana samo za dejstvo momenata savijanja. Oznake osnovnih veličina primenjenih u postupku prikazane su na Sl.II.1. Razmatramo samo 1 element nosača pa je

$$\delta = \int_i \frac{M\bar{M}}{EI} dx \quad (11)$$

Ako se u ovom izrazu obeleži

$$f_i = \frac{M_i}{EI} \quad (12a)$$

i

$$K_i = \bar{M}_i \quad (12b)$$

gde i označava neki čvor nosača $0 \leq i \leq n$, tada izraz (11) prelazi u oblik (1) :

$$\delta = \int_i K(x) \cdot f(x) \cdot dx \quad (13)$$

Izraz za pomeranje se može sračunati za linearnu promenu funkcije f_i

$$\delta_l = \sum_0^n \bar{w}_{l,i} \cdot f_i \quad (13a)$$

i za pretpostavljenu lokalnu paraboličnu promenu

$$\delta_p = \sum_0^n \bar{w}_{p,i} \cdot f_i \quad (13b)$$

Težinski koeficijenti ($\bar{w}_{l,i}; \bar{w}_{p,i}$) su sračunati za linearnu i paraboličnu integraciju i prikazani u Tabeli II.1.

Procenjena relativna greška integracije je

$$\bar{R} = abs\left(\frac{\delta_p - \delta_l}{\delta_l}\right) \quad (14)$$

Greška integracije omogućava da se izabere minimalan broj podataka, a da se pri tome očuva potpuno tačnost proračuna. Prednost ovog postupka treba da bude nesumnjiva u odnosu na klasičan pristup.

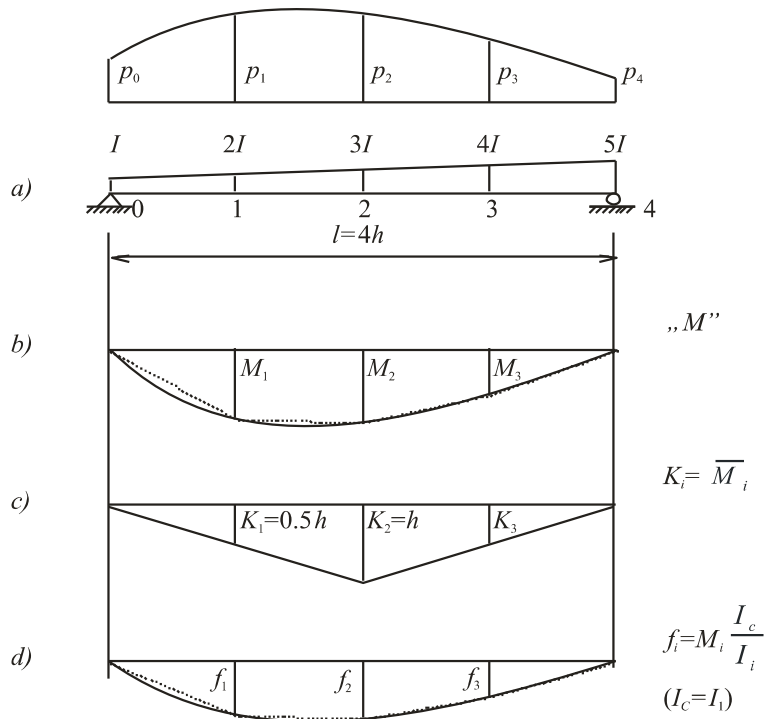
Ako se integracija odnosi na više štapova mogu se kombinovati rešenja prema Postupku I ili Postupku II da bi se dobio zbir uticaja po svim elementima kao što je to detaljno prikazano u prvom postupku.

