

Vladimir Marusceac

Calculul Podurilor Dalate

Îndrumător de lucrări

UTPRESS

Cluj-Napoca, 2021

ISBN 978-606-737-496-4

Vladimir MARUSCEAC

CALCULUL PODURILOR DALATE

Îndrumător de lucrări



UTPRESS

Cluj - Napoca, 2021

ISBN 978-606-737-496-4



Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
C.P. 42, O.P. 2, 400775 Cluj-Napoca
Tel.:0264-401.999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
<http://biblioteca.utcluj.ro/editura>

Director: ing. Călin Câmpean

Recenzia: Şef lucrări dr. ing. Alexandra Denisa Danciu

Şef lucrări dr. ing. Mircea Andrei Suciu

Copyright © 2021 Editura U.T.PRESS

Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-496-4

Bun de tipar: 02.04.2021

1. Cuprins

2.	Generalități.....	5
2.1.	Materiale utilizate.....	5
2.1.1.	Betonul.....	5
2.1.2.	Armături.....	7
2.2.	Acțiuni și încărcări la poduri.....	8
2.3.	Modele de încărcare.....	8
2.3.1.	Modelul de încărcare 1 (LM1).....	8
2.3.2.	Modelul de încărcare doi (LM2).....	9
2.3.3.	Modelul de încărcare trei (LM3).....	10
2.3.4.	Modelul \de încărcare 4 (LM4).....	10
2.3.5.	Grupuri de încărcări la poduri rutiere.....	10
2.4.	Gabarite.....	10
2.5.	Alcătuire.....	13
3.	Tema de Proiectului.....	17
3.1.	Borderou.....	17
4.	Geometria podului și scurgerea apelor.....	18
5.	Solicitările asupra dalei.....	19
5.1.1.	Încărcări permanente pe consola trotuarului.....	19
5.1.2.	Încărcări utile pe consola trotuarului.....	21
5.1.3.	Încărcări permanente pe suprafața dalei.....	21
5.1.4.	Încărcări utile pe suprafața dalei.....	22
6.	Calculul dalei de beton cu metoda exactă folosind suprafețe de influență OLSEN-REINITZHUBER...25	25
6.1.	Geometria și încărcările de calcul:.....	25
6.2.	Calculul Momentelor încovoietoare M_x și M_y cu ajutorul tabelor pentru suprafețe de influență:..26	26
6.2.1.	Momente încovoietoare M_x și M_y din încărcări pe suprafața dalei.....	27
6.2.2.	Momente încovoietoare M_x și M_y din încărcări pe latura liberă a dalei.....	29
6.3.	Calculul momentului maxim în punctul marginal a1 din încărcări utile.....	31
6.3.1.	Ipoteza 1 (convoi LM1+ oameni pe trotuar).....	31

6.3.2.	Ipoteza 2 (aglomerări de oameni pe pod).....	37
6.4.	Calculul momentului maxim în punctul central a5 din încărcări utile	37
6.4.1.	Ipoteza1 (convoi LM1+ oameni pe trotuar cu 3 kN/m ²)	38
6.4.2.	Ipoteza 2 (aglomerări de oameni pe pod).....	44
6.5.	Calculul momentului maxim My în punctul central a5 din încărcări utile	45
6.5.1.	Ipoteza 1 (convoi LM1+ oameni pe trotuar)	45
6.5.2.	Ipoteza 2 (aglomerări de oameni pe pod).....	51
7.	Momente totale de calcul față de axa x și axa y.....	51
7.1.	Ipoteza 1 (convoi LM1+ oameni pe trotuar)	51
7.1.1.	Calculul lui M _x ^{a1}	52
7.1.2.	Calculul lui M _x ^{a5}	53
7.1.3.	Calculul lui M _x ^{a9}	54
7.1.4.	Calculul lui M _y ^{a1}	55
7.1.5.	Calculul lui M _y ^{a5}	56
7.1.6.	Calculul lui M _y ^{a9}	57
7.2.	Ipoteza 2 (aglomerare de oameni pe tot podul cu 5 kN/m ²).....	58
7.2.1.	Calculul lui M _x ^{a1}	58
7.2.2.	Calculul lui M _x ^{a5}	59
7.2.3.	Calculul lui M _x ^{a9}	61
7.2.4.	Calculul lui M _y ^{a1}	62
7.2.5.	Calculul lui M _y ^{a5}	63
7.2.6.	Calculul lui M _y ^{a9}	64
8.	Momente maxime de calcul și armarea dalei	65
9.	Calculul momentelor Mx cu metoda fâșiilor (metoda simplificată).....	66
9.1.	Momente din încărcări uniform distribuite	66
9.2.	Momente din încărcări cu LM1+oameni pe trotuar	67
10.	Caz particular: calculul momentului în consolă atunci când avem și parte carosabilă pe aceasta	68
11.	ANEXA A[8]	73
11.1.	Raport L/B=2.....	73
11.2.	Raport L/B=1.75.....	75

11.3.	Raport $L/B=1.5$	77
11.4.	Raport $L/B=1.25$	79
11.5.	Raport $L/B=1.00$	81
11.6.	Raport $L/B=0.8$	83
11.7.	Raport $L/B=0.70$	85
11.8.	Raport $L/B=0.60$	87
12.	ANEXA B	89
	Exemplu de calcul	89
12.1.	Calculul grosimii dalei.....	89
12.2.	Încărcări permanente pe consola trotuarului	90
12.3.	Încărcări permanente pe suprafața dalei.....	91
12.4.	Încărcări utile pe consola trotuarului.....	92
12.5.	Încărcări utile pe suprafața dalei	92
12.6.	Calculul eforturilor în dală cu metoda suprafețelor de influență Olsen-Reinitzhuber	93
12.6.1.	Momente încovoietoare M_x și M_y din încărcări pe suprafața dalei	94
12.6.2.	Momente încovoietoare M_x și M_y din încărcări pe latura liberă a dalei	94
12.7.	Calculul momentului maxim M_x în punctul a1 din încărcări utile ipoteza 1	95
12.7.1.	Calculul momentului maxim M_x în punctul a5 din încărcări utile ipoteza 1	98
12.7.2.	Calculul momentului maxim M_y în punctul a5 din încărcări utile ipoteza 1	100
12.7.3.	Calculul momentelor din încărcări utile pe dală în ipoteza 2	102
12.7.4.	Calculul momentelor totale.....	102
12.7.5.	Armarea dalei	103
13.	Bibliografie.....	105

2. Generalități

2.1. Materiale utilizate

2.1.1. Betonul

Betonul se folosește la structurile de poduri datorită rezistenței sporite la compresiune, avantajelor datorate prețului și durabilității și a ușurinței de punere în operă. Majoritatea podurilor dalate din au suprastructura realizată din beton armat sau beton armat precomprimat dar există situații unde acest tip de poduri se realizează cu suprastructură mixtă oțel beton, lemn laminat încleiat de tip CLT (cross laminated timber) sau materiale compozite de tip polimeri.

SR EN 1992 [1] este normativul folosit pentru dimensionarea și verificarea structurilor din beton. Clasificarea betonului se face în funcție de rezistența caracteristică a acestuia determinată la 28 de zile și se notează cu Cxx/yy unde xx este rezistența caracteristică la compresiune pe cilindru măsurată în MPa iar yy este cea măsurată pe cub.

Tab. 2-1 Caracteristici de rezistență și de deformație a betonului pentru diferite clase [2]

Clasa de rezistență a betonului									
	20/25	25/30	30/37	35/45	40/50	45/55	50/60	55/67	60/75
f_{ck} (MPa)	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$f_{ck,cube}$ (MPa)	25	30	37	45	50	55	60	67	75
f_{cm} (MPa)	28	33	38	43	48	53	58	63	68
f_{ctm} (MPa)	2.2	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.2	4.4
$f_{ctk,0.05}$ (MPa)	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	2.9	3.0	3.1
$f_{ctk,0.95}$ (MPa)	2.9	3.3	3.8	4.2	4.6	4.9	5.3	5.5	5.7
E_{cm} (GPa)	30	31	32	34	35	36	37	38	39
ϵ_{c1} (‰)	2.0	2.1	2.2	2.25	2.3	2.4	2.45	2.5	2.6
ϵ_{cu1} (‰)	3.5							3.2	3.0
ϵ_{c2} (‰)	2.0							2.2	2.3
ϵ_{cu2} (‰)	3.5							3.1	2.9
ϵ_{c3} (‰)	1.75							1.8	1.9
ϵ_{cu3} (‰)	3.5							3.1	2.9

Unde:

- f_{ck} – rezistența caracteristică la compresiune pe cilindrii de $\Phi 150 \times 300$ mm, determinată la 28 de zile;
- $f_{ck,cube}$ – rezistența caracteristică la compresiune pe cub cu latura de 150 mm, determinată la 28 de zile;
- f_{cm} – rezistența medie a betonului la compresiune determinată la 28 de zile;
- f_{ctm} – rezistența medie a betonului la tracțiune;
- $f_{ctk,0.05}$ – rezistența caracteristică la tracțiune cu risc de 5%;

- $f_{ctk 0,95}$ – rezistența caracteristică la tracțiune cu risc de 95%;
- E_{cm} – modulul de rezistență secant (pentru valoare între $\sigma_c=0$ și $0,4f_{cm}$);
- ε_{c1} – deformația la efort maxim;
- ε_{c2} – deformația corespunzătoare rezistenței maxime (diagrama parabolă/dreptunghi);
- ε_{c3} – deformația specifică la compresiune pentru efort unitar maxim (diagrama biliniară);
- ε_{cu2} – deformația specifică ultimă a betonului (diagrama parabolă/dreptunghi);
- ε_{cu3} – deformația specifică ultimă la compresiune a betonului (diagrama biliniară);

Alegerea corectă a clasei de rezistență pentru un anumit element se face în funcție de clasa de expunere care sunt grupate în funcție de mecanismele de degradare ale betonului conform SR EN 206-1 [2]. Aceste clase de expunere sunt notate cu două litere și o cifră, prima literă este X (de la expunere) a doua poate fi după cum urmează: C - pentru carbonatare; D – pentru expunere la sare pentru dezgheț; S – pentru apă de mare; F – pentru îngheț; A – pentru mediu cu agresivitate chimică; M – de la degradare mecanică .

Cifra care le urmează se referă la o caracteristică de importanță în procesul de degradare, umiditatea.

Elementele din beton se încadrează în mai multe clase de expunere în funcție de care se realizează și o încadrare în clase de durabilitate notate: D xy/zz unde D vine de la durabilitate, x – tipul de construcție, y – tipul mediului unde este elementul, zz – rezistența caracteristică pe cub corespunzătoare clasei minime de rezistență pentru combinația claselor de expunere ale elementului.

În cazul podurilor elementele verticale care se încadrează în clasele de expunere XC3, XD2, XF2 (pentru elemente în afara zonei de stropire); XC3, XD3 și XF4 pentru cele din zona de stropire iar elementele orizontale se încadrează în clasele: XC4, XM2, XD3, XF4. Toate acestea se încadrează în clasele de durabilitate D31/45 și D32/45a pentru elementele verticale respectiv orizontale.

Raportul apa/ciment folosit este de 0.45.

Exemplu de clase de expunere și de durabilitate pentru elementele infrastructurii și suprastructurii unui pod:

- Fundație directă
 - XC2, D12/20, C12/15 – pentru beton simplu;
 - XF1+XC2, D12/30, C25/30 – pentru beton armat;
- Fundație indirectă(piloți/radier)
 - XC2+XA1+XF1, D51/30, C25/30 – pentru beton simplu;
- Elevație culee
 - XF1, D12/30, C25/30 – pentru beton simplu;
 - XC4+XF1(XF4), D31/45, C35/45 – pentru beton armat;
- Banchetă cuzineți/rigle
 - XC4+XF4+XD3, D31/45 , C35/45;

- Placă suprabetonare
 - XC4, D31/45 , C35/45;
- Grindă parapet/borduri/rigole/coronamente
 - XC4+XD3+XF4, D32/45a, C35/45;
- Timpane
 - XF4+XC4+XD3, D31/45a , C35/45 cu aer antrenant;

2.1.2. Armături

Armăturile din oțel utilizate la realizarea elementelor din beton armat se realizează sub formă de bare, plase sudate sau sârme, conforme cu prevederile EN10080 [3] referitoare la caracteristicile fizico-mecanice ale acestora: rezistențe, ductilitate, capacitate de înnoire (foarte importantă pentru a putea realiza carcasa de armătură), caracteristici referitoare la aderență, sudabilitate și altele.

Oțelurile recomandate conform EC2, utilizabile la realizarea armăturilor pentru beton sunt oțeluri cu rezistența la curgere caracteristică sub 600 N/mm². Acestea se împart și pe clase (A, B, C) în funcție de valoarea minimă $k=(f_t/f_y)k$ și de deformația caracteristică la forța maximă $\epsilon_{uk}(\%)$.

Caracteristicile și denumirile după marcă precum și denumirile comerciale ale armăturilor folosite uzual se regăsesc în tabelul de mai jos.

Tab. 2-2 Caracteristici armături [3]

	Marcă oțel	Diametru nominal [mm]	Limita de curgere f_{yk} [N/mm ²]	Rezistența la rupere f_t [N/mm ²]	Denumire comercială
Bare	S255	6-12	255	360	OB 37
	S235	14-40	235		
	S355	6-14	355	510	PC 52
	S345	16-28	345		
	S355	32-40	335		
	S420	6-12	420	590	PC 60
	S405	14-28	405		
	S395	32-40	395		
	S500	6-28	500		
	S490	10-40	490	550(525)	Bst 500S
Plase sudate	S490	3-4	490	590(600)	STNB
	S440	4.5-7.1	440	540(550)	
	S390	8-10	390	490(500)	
	S500	3-10	500	550(525)	Bst 500M
	S460	6/8/10	460	510	SPPB

2.2. Acțiuni și încărcări la poduri

Începând cu anul 2012 în România s-a trecut la proiectarea în conformitate cu normele europene. În domeniul podurilor pentru evaluarea acțiunilor se folosește SR EN 1991-2 [1], unde avem modele de încărcare, mai defavorabile decât convoaiele standard folosite anterior, modele care simulează încărcări care să dea valori acoperitoare față de încărcările reale care pot apărea pe durata de exploatare a podului.

Astfel de la vechile clase E, I și II care erau foarte explicite și se refereau la convoaie reale formate din camioane, vehicule speciale și tancuri se trece la modele de încărcare mai abstracte formate din benzi teoretice de circulație încărcate pe suprafață și sisteme de osii cu încărcări relativ mari.

Divizarea părții carosabile conform EN 1991-2 se face pe benzi teoretice de 3m lățime, ținându-se cont de ulterioara modificare care se poate aduce benzilor pe perioada de exploatare a podului. Astfel lățimea totală a carosabilului se consideră ca fiind toată lățimea aflată între borduri (pentru borduri care au înălțimea utilă de peste 10 cm) sau distanța dintre interioarele sistemelor de restricție folosite, mai exact lățimea totală care poate fi folosită ca zonă carosabilă. (vezi Tab. 2-3)

Tab. 2-3 Lățimea benzilor teoretice de circulație [4]

Lățime carosabil w [m]	Număr benzi teoretice n_l	Lățime banda teoretică [m]	Lățime zonă rămasă [m]
$w < 5,4m$	1	3	$w-3$
$5,4 < w < 6$	2	$w/2$	0
$w > 6$	$w/3$ (număr întreg)	3	$w-3*n_l$

Poziționarea benzilor se face urmărind cel mai defavorabil caz de încărcare, nefiind necesară numerotarea lor în ordinea dispunerii. Banda 1 este cea mai solicitată urmată de banda 2, banda 3 etc.

2.3. Modele de încărcare

2.3.1. Modelul de încărcare 1 (LM1)

Acest model acoperă situațiile de trafic greu, cu un procent ridicat de vehicule grele și este cel mai des folosit pentru dimensionarea podurilor rutiere. Acest model are două părți componente: sistemul tandem (TS) care constă în perechi de două osii având fiecare două forțe concentrate pe primele trei benzi teoretice de încărcare notate $\alpha_Q Q_{ik}$, unde α_Q este un coeficient procentual al încărcării care are valoare maxim 1 iar Q_{ik} este încărcarea pe osie care este de 300 kN pentru banda întâi, 200 kN pentru a doua respectiv 100 kN pentru banda a treia; a doua parte a modelului este reprezentată de

încărcări uniform distribuite (UDL) pe benzile teoretice de circulație având intensitatea pe metru pătrat $\alpha_q q_{ik}$ unde α_q este de asemenea un coeficient similar cu α_Q tot mai mic sau egal cu 1 iar q_{ik} este încărcarea propriuzisă pe unitate de arie cu valoarea de 9 kN/m² pentru banda unu și 2,5 kN/m² pentru restul benzilor și zona rămasă.

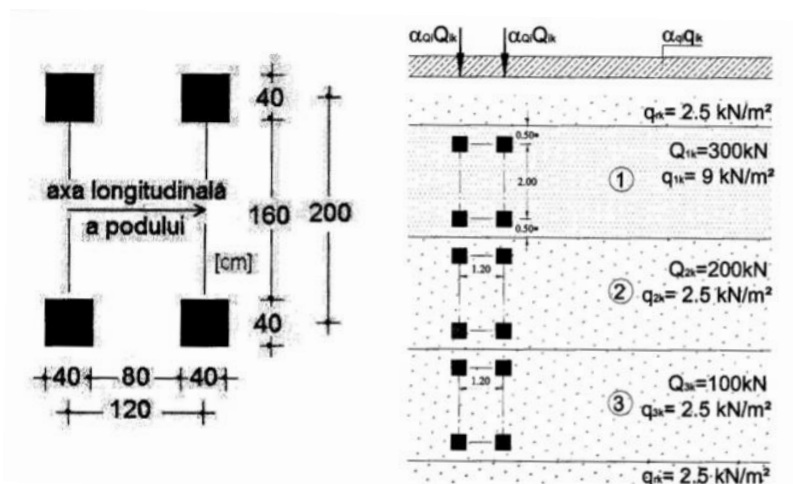


Fig. 2.1 Modelul de încărcare LM1 componente și aplicare [4]

Pentru verificări locale se pot lua sistemele de pe două benzi adiacente la o distanță mai mică între ele, dar nu mai mică de 2,5m pentru a evita suprapunerea amprenteii roților.

Toate valorile încărcărilor prezentate mai sus au amplificarea dinamică inclusă, calculată pentru o suprafața de rulare de calitate medie și suspensii standard ale vehiculelor. Această valoare nu este depășită dacă suprafața de rulare este întreținută în condiții normale de utilizare.

2.3.2. Modelul de încărcare doi (LM2)

Este un model utilizat pentru verificări locale și acoperă efectul dat de traficul rutier pe elemente de lungime mică. Acesta constă într-o singură osie de 400 kN și se aplică oriunde pe suprafața carosabilă (vezi Fig. 2.2).

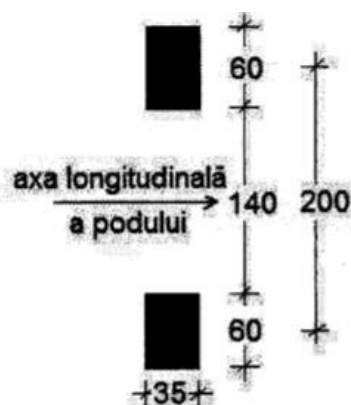


Fig. 2.2 Model de încărcare LM2, caracteristici [4]

2.3.3. Modelul de încărcare trei (LM3)

Acest model definește modelele standard ale vehiculelor speciale, mai exact transport agabaritic, utilizându-se în mod limitat, doar în cazurile particulare în care beneficiarul cere acest lucru. Se referă mai exact la transportul agabaritic și se ia în considerare doar în situații de proiectare tranzitorii.

2.3.4. Modelul de încărcare 4 (LM4)

Acest ultim model se referă la aglomerările de oameni pe pod, aglomerare care se ia cu o valoare normată de 5 kN/m², model care include și amplificarea dinamică a încărcării.

2.3.5. Grupuri de încărcări la poduri rutiere

Pentru a lua în considerare mai multe încărcări simultan se folosesc grupuri de încărcări după cum sunt prezentate în tabelul de mai jos. Aceste grupuri de încărcări se exclud reciproc deci verificările și dimensionările structurale se fac pentru cea mai defavorabilă situație.

Tab. 2-4 Grupuri de încărcări la poduri rutiere [4]

		Încărcări pe partea carosabilă					Încărcări pe trotuar și piste de biciclete	
		Forțe verticale				Forțe orizontale		Forțe verticale
Sistemul de încărcare		LM1	LM2	LM3	LM4	Tracțiune / frânare	Forța centrifugă	
Grupuri de încărcare	Gr1a	Val.K*						
	Gr1b		Val.K*					
	Gr2	Val. frecvențe				Val.K*	Val.K*	
	Gr3							Val.K*
	Gr4				Val.K*			Val.K*
	Gr5	** Anexa		Val.K*				

*K-valoare caracteristică, ** A se vedea Anexa A EC1-2 referință 4.3.2

2.4. Gabarite

Gabaritul de liberă trecere se referă la conturul geometric limită cuprins într-o secțiune transversală a podului în interiorul căruia trebuie să nu pătrundă elemente structurale pentru a rămâne liber circulației. Acesta diferă de la caz la caz în funcție de tipul de trafic pe care îl deservește: rutier, tramvai, pietoni, piste de ciclism, feroviar sau mixte.

Datele referitoare la numărul și dimensiunile benzilor rutiere sunt reglementate de STAS 2900-89 [5] și de STAS 10144/1-90 [6] pentru drumuri respectiv pentru străzi, iar piste de cicliști și trotuarele sunt reglementate de STAS 10144/2-91 [7].

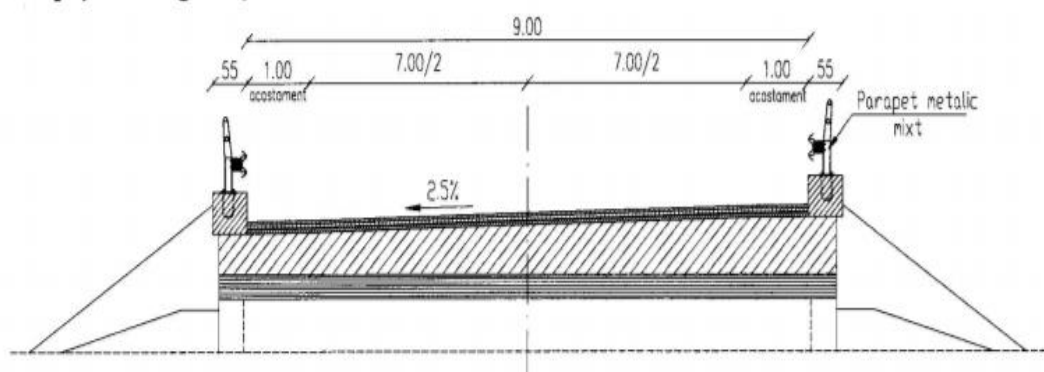
Deasemenea înălțimea de liberă trecere pe pod , notată cu H trebuie sa fie asigurată pe toată suprafața podului.

Modele și dimensiunile gabaritelor de libera trecere pentru poduri rutiere se aleg în conformitate cu STAS 2924-91 în funcție de amplasamentul podului și tipul de trafic deservit.

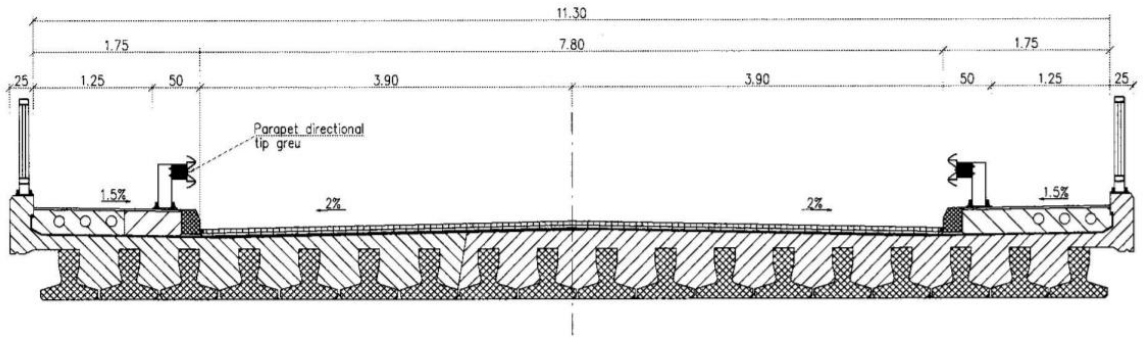
Ca și elemente specifice gabaritului avem:

- c – partea carosabilă
(în mod curent 3,5 m pe bandă de circulație);
- acostament
(1m pe fiecare parte);
- E_0 – spațiu destinat combaterii efectului optic de îngustare
(0,4m pe fiecare parte);
- S_p – Spațiu destinat separatorului dintre carosabil și trotuar/parapet de siguranță
(0,5m pe fiecare parte);
- T – trotuare
($>0,75$ m per trotuar);
- piste de cicliști
($>0,75$ m pe sens de mers);
- grindă parapet
(0,20-0,25 m);
- parapet pietonal
(înălțime $> 1,2$ m,lățimea se încadrează pe grinda parapet).

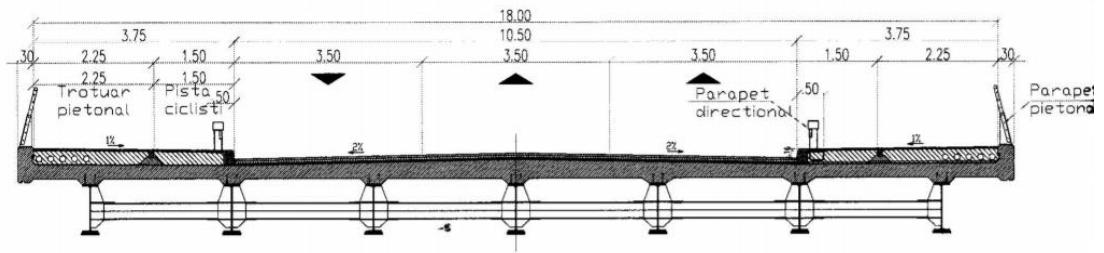
Exemple de astfel de gabarite:



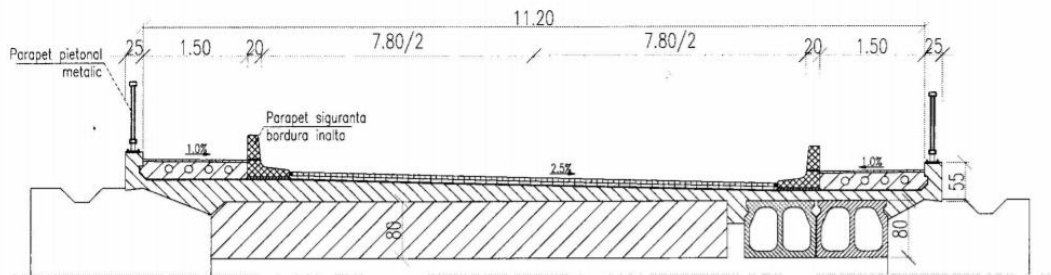
2.3 Secțiune transversala la un pod rutier amplasat înafara localităților [4]



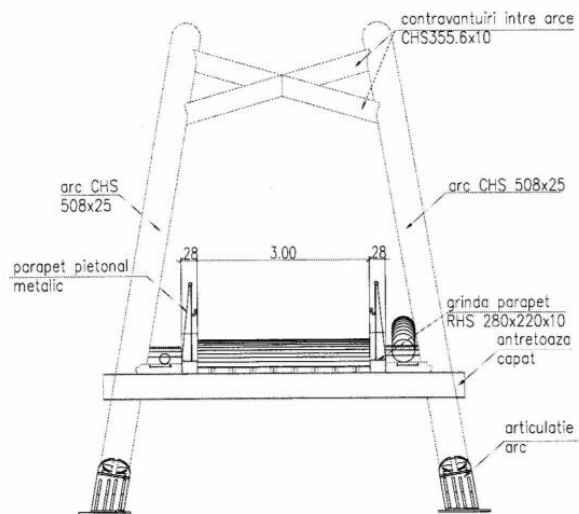
2.4 Secțiune transversala la un pod rutier ampasat pe stradă în localitate [4]



2.5 Secțiune transversala la un pod cu amenajări speciale amplasat în localitate [4]



2.6 Secțiune transversala la un pod rutier amplasat pe un drum național în localitate [4]



2.7 Secțiune transversala pasarelă pietonală [4]

2.5. Alcătuire

Podurile dalate au suprastructura alcătuită din elemente plane de tip placă la care dimensiunile plane sunt relativ apropiate și se realizează din beton armat sau beton armat precomprimat. Acestea pot fi pline sau cu goluri.