Tabela II. 1. Težinski koeficijenti kao funkcija $K(x_i)$

n	i	\bar{w}_i (lin. int.)	\bar{w}_i (par. int.)
1	0	$2K_0+K_1$	$3K_0+K_1$
	1	K_0+2K_1	$3K_0+5K_1$
2	0	$2K_0+K_1$	$3.5K_0+K_1-0.5K_2$
	1	$K_0+4K_1+K_2$	$3K_0+10K_1+3K_2$
	2	K_1+2K_2	$-0.5K_0+K_1+3.5K_2$
3	0	$2K_0+K_1$	$3.5K_0+K_1$
	1	$K_0+4K_1+K_2$	$3K_0+10K_1+K_2-0.5K_3$
	2	$K_1+4K_2+K_3$	$-0.5K_0+K_1+10K_2+3K_3$
	3	K_2+2K_3	$K_2+3.5K_3$
4	0	$2K_0+K_1$	$3.5K_0+K_1$
	1	$K_0+4K_1+K_2$	$3K_0+10K_1+K_2$
	2	$K_1+4K_2+K_3$	$-0.5K_0+K_1+10K_2+K_3-0.5K_4$
	3	$K_2+4K_3+K_4$	$K_2+10K_3+3K_4$
	4	K_3+2K_4	$K_3+3.5K_4$
n	0	$2K_0+K_1$	$3.5K_0+K_1$
	1	$K_0+4K_1+K_2$	$3K_0+10K_1+K_2$
	2	$K_1+4K_2+K_3$	$-0.5K_0+K_1+10K_2+K_3$
	3	$K_2+4K_3+K_4$	$K_2+10K_3+K_4$
	---	-----	-----
	1	$K_{i-1}+4K_i+K_{i+1}$	$K_{i-1}+10K_i+K_{i+1}$
	---	-----	-----
	$n-2$	$K_{n-3}+4K_{n-2}+K_{n-1}$	$K_{n-3}+10K_{n-2}+K_{n-1}-0.5K_n$
	$n-1$	$K_{n-2}+4K_{n-1}+K_n$	$K_{n-2}+10K_{n-1}+3K_n$
	n	$K_{n-1}+2K_n$	$K_{n-1}+3.5K_n$

$$w_i = C \bar{w}_i h ; \quad C=1/6 \text{ – lin. int. ; } \quad C=1/12 \text{ – par. int.}$$

Primer postupka II. Naći pomeranje u sredini grede prikazane na Sl II.1. Raspodeljeno opterećenje je promenljivo. Na slici II.1.b su zadate vrednosti momenata savijanja od M_0 do M_4 . Treba prikazati procenjenju grešku proračuna sa samo četiri intervala duž grede. Korak integracije je $h=1/4$.



Sl.II.1. a) Greda i opterećenje b) Momenti savijanja c) Uticajna linija d) Funkcija opterećenja
 Fig. 4. a) Beam and load, b) Bending moments, c) Influence line, d) Load function.

Rešenje: Pomeranje u sredini grede može se naći primenom prvog člana u Morovoj formuli(II.1). Dijagrami savijanja M_i izazvani silom $P=I$ mogu se posmatrati kao uticajni dijagrami, odnosno funkcije $K(x)$. Ako se obeleži

$$K_i = \overline{M}_i \quad \text{i} \quad f_i = M_i \frac{I_c}{I_i} \quad \text{dobija se integral oblika (13), gde su poznate vrednosti } K_i \text{ i } f_i.$$

Vrednosti za $K(x)$ i $f(x)$ su prikazane u Tabeli II.3 i na Sl. II.2.

Tabela II.3. Vrednosti funkcija $K(x)$ i $f(x)$.

i	x_i	K_i	$\frac{I_c}{I_i}$	M_i (kNm)	f_i
0	0	0	1	0	0
1	2 h	0.5 h	0.5	2.40 h	1.2 h
2	2h	h	0.333	2.70 h	0.9 h
3	3h	0.5 h	0.25	2.00 h	0.6 h
4	4 h	0	0.20	0	0

Tabela II.4. Vrednosti integrala $\frac{6}{h} I_l$ i $\frac{12}{h} I_p$.

i	$\bar{w}_{l,i}$	$\bar{w}_{p,i}$	f_i	$\bar{w}_{l,i} f_i$	$\bar{w}_{p,i} f_i$
0	$0.5h$	$0.5h$	0	0	0
1	$3 \cdot 3h$	$6h$	$1.2h$	$3.6h^2$	$7.2h^2$
2	$5h$	$11h$	$0.9h$	$4.5h^2$	$9.9h^2$
3	$3h$	$6h$	$0.6h$	$1.8h^2$	$3.6h^2$
4	$0.5h$	$0.5h$	0	0	0
			Σ	$9.9h^2$	$20.7h^2$

Proračun integrala se daje u prikazanoj Tabeli II.4. Rezultati integracije su sledeći:

$$I_l = \frac{h}{6} \sum_0^n \bar{w}_{l,i} \cdot f_i = \frac{9.9}{6} \cdot h^3 = 1.65 \cdot h^3$$

$$I_p = \frac{h}{12} \sum_0^n \bar{w}_{p,i} \cdot f_i = \frac{20.7}{12} \cdot h^3 = 1.72 \cdot h^3$$

Procenjena greška integracije je

$$|\bar{R}_0| = \left| \frac{I_p - I_l}{I_l} \right| 100 = 4.5 (\%)$$

, a pomeranje je

$$\delta = 1.72 \cdot \frac{h^3}{EI_C}$$

Vidi se da je proračun pomeranja obavljen sa samo četiri intervala i da je dobijena zadovoljavajuća tačnost.