Înălțimea dalei este relativ redusă raportat la dimensiunile sale, pentru poduri de șosea se merge cu un raport între 1/14 și 1/16 pentru dale realizate monolit și chiar până la 1/25...1/30 pentru cele din beton armat precomprimate.

Ca și comportare, acestea se calculează ca elemente simplu rezemate chiar dacă structura lucrează ca un cadru dublu încastrat și se pot realiza atât monolit cât și prefabricat. Rezemarea dalei se face direct pe infrastructură, fără a fi necesară folosirea unor aparate de rezemare complexe.

Pentru a realiza articulația se folosesc ancore din oțel încastrate în elevația culeii, elevație care se realizează teșit la capătul suprafeței de rezemare sau se înglobează un dulap din lemn pentru a nu bloca rotirea dalei (Fig. 2.8).

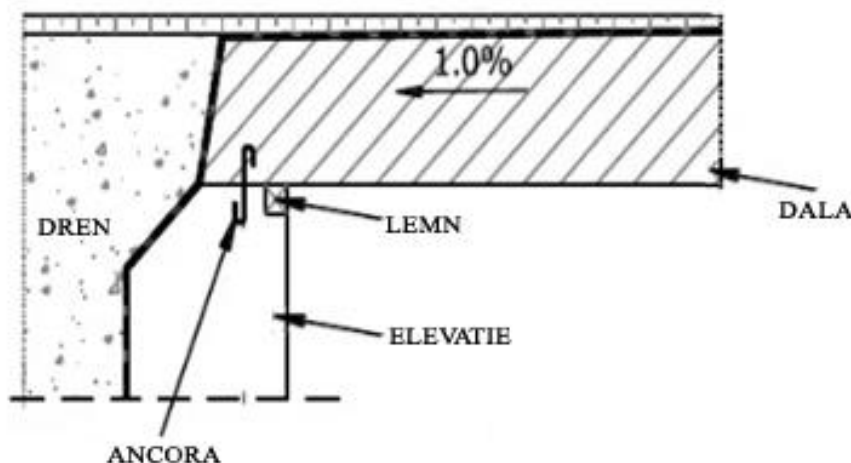
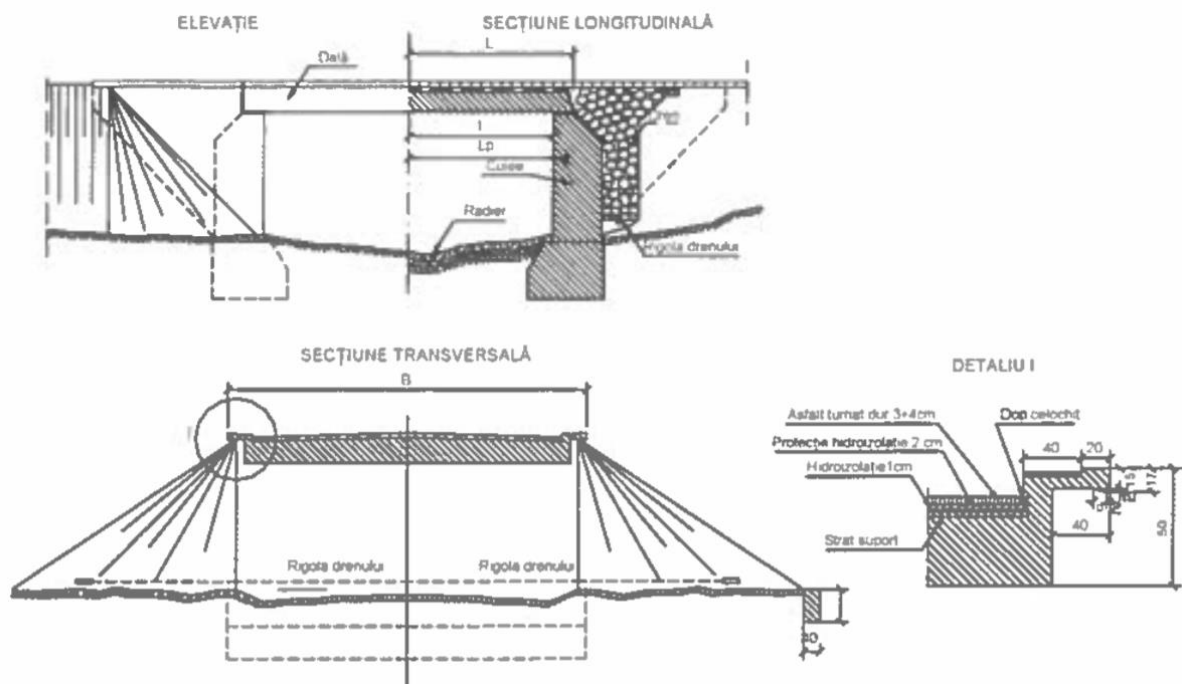


Fig. 2.8 Detalii rezemare pod dalat

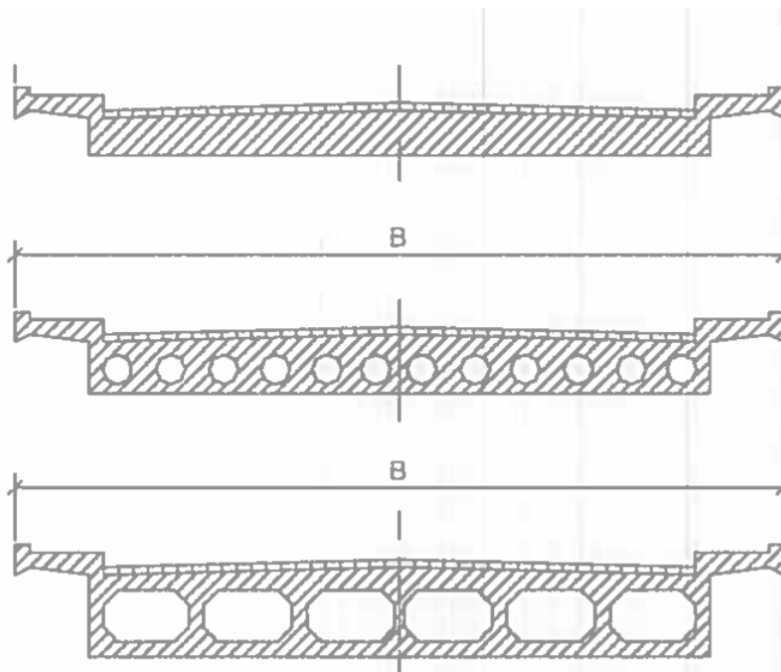
Scurgerea apelor se realizează prin pante transversale de 2...2,5% iar longitudinal, spre capete, printr-o pantă de 1% către drenurile din spatele culeelor care vor prelua apa pluvială; acestea pot fi realizate din grosimea variabilă a dalei de beton sau utilizând un beton de pantă.

Se observă în Fig. 2.8 Detalii rezemare pod dalat că hidroizolația se realizează neîntrerupt pe suprastructura de beton și continuă în spatele culeelor minim 0,5 m pentru a opri infiltrațiile la rostul elevație/dală.

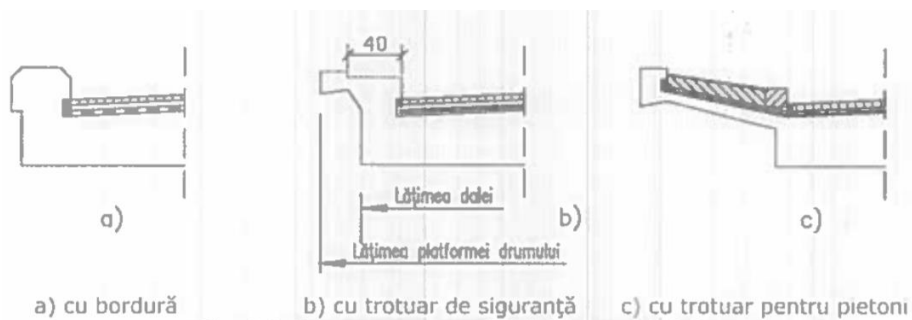
În mod curent fundarea se face direct, talpa fundației trebuind să se situeze sub adâncimea afuiierilor generale și locale, respectându-se adâncimea de îngheț. Dacă terenul bun de fundare este la suprafață iar adâncimea afuiierilor este mare, se recomandă protecția fundului albiei împotriva afuiierilor folosind peruu de piatră brută sau radier din beton.



2.9 Pod dalat realizat monolit [8]



2.10 Secțiuni transversale dale realizate monolit [8]

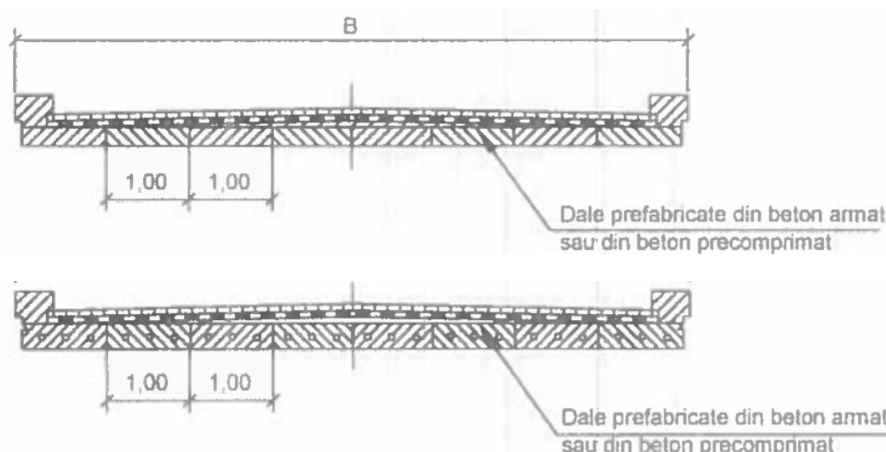


2.11 Tipuri de amenajare a marginii libere a dalei [8]

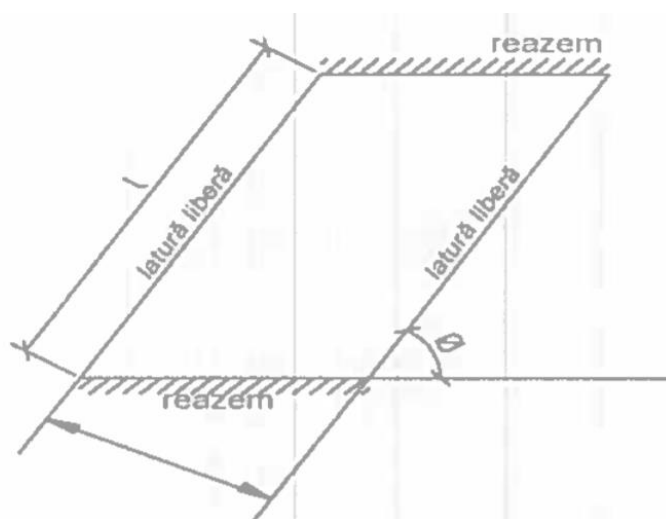
Dalele realizate prefabricat (2.12 Secțiuni transversale dale prefabricate 2.12) se găsesc în mod obișnuit la dimensiuni standardizate prezentate în Tab. 2-5 și se poate observa că au o grosime constantă de 40 cm.

Tab. 2-5 Caracteristicile dalelor prefabricate din beton armat [8]

Lumina Podeșului l_0 [m]	Lungime suprastructură l [m]	Înălțimea dalei h [m]
3.00	3.90	0.40
4.00	4.90	0.40
5.00	5.90	0.40



2.12 Secțiuni transversale dale prefabricate [8]



2.13 Caracteristici dală cu oblicitate [8]

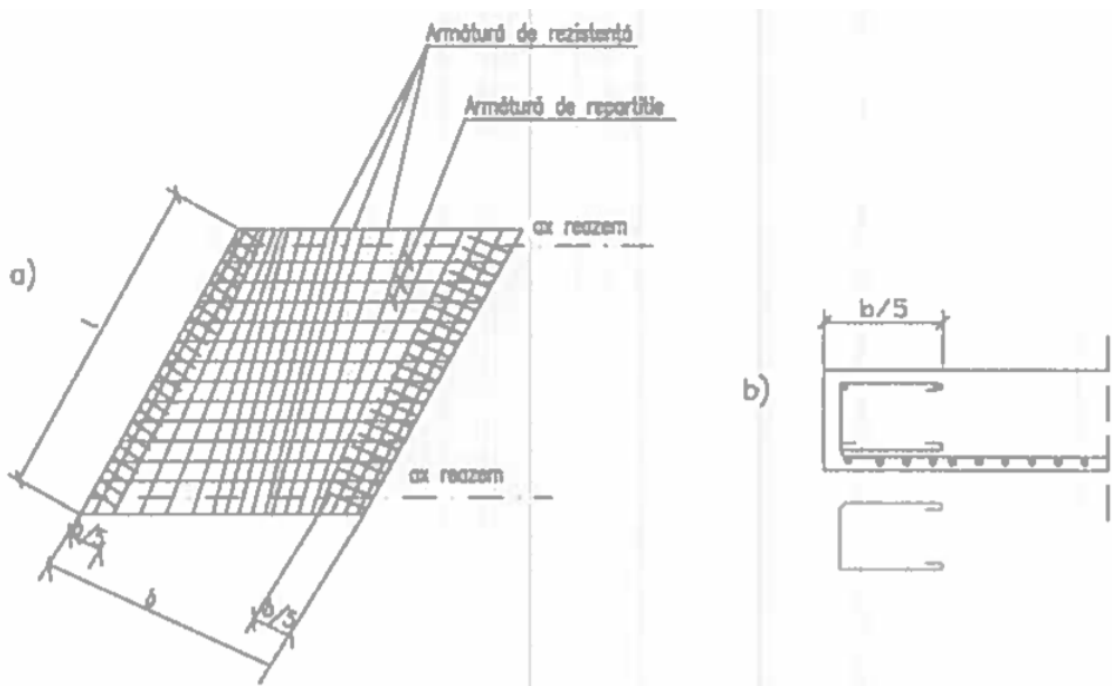
În cazul dalelor scurte, unde avem o oblicitate Φ cuprinsă între $50^\circ \dots 90^\circ$ și raport L/B între $0,50 \dots 0,75$ se poate face calculul ca și la dalele drepte, folosindu-se deschiderea teoretică de calcul.

Armătura transversală de repartiție se va spori cu 15% din armătura de rezistență, armătură care se va ridica la marginile dalei (vezi 2.14) orientându-se perpendicular pe marginile libere.

Pentru dale mai lungi, cu raportul $L/B > 0,75$ și oblicitate mai accentuată unde unghiul Φ este între 50° și 75° se poate face calculul ca fiind dale dreptunghiulare unde deschiderea se ia ca fiind egală cu media aritmetică între perpendiculara dintre liniile de rezemare și distanța măsurată pe direcția laturii libere, iar armătura principală se va așeza pe o direcție intermediară între acestea, iar în apropierea marginilor libere armătura se va așeza cu orientare variabilă (vezi 2.14).

Transversal se sporește armătura de repartiție cu un procent de 18% din armătura de rezistență calculată, iar pentru asigurarea stabilității marginilor se așează bare suplimentare perpendiculare pe acestea.

Pentru dalele de lungime mai mare, având raportul L/B mai mare de 1.5 și oblicitate Φ cuprinsă între 50° și 90° se face armarea după direcția normală pe liniile de rezemare, iar transversal se determină armătura de rezistență și cea de repartiție ca și la dalele dreptunghiulare, iar în apropierea marginilor libere acestea se vor ridica.



2.14 Armarea la dalele oblice

a)vedere plană b) secțiune transversală

3. Tema de Proiectului

Să se întocmească soluția constructivă și să se dimensioneze un pod rutier cu două benzi de circulație cunoscând următoarele date de proiectare:

Tipul construcției pod rutier;

Lățime dală de beton $B=$ _____;

Raport Deschidere/Lățime $L/B=$ _____;

Tipul suprastructurii pod dalat din beton armat;

Alte date specifice (dacă este cazul) pod cu două benzi de circulație având parte carosabilă $c=$ _____ și trotuare pietonale pe ambele părți de lățime $T=$ _____;

Încărcare cu convoi tip LMI conform normelor Eurocode

Piesele desenate se vor edita în format A3, cu respectarea normelor în vigoare de desen tehnic, referitoare la reprezentarea grafică în construcții, la sistemul de cotare și la mărimea caracterelor.

3.1. Borderou

Piese Scrise

Tema de proiectare;

Memoriu tehnic;

Calculul dalei de beton cu metoda suprafețelor de influență Olsen-Reinitzhuber

Calculul momentului încovoietor față de axa x ;

Calculul momentului încovoietor față de axa y;

Calculul și dimensionarea consolei trotuarului;

Calculul armăturii în dală;

Calculul aproximativ cu metoda fâșiilor.

Piese desenate

Elevație /secțiune longitudinală (sc 1:50)

Vedere plană /secțiune orizontală (sc 1:50)

Secțiune transversală pod pe reazem/în câmp (sc 1:50)

Detalii de execuție (sc 1:10 sau 1:20)

4. Geometria podului și scurgerea apelor

Conform temei de proiectare se cunosc B = lățimea dalei și raportul L/B ; astfel se poate afla lungimea de calcul a dalei $L=$ ____[m]. În situația reală a proiectării unui pod datat, dimensiunile podului se iau după necesitate, în funcție de gabaritul de liberă trecere pe pod și sub pod, urmărindu-se încadrarea într-unul din rapoartele pentru care avem valori în tabelele pentru calculul suprafețelor de influență Olsen-Reinitzhuber.

Înălțimea/grosimea dalei va fi variabilă, având în vedere că realizăm din turnare pantele de scurgere a apelor de **2...2,5%** transversal și **1%** longitudinal, astfel vom avea patru grosimi distincte în punctele de interes h_1 , h_2 , h_3 și h_4 conform Fig. 4.1.

Ca și valoare de pornire se va lua o grosime între $L/14$ și $L/16$ cu care se pornește din punctul de minim (se recomandă începerea calculului cu valoarea minimă $L/16$) și se calculează conform pantelor prezentate celelalte trei grosimi pentru a putea face media aritmetică, obținând grosimea medie a dalei, h_{mediu} care se va folosi în calcule .

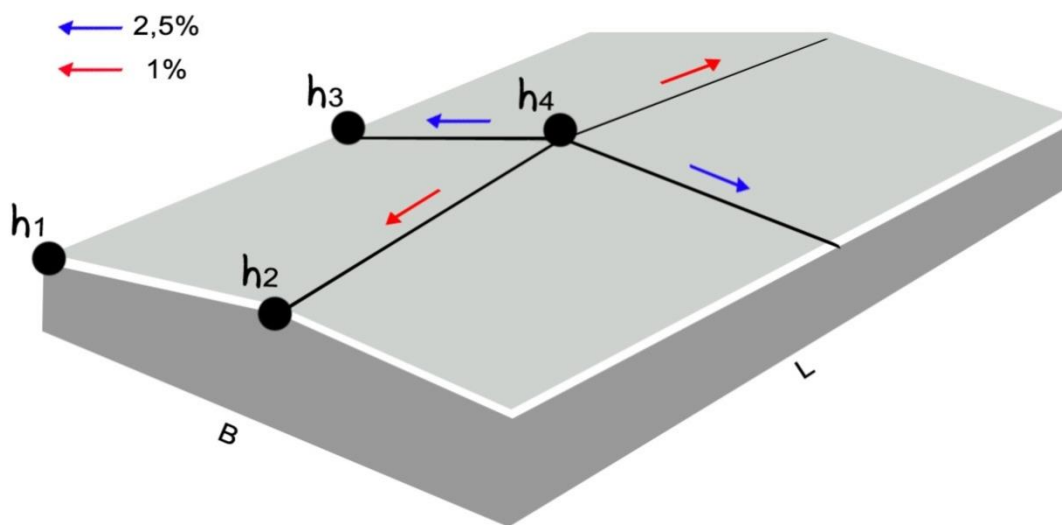


Fig. 4.1 Geometria dalei

Exemplu de calcul al înălțimilor

Punctul h_2 va avea o cotă mai mare cu x decât h_1 unde x este diferența dată de o pantă de $a\%$ pe o lungime de $B/2$, folosind regula de trei simplă putem spune că dacă pentru **100cm** cota urcă cu a **cm** atunci pe lungimea $B/2$ va urca x , valoare care se adună la cota h_1 . Similar se calculează și restul.

- Avem nevoie de valorile: L , h_1 , h_2 , h_3 , h_4 , h_{med} ;

5. Solicitări asupra dalei

5.1.1. Încărcări permanente pe consola trotuarului

Consola trotuarului nu se ia în calcul și va fi echivalată cu solicitările transmise dalei de beton pe latura liberă unde consola este încastrată. Aceasta se transmite sub formă de încărcare uniform distribuită precum și un moment uniform distribuit pe toată lungimea podului.

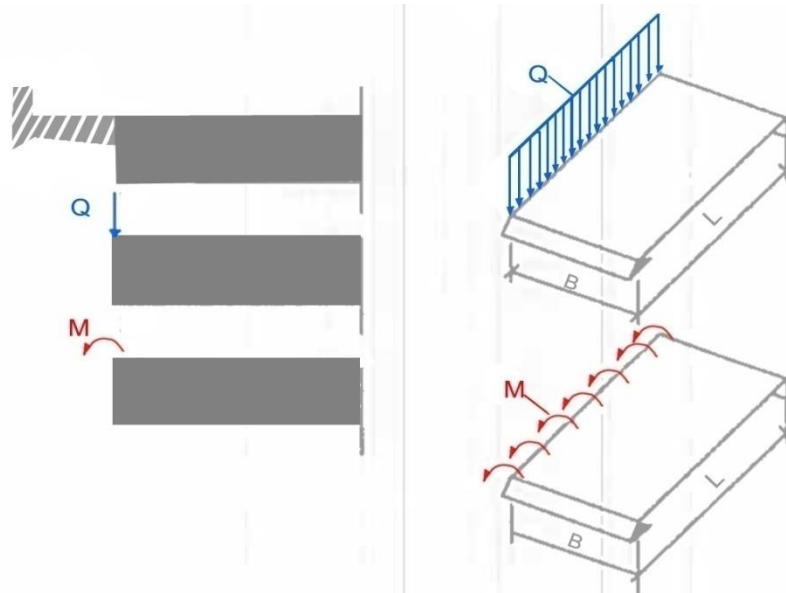


Fig. 5.1 Solicitări din consola trotuarului

Pentru a calcula aceste solicitări vom folosi Tab. 5-1 unde se va discretiza consola în elemente geometrice componente și se vor cuantifica încărcările permanente pe metru liniar de pod, încărcări care acționează în centrele de greutate specifice fiecărui element component. Acestea sunt calculate folosindu-ne de greutatea volumică a materialelor componente sau de valoarea încărcării pe metru liniar pentru elemente prefabricate precum: parapet, glisieră, borduri, panouri prefabricate etc.

Pentru acestea din urmă se începe direct, introducând valoarea încărcării uniforme distribuite pe coloana 5 conform catalogului de la producător (ex. **PARAPET METALIC DE TIP GREU** conform STAS 1948/1-91 [7] are **26.55 kg/m**, echivalentul unei încărcări de **26,5 daN/m** sau **0.265 kN/m**). Pentru exemplul din proiect vom lua **0.75 kN/m** pentru parapet pietonal și **1 kN/m** pentru glisieră.

Grinda parapet se poate echivala cu un dreptunghi pentru a simplifica calculele.

Dacă avem parte carosabilă și pe consolă, atunci se vor lua în calcul și straturile căii care intră deasupra consolei și dau încărcări și moment în încastrare. Tot în acest caz se va avea grijă la calculul încărcărilor utile cu convoi LM1 sau LM2 unde normativul ne lasă să poziționăm roata lipită de bordură pentru un efect defavorabil maxim asupra consolei.

Se însumează pe verticală valorile de calcul, atât pentru q_{calcul} cât și pentru M_{calcul} , pentru a obține valorile totale cu care vom continua calculele.

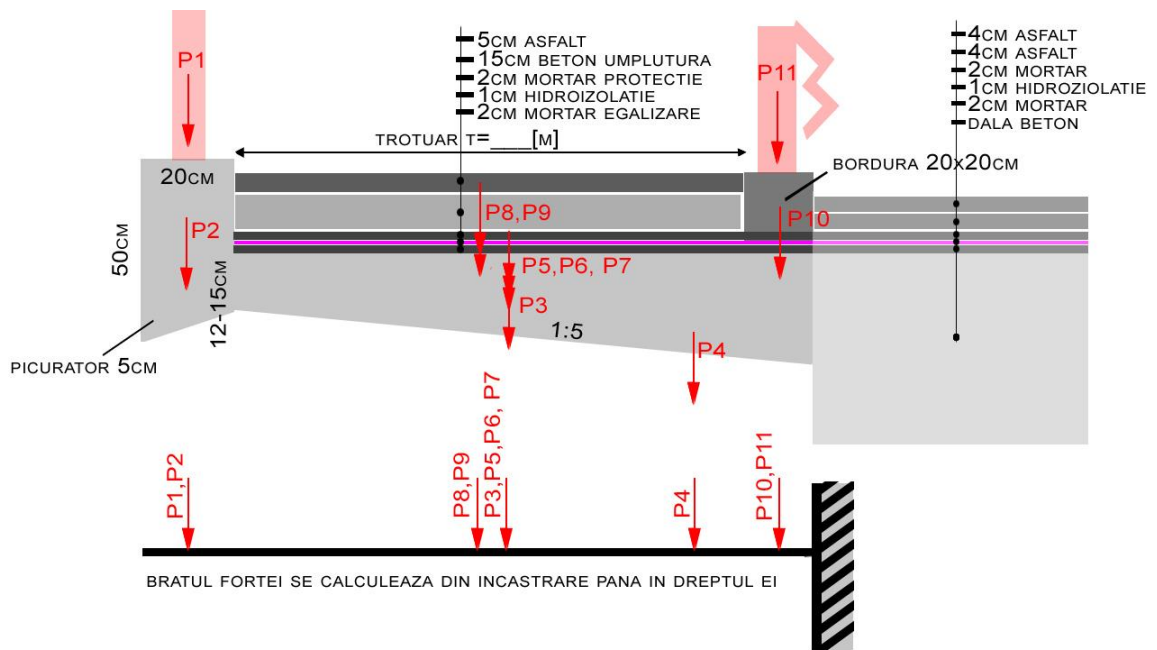


Fig. 5.2 Discretizarea solicitărilor pe consola trotuarului

Tab. 5-1 Calculul solicitărilor din consola trotuarului

[1]	Denumire element	Arie Element [m ²]	Greutate volumică [kN/m ³]	Încărcare q [kN/m]	Coeficient parțial al acțiunilor γ_g	Încărcare de calcul [kN/m]	Brațul forței [m]	Moment [kN*m/m]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]*[4]	[6]	[7]=[5]*[6]	[8]	[9]=[7]*[8]
P1	Parapet pietonal	-----	-----	0.75	1.35			
P2	Grinda parapet		25					
P3	Consola trotuar (dreptunghi)		25					
P4	Consola trotuar (triunghi)		25					
P5	Mortar egalizare		21					
P6	Membrană hidroizolație		18					
P7	Mortar protecție		21					
P8	Umplutură trotuar		24					
P9	Asfalt trotuar		24					
P10	Bordură		24					
P11	Glisieră parapet	-----	-----	1				
TOTAL q_{calcul} și M_{calcul}						■		■

Exemplu de calcul

Pentru grinda parapet, Aria elementului se poate aproxima ca fiind un dreptunghi de $50 \times 20 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}^2$ (coloana 3) pentru că este realizată din beton armat are o greutate volumică de 25 kN/mp , rezultând o încărcare normată de $0,1 * 25 = 2,5 \text{ kN/m}$ (coloana 5). Înmulțind cu coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_g = 1,35$ (coloana 6), obținem încărcarea de calcul $q_{\text{calcul}} = 3,375 \text{ kN/m}$ (coloana 7). Brațul forței este egal cu distanța dintre centrul de greutate al dreptunghiului și axul încastrării, astfel $b = 0,2/2 + T + 0,2$ (coloana 8), iar pentru a afla momentul $M_{\text{calcul}} = b * q_{\text{calcul}}$ (coloana 9).