4. ZAKLJUČCI

Analizirajući rezultate u gornjem tekstu može se zaključiti sledeće:

1. Rad na proračunu pomeranja se može uprostiti ako se integracija momentne površine posebno obavi za linearnu i lokalnu promenu M;
2. Jednostavnije je primeniti gotove rezultate integracije nego primeniti postupak Vereščagina sa primenom položaja težišta tipičnih oblika. Pored toga, postupak je jasniji pri ručnoj obradi zadataka;
3. Greška proračuna se može proceniti i na taj način smanjiti obim rada, jer je potreban manji broj podataka za istu tačnost proračuna.

4. Primena podprograma DeltaHOM03 u okviru programa ConstructELEMENTS je uspešno moguća .
5. Za ručnu obradu zadataka moguća je primena istih formula kao i za računare;
6. Tabela sa prikazom rezultata 'množenja površina' treba u praksi da se pokaže kao jednostavniji i pregledniji oblik za ručnu obradu zadataka.

LITERATURA

- [1] Bajpai A.: Mustoe L., Walker D.: Engineering Mathematics, Wiley, New York, USA, **1979**.
- [2] Demidovich D., Maron I.: Osnovi vicesliteljnoj matematiki, Nauka, Moscow, **1979**.
- [3] Durić M.: Statika konstrukcija, N. Knjiga, Beograd, **1970**.
- [4] Tosic D.: Uvod u matematičku analizu, N. Knjiga, Belgrade, **1982**.
- [5] Mihailović V., A possibility for modification of Simpson's formula, *Bulletins for applied mathematics*, CBM XII, 87, p. 246-256, Budapest (**1987**).
- [6] Mihailović V.: A Numerical integration Approach by Weight Factors and its Accuracy, *Int. j. for num. meth. in ing.*, vol 28, 1217-1228, Wiley (**1989**).
- [7] Mihailovic V. : Postupak numeričke integracije za prigušene vibracije, *Izgradnja* 6 ,5-10 (**1986**)
- [8] Mihailović V., LandovićA.:Novi aplikativni programa za konstrukcije 'Construct B05', Međunarodna konferencija u Subotici,s.190-196, **2005**.
- [9] Mihailović V., Landović A.: Dve nove verzije grupe aplikativnih programa 'Construct',Međunarodna konferencija u Subotici,s.175-184, **2007**.
- [10] Mihailović V., Beleslin R.: Analiza uticaja impulsnog opterećenja, s.29 , Građevinski fakultet u Subotici, **1999**.
- [11] Darkov A.: Structural Mechanics (in English), Mir, Moscow , **1979**.
- [12] T. Shoup, T.: *A. Guide to Computer Methods*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, **1979**.
- [13] Ghali A.and A.M.Nevill A.M.: *Structural Analysis* , Chapman and Hill ,London, **1978**.
- [14] H.Jing H.:Space time hybrid stress element for linear elastodynamic analysis of isotropic materials , *Comun. appl. num. meth.* , vol.7 ,39-47, Wiley (**1991**).
- [15] N. Bardell N.: The application of symbolic computing to the hierarchical finite element method , *Int. j. for num. meth. in ing.* ,vol 28, 1181-1204 ,Wiley (**1989**).
- [16] Lean M.and Wexler A.:Accurate numerical integration of singular boundary element kernels over bounders with curvature, *Int. j. for num. meth. in ing.* ,vol 21, 211-238, Wiley (**1985**).
- [17] K. W. Morton K. W.: *Numerical solution of convection-Diffusion problems*, Chapman and Hall, **1996**.
- [18] Engeln G.-Mulges and Uhlig F.: *Numerical algorithms with C*, Springer ,**1996**.
- [19] Evans C.W.: *Engineering mathematics*, Chapman and Hall, **1997**.
- [20] Ueberhuber C. W.:*Numerical computation*, Springer, **1997**.
- [21] Kreyszig, E *Advanced engineering mathematics*, Wiley ,**1993**.
- [22] Evans G.:*Practical numerical integration* , Wiley, **1993**.

AN APPLICATION OF MOR'S FORMULA FOR THE CALCULATION OF DISPLACEMENTS AND IT'S ACCURACY

Summary: *Versions of the calculation for Mohr's integral will be shown as analytic solution and as numerical one with the estimation of errors. Numerical method is based on the method of integration of the two product functions which exist, also, in other technical areas [1] [2]. Here are given an approach which can be used for hand and computers calculations by using application DeltaHOM03.*

Key words: *Mohr's formula, displacement analysis, estimation of errors.*