- *Avem nevoie de: valorile totale însumate pe verticală pentru q_{calcul} și M_{calcul} ;*

5.1.2. Încărcări utile pe consola trotuarului

În funcție de ipotezele de calcul, pe trotuare vor circula pietoni având o încărcare normată de 3 kN/m^2 pentru ipoteza în care avem convoi pe carosabil și oameni pe trotuare (*ipoteza 1*) și una de 5 kN/m^2 pentru cazul în care avem aglomerări de oameni pe tot podul (*ipoteza 2*) .

Obs. Trotuarele se pot încărca cu sarcini utile după cum urmează: ambele, doar pe o parte sau nici unul pentru a obține solicitările maxime în anumite puncte pe dală; de exemplu pentru un moment maxim pe marginea dalei, trotuarul din partea opusă nu se va încărca cu oameni pentru a obține momentul încovoietor maxim. Similar pentru a obține un moment maxim pozitiv M_y în centrul dalei, nu dispunem oameni pe nici un trotuar dar, dacă dorim momentul maxim negativ, le vom încărca pe ambele.

Exemplu de calcul

Pentru *ipoteza 1 (LMI+oameni pe trotuar)* încărcarea este de 3 kN/m^2 ; astfel, deoarece avem trotuare de lățime $T = ___$, ne rezultă o încărcare uniform distribuită pe metru liniar de pod $p_{o3} = T * 3 = ___ [\text{kN/m}]$. Pentru a obține valoarea de calcul, vom înmulți cu coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_Q = 1,35$ și obținem $p_{o3, \text{calcul}} = 1,35 * T * 3 = ___ [\text{kN/m}]$. Această încărcare ne va da și un moment încovoietor în încastrare, uniform distribuit pe toată deschiderea podului, $M_{o3, \text{calcul}} = b * p_{o3, \text{calcul}} = ___ [\text{kN*m/ml}]$ unde b este brațul încărcării rezultante $p_{o3, \text{calcul}}$ care acționează în mijlocul trotuarului până în încastrare.

Avem nevoie de valorile:

- *valorile pentru $p_{o3, \text{calcul}}$ și $M_{o3, \text{calcul}}$ (ipoteza 1);*
- *valorile pentru $p_{o5, \text{calcul}}$ și $M_{o5, \text{calcul}}$ (ipoteza 2);*

5.1.3. Încărcări permanente pe suprafața dalei

Se calculează ca încărcări pe metru pătrat având în vedere presupunerea că sunt constante pe toată suprafața dalei, considerând dala ca având o grosime uniformă egală cu h_{med} .

Ca încărcări permanente avem greutatea proprie a dalei și a straturilor căii, iar pentru calculul încărcării totale vom folosi un tabel similar cu cel folosit la calculul consolei, după cum urmează mai jos (Tab. 5-2).

Tab. 5-2 Calculul încărcărilor uniform distribuite pe suprafața dalei

Nr.	Denumire element	Grosime element [m]	Greutate volumică [kN/m ³]	Încărcare q_{dala} [kN/m ²]	Coefficient parțial al acțiunilor γ_g	Încărcare de calcul $q_{dala.calcul}$ [kN/m ²]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]*[4]	[6]	[7]=[5]*[6]
P1	Dală de beton		25		1.35	
P2	Mortar egalizare		21			
P3	Membrană hidroizolație		18			
P4	Mortar protecție		21			
P5	Strat asfaltic 1		24			
P6	Strat asfaltic 2		24			
TOTAL $q_{dala.calcul}$						

Exemplu de calcul

*Pentru încărcarea dată de greutatea proprie a dalei știm că înălțimea medie a acesteia de $h_{med} = \text{---} m$ și greutatea volumică a betonului armat este de 25 kN/m^3 ; astfel obținem o încărcare pe metru pătrat egală cu produsul acestora, adică $q_{dala} = h_{med} * 25 = \text{---} \text{ kN/m}^2$. Pentru a afla încărcarea de calcul, vom face înmulțirea cu coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_g = 1,35$.*

- Avem nevoie de valoarea totală însumată pe verticală pentru $q_{dala.calcul}$.*

5.1.4. Încărcări utile pe suprafața dalei

Conform celor două ipoteze de calcul putem avea convoi pe partea carosabilă, în cazul nostru convoi **LMI (ipoteza 1)**, sau aglomerare de oameni cu 5 kN/m^2 (**ipoteza 2**), aceasta din urmă fiind ușor de luat în calcul deoarece este uniformă pe toată suprafața podului, iar valoarea încărcării de calcul se obține înmulțind cu coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_Q = 1,35$, rezultând $p_{o5.dala} = 5 * 1,35 = 6.75 \text{ kN/m}^2$.

În schimb, pentru dispunerea convoiului pe carosabil trebuie ținut cont de punctul dalei unde dorim să obținem solicitările maxime. În cazul în care urmărim momentul încovoietor M_x maxim la marginea dalei, vom dispune banda 1 începând de la bordură pe partea pe care calculăm urmată de banda 2 iar, după caz, zona rămasă; în schimb, dacă urmărim solicitarea la încovoiere maximă la mijlocul dalei, atunci banda 1 va fi dispusă central pentru a da încărcări maxime în zona respectivă, având grijă ca să rămână pe una din laterale minim 3 m pentru a putea dispune și banda 2 adiacent.

Ca și alcătuire, convoiul **LM1** este alcătuit din benzi teoretice de circulație de 3m lățime încărcate fiecare cu forțe uniform distribuite (**UDL-uniformly distributed load**) și un sistem tandem de două osii (**TS-tandem system**) la **1,2m** distanță între ele, aplicate pe primele trei benzi.

Pentru prima bandă cele două osii au fiecare 2 roți la **2m** interax, pe fiecare acționând o încărcare concentrată de **150 kN**, iar încărcarea uniform distribuită pe toată banda este de **9 kN/m²**.

Pentru banda doi și trei roțile sunt dispuse similar cu cele de la banda 1 dar încărcarea pe roată scade la **100 kN** pentru banda 2, respectiv **50 kN** pentru banda 3, iar încărcarea uniform distribuită are valoarea constantă de **2,5 kN/m²**, atât pentru banda 2 și 3 cât și pentru zona rămasă.

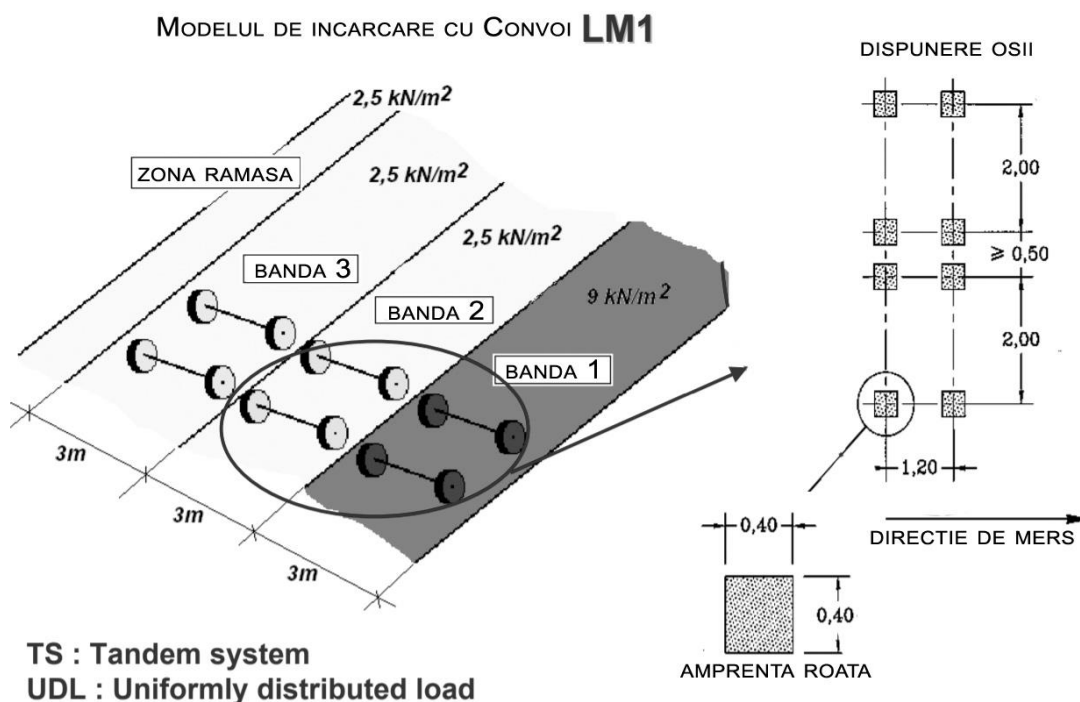


Fig. 5.3 Convoi Load Model 1 (LM1)

Observăm că amprenta unei roți la nivelul suprafeței de rulare este de **0,40x0,40 m**, asta însemnând că o forță concentrată de **150kN (banda1)** devine o încărcare uniform distribuită pe suprafața de rulare de valoare egală cu: $150/(0,4*0,4)=937.5 \text{ kN/m}^2$.

Conform normativelor în vigoare, distribuția încărcării se face și pe verticală la un unghi de **45°** de la colțurile amprentei de la suprafața căii până în axa mediană a dalei de beton armat, astfel rezultând un trunchi de piramidă cu bazele pătrate, cea de la partea superioară de **a₁ x b₁** unde **a₁=b₁=0,40m** iar la partea inferioară **a x b** unde **a=a₁+2*s** și **b=b₁+2*s**; **s** este înălțimea trunchiului de piramidă, adică de la axul dalei de beton la suprafața de rulare, $s=(h_{med}/2)+h_{cale}$.

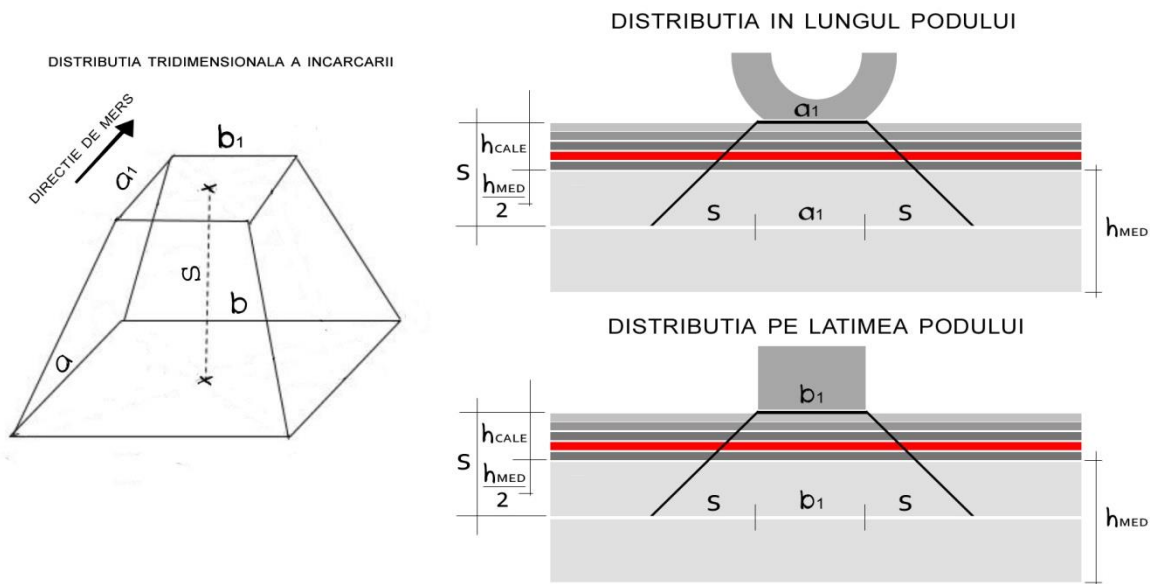


Fig. 5.4 Distribuția încărcărilor din roți până în axul dalei

Obs. În situația în care această distribuție la 45° depășește marginea fizică a dalei, nu se mai ia în considerare iar în cazul suprapunerilor efectului a două roți alăturate se va ține cont de aceasta (Fig. 5.5), unde $b = b_1 + 2s$ și $b^* = b_1 + s + 0,3 \text{ m}$, deoarece distanța de la marginea laterală a amprente de la suprafață până la marginea dalei este de $0,5\text{m} - b_1/2 = 0,3 \text{ m}$.

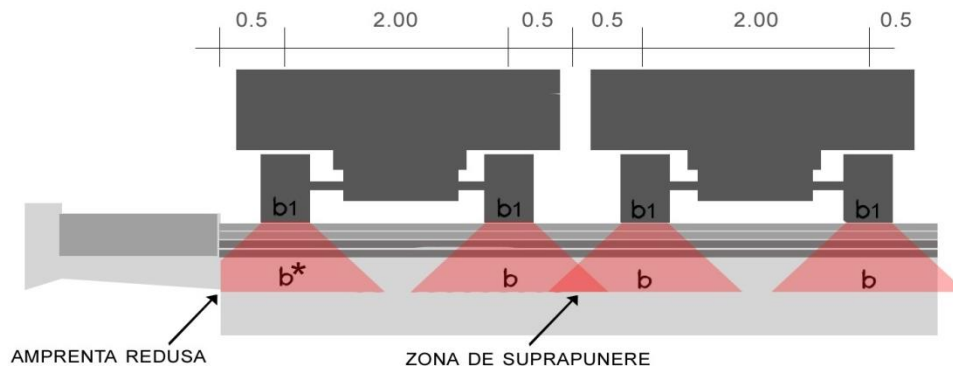


Fig. 5.5 Distribuția transversală a încărcărilor din roți pe suprafața carosabilă

Această încărcare uniform distribuită pe suprafața $a \times b$ se poate reduce la o încărcare uniform distribuită pe metru sub forma rezultantei pe una din direcții, înmulțind încărcarea pe suprafață cu latura a sau b perpendicular pe direcția pe care dorim să obținem rezultanta (vezi Fig. 5.6). Cu aceste valori se va putea lucra ulterior pe secțiuni plane verticale, respectiv linii de influență.

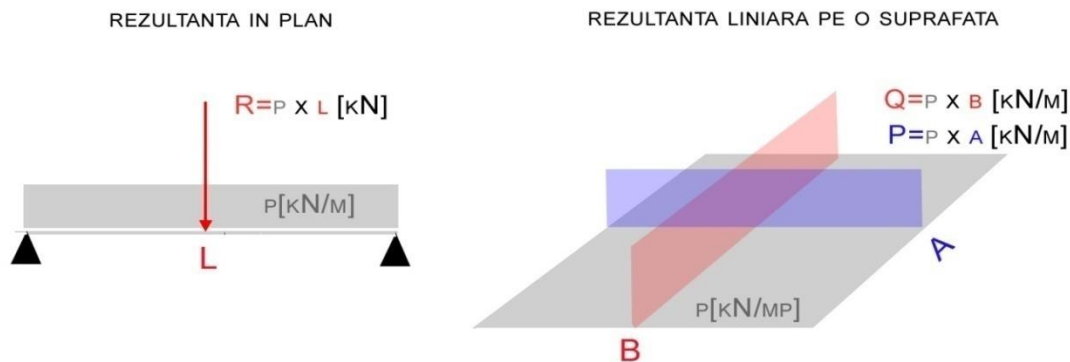


Fig. 5.6 Aflarea rezultantei la încărcări uniforme distribuite liniar și pe suprafețe

Avem nevoie de:

- dimensiunile distribuției amprentelor : $a = ___ m$, $b = ___ m$, $b^* = ___ m$ (dacă este cazul) ;
- Rezultantele pe ambele direcții pentru fiecare amprentă în parte : $P = ___ kN/m$, $Q = ___ kN/m$;

6. Calculul dalei de beton cu metoda exactă folosind suprafețe de influență OLSEN-REINITZHUBER

6.1. Geometria și încărcările de calcul:

Geometria structurii:

- Dimensiunile dalei de beton $L = ______ m$, $B = ______ m$ și grosimea medie de calcul $h_{med} = ______ m$;
- Raportul $L/B = ______$;
- Lățime trotuare $T = ______ m$;

Pentru a discretiza suprafața dalei se va folosi un caroiaj de 8x8 și se va nota similar cu o tablă de șah folosind litere și cifre dar, ținând cont de simetria în lungul podului , se va nota simetric față de mijlocul deschiderii (Fig. 6.1).

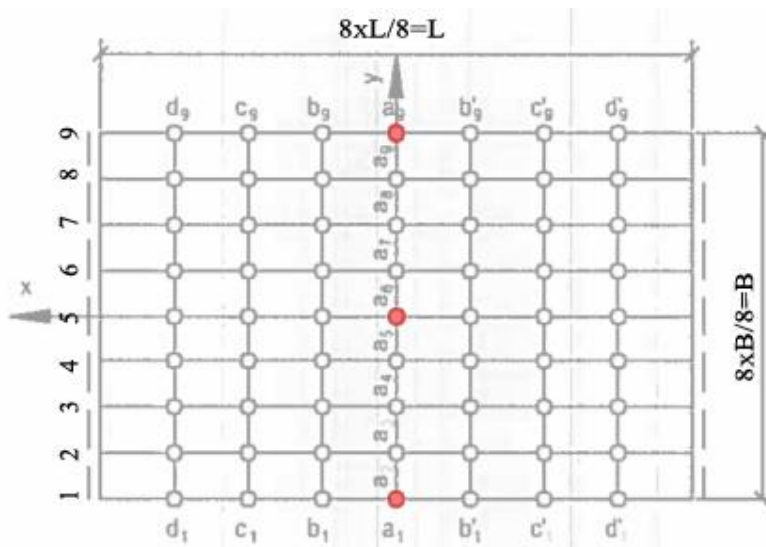


Fig. 6.1 Împărțirea dalei și notația punctelor de interes

Având în vedere că momentul încovoietor maxim se calculează la mijlocul deschiderii, adică pe linia **a**, s-au evidențiat punctele de interes **a1**, **a5** respectiv **a9**, puncte în care se vor calcula momentele încovoietoare.

Datorită simetriei se notează linia centrală cu **a** urmând apoi notarea atât la stânga cât și la dreapta, la intervale egale cu **L/8**, după cum urmează: **b – b'**, **c - c'** și **d- d'**.

Pe latura de rezemare nu se notează deoarece momentul este nul, structura fiind considerată ca simplu rezemată.

Încărcări permanente pe latura liberă a dalei (coeficient parțial al acțiunilor $\gamma_G=1,35$):

- Încărcarea dată de consolă pe marginea liberă a dalei $q_{calcul} = \text{_____ } kN/m$;
- Momentul uniform distribuit dat de consola trotuarului pe latura liberă a dalei $m_{calcul} = \text{_____ } kN*m/m$;

Încărcări permanente pe suprafața dalei (coeficient parțial al acțiunilor $\gamma_G=1,35$):

- Încărcarea pe metru pătrat de dală $q_{dală} = \text{_____ } kN/mp$;

Încărcări utile pe trotuare (coeficient parțial al acțiunilor $\gamma_Q=1,35$):

- Ipoteza 1 (LM1+oameni pe trotuar) – oameni cu 3 kN/mp $\Rightarrow q_{oameni3} = T*3*1,35 = \text{_____ } kN/m$;
- Ipoteza 2 (aglomerări de oameni) – oameni cu 5 kN/mp $\Rightarrow q_{oameni5} = T*5*1,35 = \text{_____ } kN/m$;

Încărcări utile pe suprafața dalei de beton (coeficient parțial al acțiunilor $\gamma_Q=1,35$):

- Ipoteza 1 (LM1+oameni pe trotuare) – se va calcula cu suprafețe de influență ulterior;
- Ipoteza 2 (aglomerări de oameni) – $q_{oameni/dală} = 5*1,35 = \text{_____ } kN/mp$;

6.2. Calculul Momentelor încovoietoare M_x și M_y cu ajutorul tabelelor pentru suprafețe de influență:

Se alege setul de tabele corespunzător raportului L/B (vezi ANEXA A).

Obs. Pentru exemplul de față am folosit tabelul de valori pentru raportul **L/B=2**.

Observăm ca avem mai multe seturi de tabele de calcul după cum urmează:

- Moment M_x în punctul singular a1
- Moment M_x în punctul singular a5
- Moment M_y în punctul singular a5
- M_x și M_y în cele trei puncte de interes a, a5 și a9 din încărcări pe suprafața dalei;
- M_x și M_y în cele trei puncte de interes a1, a5 și a9 din încărcări pe latura liberă a dalei (din consola trotuarului)

6.2.1. Momente încovoietoare M_x și M_y din încărcări pe suprafața dalei

Vom începe cu ultimele tabele și vom calcula momentele pe x și y în cele trei puncte de interes pentru încărcările uniform distribuite pe suprafața dalei și pentru cele din consolă.

Ca încărcare uniform distribuită pe suprafața dalei avem $q_{data.calcul} = \text{---} \text{ kN/mp}$ și vom folosi penultimul tabel, vezi figura de mai jos :

$L/B = 2$ Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($\nu = 0$)
Tabelul IV.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	—	0,711	0,569	0,489	0,434	0,393	0,363	0,335	0,311
b	0,442	0,444	0,431	0,405	0,375	0,349	0,325	0,305	0,284
c	0,263	0,266	0,267	0,265	0,257	0,247	0,235	0,224	0,212
d	0,127	0,128	0,130	0,130	0,129	0,126	0,123	0,116	0,112

Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_1	1,27	1,22	1,12	1,05	0,97	0,91

Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($\nu = 0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0,434	0,448	0,474	0,525	0,579	—
b	0,376	0,380	0,379	0,371	0,365	0,363
c	0,257	0,255	0,250	0,245	0,244	0,243
d	0,129	0,127	0,125	0,123	0,122	0,122

Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,69	0,67	0,64	0,61	0,58	0,56

Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($\nu = 1/6$)

	1	2	3	4	4/5	5	1	2	3	4	5
a	-0,102	-0,063	-0,021	+0,039	+0,096	—	-0,076	-0,033	+0,015	+0,065	—
b	-0,080	-0,043	-0,001	+0,045	+0,084	+0,071	-0,059	-0,020	+0,023	+0,068	+0,094
c	-0,044	-0,020	+0,004	+0,022	+0,028	+0,029	-0,032	-0,008	+0,016	+0,034	+0,041
d	-0,019	-0,008	+0,002	+0,009	+0,011	+0,012	-0,014	-0,003	+0,007	+0,014	+0,016

Valori de vârf în punctul singular a_5 ($\nu = 1/6$)

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,37	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24	0,45	0,42	0,38	0,35	0,32	0,29

Încărcare uniform distribuită pe suprafața dalei

		a_1	a_5	a_9
M_x / pL	$\nu = 0$	0,125	0,125	0,125
M_y / pL	$\nu = 0$	0	0	0
	$\nu = 1/6$	0	0,0073	0

Încărcare liniară la marginea $a_1 - d_1$
Încărcare marginală p_r Moment marginal m_r

		a_1	a_5	a_9		a_1	a_5	a_9	
M_x / pL	$\nu = 0$	+0,316	+0,247	+0,193	M_x / m_r	$\nu = 0$	+8,297	-0,025	-0,197
	$\nu = 0$	0	-0,049	0	M_y / m_r	$\nu = 0$	-1,0	-0,365	0
M_y / pL	$\nu = 1/6$	0	-0,038	0		$\nu = 1/6$	-1,0	-0,388	0

Fig. 6.2 Tabel calcul încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei [8]

Observăm că avem trei coloane pentru fiecare punct de interes a_1 , a_5 respectiv a_9 , iar pe orizontală avem prima linie care se referă la $M_x/p \cdot L^2$ pentru coeficientul lui Poisson $\nu=0$, iar pe linia doi valorile pentru $M_y/p \cdot L^2$ pentru coeficientul lui Poisson $\nu=0$ și pentru coeficientul lui Poisson $\nu=1/6$ unde vom folosi doar valorile pentru $\nu=0$.

Încărcare uniform distribuită pe suprafața dalei

		a_1	a_2	a_3
M_x / pL^2	$\nu = 0$	0,125	0,125	0,125
	$\nu = 1/5$	0	0,0073	0
M_y / pL^2	$\nu = 0$	0	0	0
	$\nu = 1/5$	0	0,0073	0

Fig. 6.3 Detaliu tabel calcul încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei [8]

Pentru toate punctele de interes avem aceleași valori în tabel, de **0,125** pentru $M_x/p*L^2$ respectiv **0** pentru $M_y/p*L^2$; valoarea din tabel corespunde fracției din prima coloană, astfel:

$M_x^{a1}=M_x^{a5}=M_x^{a9}=p*L^2*0,125 \text{ kN*m}$, unde p este încărcarea uniform distribuită de calcul pe suprafața dalei, adică $q_{dala.calcul}=\text{---kN/mp}$, iar L este lungimea podului.

$M_y^{a1}=M_y^{a5}=M_y^{a9}=p*L^2*0=0 \text{ kN*m}$ deoarece nu există moment pe direcția y din încărcări uniforme pe suprafața dalei.

Obs. Valoarea **0,125** este echivalentul lui **1/8** astfel formula de moment devenind cea standard pentru încărcări uniform distribuite $M=(p*L^2)/8$!

Avem nevoie de valorile:

- $M_x^{a1}, M_x^{a5}, M_x^{a9}$ și $M_y^{a1}, M_y^{a5}, M_y^{a9}$ pentru încărcări permanente pe suprafața dalei($q_{dala.calcul}$).

6.2.2. Momente încovoietoare M_x și M_y din încărcări pe latura liberă a dalei

$L/B = 2$ Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v = 0$)
Tabelul IV.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	—	0,711	0,569	0,489	0,434	0,393	0,363	0,335	0,311
b	0,442	0,444	0,431	0,405	0,375	0,349	0,325	0,305	0,284
c	0,263	0,266	0,267	0,265	0,257	0,247	0,235	0,224	0,212
d	0,127	0,128	0,130	0,130	0,129	0,126	0,123	0,116	0,112

Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_1	1,27	1,22	1,12	1,05	0,97	0,91

Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($v = 0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0,434	0,448	0,474	0,525	0,579	—
b	0,376	0,380	0,379	0,371	0,365	0,383
c	0,257	0,255	0,250	0,245	0,244	0,243
d	0,129	0,127	0,125	0,123	0,122	0,122

Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,69	0,67	0,64	0,61	0,58	0,56

Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v = 1/6$)

	1	2	3	4	4/5	5	1	2	3	4	5
a	-0,102	-0,063	-0,021	+0,039	+0,096	—	-0,076	-0,033	+0,015	+0,065	—
b	-0,080	-0,043	-0,001	+0,045	+0,064	+0,071	-0,059	-0,020	+0,023	+0,068	+0,094
c	-0,044	-0,020	+0,004	+0,022	+0,028	+0,029	-0,032	-0,008	+0,016	+0,034	+0,041
d	-0,019	-0,008	+0,002	+0,009	+0,011	+0,012	-0,014	-0,003	+0,007	+0,014	+0,016

Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v = 1/6$)

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,37	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24	0,45	0,42	0,38	0,35	0,32	0,29

Încărcare uniform distribuită pe suprafața dalei

M_x / pL^2	$v = 0$	a_1	a_5	a_9
		0,125	0,125	0,125
M_y / pL^2	$v = 0$	0	0	0
	$v = 1/6$	0	0,0073	0

Încărcare liniară la marginea $a_1 - d_1$

Încărcare marginală p_r				Moment marginal m_r					
$M_x / p_r L$	$v = 0$	a_1	a_5	a_9	M_x / m_r	$v = 0$	a_1	a_5	a_9
		+0,316	+0,247	+0,193			+8,297	-0,025	-0,197
$M_y / p_r L$	$v = 0$	0	-0,049	0	M_y / m_r	$v = 0$	-1,0	-0,385	0
	$v = 1/6$	0	-0,038	0		$v = 1/6$	-1,0	-0,388	0

Fig. 6.4 Încărcări la marginea liberă a dalei [8]

Pentru a afla aceste valori vom folosi ultimul tabel din serie, tabel care de fapt este împărțit în două părți distincte, după cum urmează: în stânga (roșu) sunt formulele de calcul pentru momente pe x și pe y în cele trei puncte din încărcarea uniform distribuită pe latura liberă, iar în partea dreaptă (albastru) sunt formulele de calcul pentru momente pe x și pe y în cele trei puncte din momentul uniform distribuit pe latura liberă (Fig. 6.5).

Încărcare liniară la marginea $a_1 - d_1$				Moment marginal m_r					
Încărcare marginală p_r									
		a_1	a_5	a_9		a_1	a_5	a_9	
$M_x/p \cdot L$	$v = 0$	+0.316	+0.247	+0.193	M_x/m_i	$v = 0$	+8.297	-0.025	-0.197
$M_y/p \cdot L$	$v = 0$	0	-0.049	0	M_y/m_i	$v = 0$	-1.0	-0.365	0
	$v = 1/6$	0	-0.038	0		$v = 1/6$	-1.0	-0.388	0

Fig. 6.5 Detaliu tabel încărcări la marginea liberă a dalei [8]

Aceste încărcări pot fi:

- Din acțiuni permanente : q_{calcul} și m_{calcul} ;
- Din utile: $p_{o3.calcul}$ și $m_{o3.calcul}$ pentru oameni cu 3 kN/mp (ipoteza 1) și $p_{o5.calcul}$ și $m_{o5.calcul}$ pentru oameni cu 5 kN/mp (ipoteza 2) ;

Calculul se face similar cu tabelul anterior, cu diferența că aici intervine L în loc de L^2 .

Pentru prima jumătate a tabelului observăm că raportul $M_x/p \cdot L$ va fi, pe rând, egal cu valorile din căsuțele din dreptul coloanelor a_1 , a_5 și a_9 ; la fel se va proceda și pentru $M_y/p \cdot L$ în cele trei puncte.

Exemplu de calcul

Pentru $M_x/p \cdot L$ avem în tabel valorile +0.316 pentru a_1 , +0.247 pentru a_5 respectiv +0.193 pentru a_9 , iar pentru $M_y/p \cdot L$ avem valorile 0 pentru a_1 , -0.049 pentru a_5 respectiv 0 pentru a_9 . Din egalarea rapoartelor cu valoarea din căsuță ne rezultă:

$$M_x^{a1} = p \cdot L \cdot 0.316 = \text{_____ kN} \cdot \text{m}, \quad M_x^{a5} = p \cdot L \cdot 0.247 = \text{_____ kN} \cdot \text{m}, \quad M_x^{a9} = p \cdot L \cdot 0.193 = \text{_____ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y^{a1} = p \cdot L \cdot 0 = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}, \quad M_y^{a5} = p \cdot L \cdot (-0.049) = \text{_____ kN} \cdot \text{m}, \quad M_y^{a9} = p \cdot L \cdot 0 = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}.$$

Pentru a doua jumătate a tabelului observăm că raportul M_x/m_i va fi, pe rând, egal cu valorile din căsuțele din dreptul coloanelor a_1 , a_5 și a_9 ; la fel se va proceda și pentru M_y/m_i în cele trei puncte.

Exemplu de calcul

Pentru M_x/m_i avem în tabel valorile +0.297 pentru a_1 , -0.025 pentru a_5 respectiv -0.197 pentru a_9 , iar pentru M_y/m_i avem valorile -1 pentru a_1 , -0.365 pentru a_5 respectiv 0 pentru a_9 . Din egalarea rapoartelor cu valoarea din căsuță ne rezultă:

$$M_x^{a1} = p \cdot L \cdot 0.297 = \text{_____ kN} \cdot \text{m}, \quad M_x^{a5} = p \cdot L \cdot (-0.025) = \text{_____ kN} \cdot \text{m}, \quad M_x^{a9} = p \cdot L \cdot (-0.197) = \text{_____ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y^{a1} = p \cdot L \cdot (-1) = \text{_____ kN} \cdot \text{m}, \quad M_y^{a5} = p \cdot L \cdot (-0.365) = \text{_____ kN} \cdot \text{m}, \quad M_y^{a9} = p \cdot L \cdot 0 = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}.$$

Obs. Se va ține cont de semnele valorilor din căsuțe pentru a evalua corect semnul momentului încovoietor calculat; de asemenea se observă că valorile au un trend descendent, de la stânga la dreapta.

Valoarea de -1 din dreptul punctului a_1 când calculăm M_y ne arată că valoarea momentului dat de consolă în încastrare se transmite în procent de 100% la marginea dalei în punctul a_1 și este un moment negativ.

Avem nevoie de valorile :

- M_x^{a1} , M_x^{a5} , M_x^{a9} și M_y^{a1} , M_y^{a5} , M_y^{a9} încărcări permanente pe consolă (q_{calcul});
- M_x^{a1} , M_x^{a5} , M_x^{a9} și M_y^{a1} , M_y^{a5} , M_y^{a9} încărcări permanente pe consolă (m_{calcul});
- M_x^{a1} , M_x^{a5} , M_x^{a9} și M_y^{a1} , M_y^{a5} , M_y^{a9} încărcări oameni 3 kN/m^2 pe consolă (ipoteza 1) ($q_{o3.calcul}$);
- M_x^{a1} , M_x^{a5} , M_x^{a9} și M_y^{a1} , M_y^{a5} , M_y^{a9} încărcări oameni 3 kN/m^2 pe consolă (ipoteza 1) ($m_{o3.calcul}$);
- M_x^{a1} , M_x^{a5} , M_x^{a9} și M_y^{a1} , M_y^{a5} , M_y^{a9} încărcări oameni 5 kN/m^2 pe consolă (ipoteza 2) ($q_{o5.calcul}$);

- $M_x^{a1}, M_x^{a5}, M_x^{a9}$ și $M_y^{a1}, M_y^{a5}, M_y^{a9}$ încărcări oameni 5kN/m^2 pe consolă (ipoteza 2) ($m_{o5.calcul}$);

6.3. Calculul momentului maxim în punctul marginal **a1** din încărcări utile

6.3.1. Ipoteza 1 (convoi LM1+ oameni pe trotuar)

Pentru a obține momentul maxim în punctul singular marginal **a1** este necesar să urmărim o dispunere cât mai dezavantajoasă a convoiului **LM1**, însemnând ca încărcările maxime să fie dispuse cât mai aproape de marginea dalei pentru cea mai defavorabilă situație; astfel se începe cu **banda 1** de la bordură urmată de **banda 2**, respectiv **zona rămasă** (după caz).

În ceea ce privește sistemul de osii tandem (**TS**), acesta se va dispune la mijlocul deschiderii podului, mai exact cu una din cele două osii exact în mijloc iar cealaltă la **1,2m** (conform modelului de încărcare **LM1**) în oricare direcție, având în vedere simetria suprafeței de influență.

Dispunerea convoiului pe suprafața dalei este reprezentat în figura de mai jos:

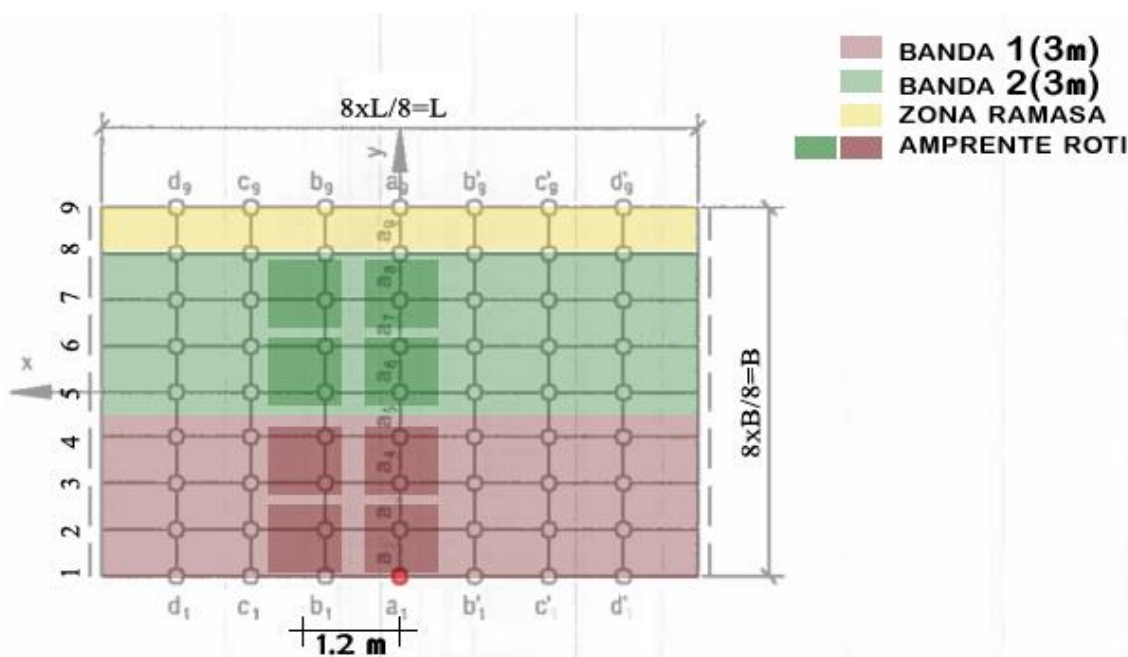


Fig. 6.6 Dispunerea benzilor pentru calculul momentului maxim în punctul singular **a1**

Suprafața de influență este generată de valori ale ordonatelor în plan vertical pentru fiecare punct singular de pe grilă, începând cu linia centrală **a1-a9** până la linia **d1-d9** preluate din primul tabel din seria tabelurilor de calcul pentru raportul **L/B** specific. Valoarea ordonatei din dreptul punctului de vârf **a1** se calculează intrapolând/extrapolând valorile din tabelul al doilea în funcție de valoarea **c/B** unde **c** este jumătate din lungimea distribuită până în centrul dalei a amprentei roților, notate anterior cu **a** (a nu se confunda cu notația punctelor de pe grilă), iar **B** este lățimea dalei de beton.

$L/B = 2$ Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v = 0$)
Tabelul IV.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	—	0,711	0,569	0,489	0,434	0,393	0,363	0,335	0,311
b	0,442	0,444	0,431	0,405	0,375	0,349	0,325	0,305	0,284
c	0,263	0,266	0,267	0,265	0,257	0,247	0,235	0,224	0,212
d	0,127	0,126	0,130	0,130	0,129	0,126	0,123	0,116	0,112

Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_1	1,27	1,22	1,12	1,05	0,97	0,91

Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 $v = 0$

	1	2	3	4	4/5	5
a	0,434	0,448	0,474	0,525	0,579	—
b	0,376	0,380	0,379	0,371	0,365	0,383
c	0,257	0,255	0,250	0,245	0,244	0,243
d	0,129	0,127	0,125	0,123	0,122	0,122

Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,69	0,67	0,64	0,61	0,58	0,56

Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 $v = 1/6$

	1	2	3	4	4/5	5	1	2	3	4	5
a	-0,102	-0,063	-0,021	+0,039	+0,096	—	-0,076	-0,033	+0,015	+0,085	—
b	-0,080	-0,043	-0,001	+0,045	+0,064	+0,071	-0,059	-0,020	+0,023	+0,068	+0,094
c	-0,044	-0,020	+0,004	+0,022	+0,028	+0,029	-0,032	-0,008	+0,016	+0,034	+0,041
d	-0,019	-0,008	+0,002	+0,009	+0,011	+0,012	-0,014	-0,003	+0,007	+0,014	+0,016

Valori de vârf în punctul singular a_5 $v = 1/6$

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,37	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24	0,45	0,42	0,38	0,35	0,32	0,29

Încărcare uniform distribuită pe suprafața dalei

		a_1	a_5	a_9
M_x / pL^2	$v = 0$	0,125	0,125	0,125
	$v = 1/6$	0	0	0
M_y / pL^2	$v = 0$	0	0	0
	$v = 1/6$	0	0,0073	0

Încărcare liniară la marginea $a_1 - d_1$
Încărcare marginală p_f Moment marginal m_f

		a_1	a_5	a_9			a_1	a_5	a_9
M_x / pL	$v = 0$	+0,316	+0,247	+0,193	M_x / m_f	$v = 0$	+8,297	-0,025	-0,197
	$v = 1/6$	0	-0,049	0		M_x / m_f	$v = 0$	-1,0	-0,365
M_y / pL	$v = 0$	0	-0,038	0	M_y / m_f	$v = 1/6$	-1,0	-0,388	0
	$v = 1/6$	0	-0,038	0					

Fig. 6.7 Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 [8]

Obs.

-Pentru liniile de rezemare valorile pentru fiecare punct sunt zero deoarece încărcările în acele puncte nu generează moment încovoietor în dală.

-În tabel valorile ordonatelor scad de la stânga la dreapta și de sus în jos.

Conform calculului cu linii/suprafețe de influență, modelul este următorul: forțele concentrate [kN] se înmulțesc cu ordonata din dreptul lor, încărcările uniform distribuite liniar [kN/m] se înmulțesc cu aria din linia de influență din dreptul lor iar pentru cele uniform distribuite pe suprafețe [kN/m²], acestea se vor înmulți cu volumul generat de amprenta lor și suprafața de influență.

Pentru a simplifica calculul și a nu lucra cu volume, vom reduce încărcările uniform distribuite pe suprafețe la o valoare rezultantă uniform distribuită liniar pe una din direcții pe care o vom înmulți cu aria medie din linia de influență generată de media a trei secțiuni verticale a suprafeței de influență prin dreptul marginilor și a centrului amprentei unei roți (vezi figura de mai jos).

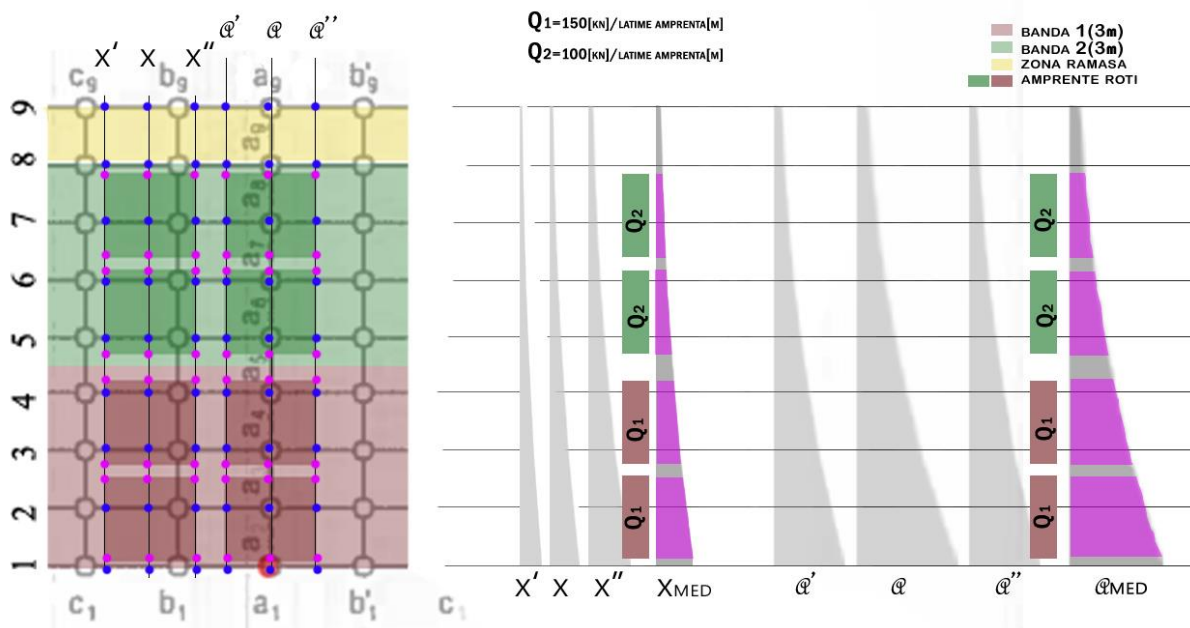


Fig. 6.8 Obținerea valorilor medii pentru fiecare rând de roți, pentru M_x^{a1}

Pentru a obține prima linie de influență, avem nevoie de valorile ordonate din dreptul liniei $a1-a9$ care corespunde centrului primului rând de roți și de cele $a'1-a'9$ respectiv $a''1-a''9$ care corespund liniilor din dreptul marginilor amprente distribuite. Astfel linia de influență pentru calcul o vom nota cu $a_{med1}- a_{med 9}$ și se obține făcând media celor trei linii de mai sus în felul următor $A_i=(a_i+a'i+a''i)/3$.

Valorile de la marginile amprente sunt egale $a'i=a''i$ datorită simetriei și se calculează interpolând liniar între linia de valori $a1-a9$ și $b1-b9$, după cum urmează: știind că distanța de la mijlocul amprente până la margine este egală cu $c=a/2$ iar distanța între linia a și linia b este de $L/8$, putem afla exact poziția colțului amprente și putem interpola liniar cu regula de trei simplă pe ambele direcții(vezi Fig. 6.9).

Exemplu de calcul: Urmărim aflarea ordonatei X oarecare: pentru aceasta putem interpola pe orizontală aflând X1 între C1 și C2, apoi X2 între B1 și B2 urmând interpolarea lui X între X1 și X2 sau pe verticală, aflând întâi X3 și X4 ; indiferent de metodă, rezultatul este același (vezi figura de mai jos).

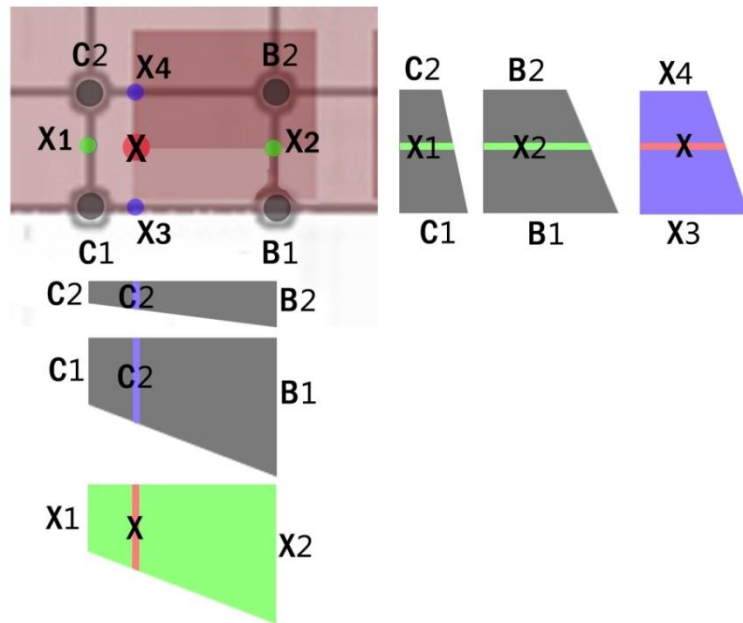


Fig. 6.9 Aflarea ordonatei unui punct oarecare x prin interpolare liniară

Pentru a doua linie de roți se va face calculul similar cu prima linie, diferența fiind că mijlocul amprenteii nu va mai coincide cu o linie din tabel ci se va calcula prin interpolare precum și pentru marginile acesteia. Cele trei linii le vom nota cu $x1-x9$ pentru centrul amprenteii și $x'1-x'9$ respectiv $x''1-x''9$ pentru marginile amprenteii, cu precizarea că în acest caz valorile pentru liniile x' și x'' nu mai sunt aceleași ca și la osiile de pe *linia 1* de roți care a fost amplasată central pe pod.

Pentru calculul momentului din încărcările uniform distribuite corespunzătoare benzilor și, după caz, zonei rămase, acestea fiind dispuse pe tot podul uniform, se pot reduce la valori rezultante atât pe lungime pe liniile *1-9* cât și pe lățime pe liniile *a,b,c,d*, cu precizarea că liniile *b,c,d* se repetă și pe cealaltă jumătate de pod (*b',c',d'*).

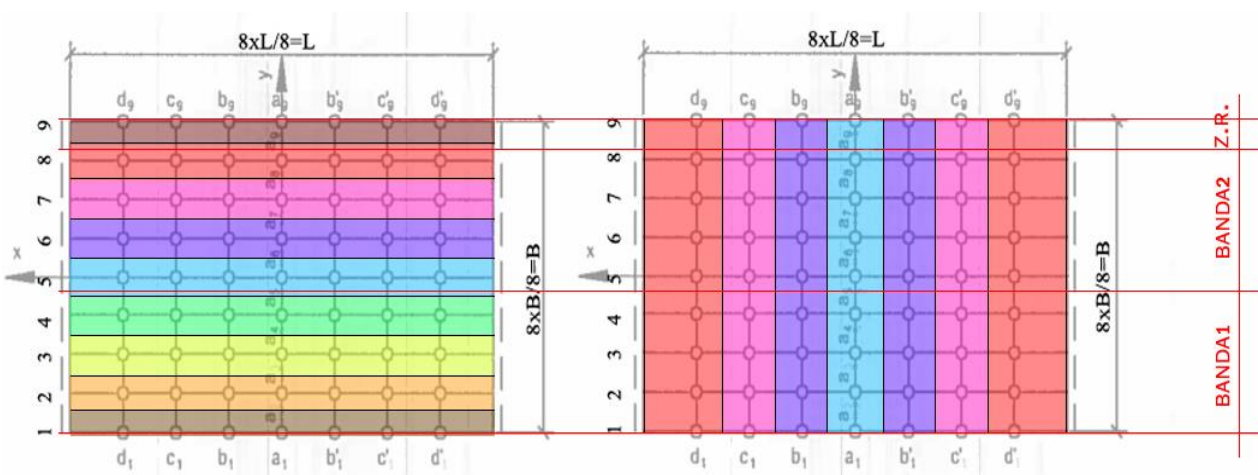


Fig. 6.10 Reducerea la rezultante pe linii de încărcare M_x^{a1}

Modul 1 – reducerea la încărcări liniare pe lungimea podului.

Fiecare linie de la **1-9** va prelua încărcările uniform distribuite din benzi și zona rămasă în felul următor:

- Liniile marginale **1** și **9** preiau încărcările pe o fâșie lată de la marginea exterioară a dalei până la mijlocul distanței la linia adiacentă, adică o fâșie de lățime egală cu **B/16**;
- Liniile intermediare **2-8** preiau încărcări pe o fâșie lată cât jumătate spre linia anterioară și jumătate spre linia următoare, astfel rezultând o lățime de **B/16+B/16=B/8**;

Suprapunând dispunerea benzilor peste aceste fâșii, observăm că unele fâșii preiau integral, pe toată lățimea, încărcări corespunzătoare unei singure benzi iar altele preiau câte o parte din fiecare bandă. Pentru a calcula valoarea rezultantei distribuite liniar în lungul podului se înmulțește încărcarea uniform distribuită pe suprafață corespunzătoare fiecărei benzi cu lățimea de fâșie sau, în cazul fâșiilor unde încarcă ambele benzi, pe lățimile **l1 (banda1)** respectiv **l2 (banda2)** (vezi fâșia pentru **linia 5** din Fig. 6.11) unde lățimea fâșiei este suma celor două (**l1+l2=B/8**). Încărcarea totală se va calcula prin adunarea produselor dintre încărcarea pe fiecare bandă (**9 sau 2.5 kN/m²**) și lățimea de aplicare specifică acesteia (**l1, l2 m**).

Astfel obținem nouă încărcări pentru nouă linii de influență iar momentul încovoietor total dat de aceste încărcări uniform distribuite liniar se calculează înmulțind valoarea **încărcării 1** cu aria **liniei de influență 1**, a **încărcării 2** cu aria de la **linia 2** și tot așa până la **linia 9**, apoi însumându-le.

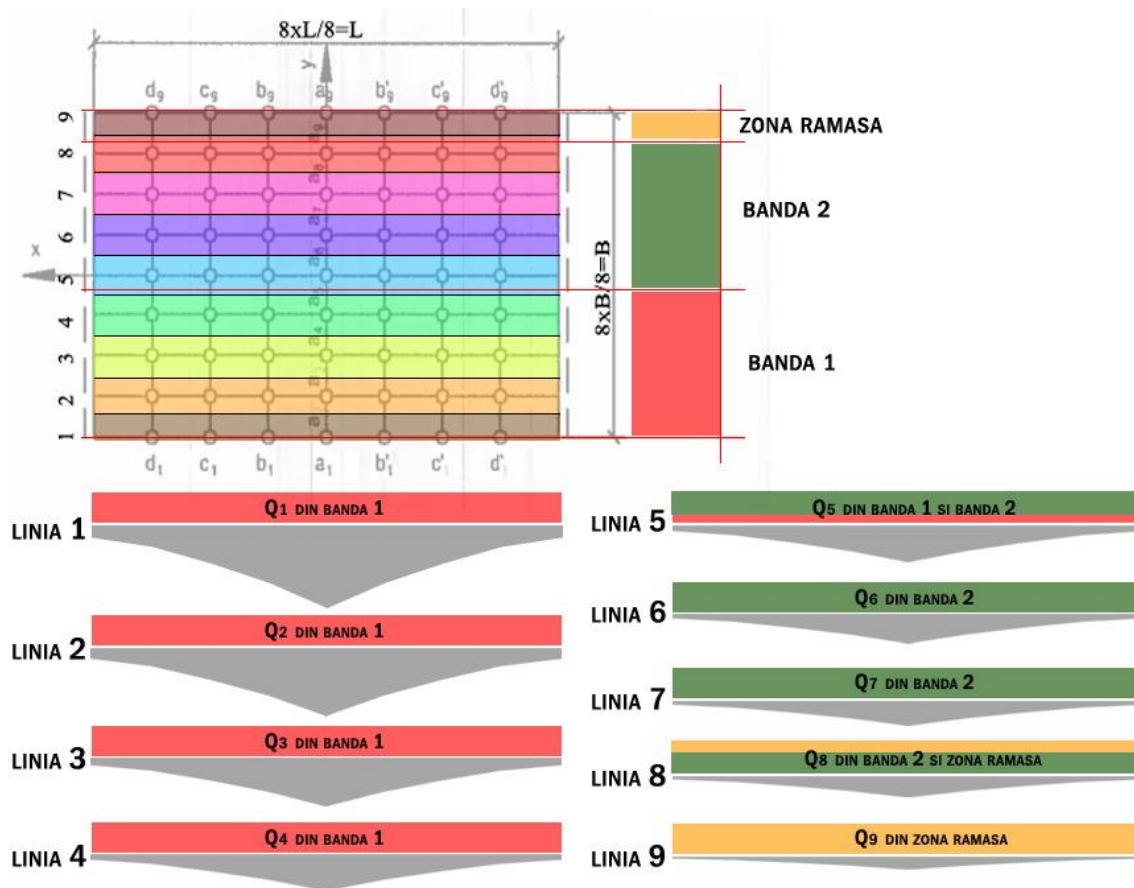


Fig. 6.11 Linii de influență rezultante pe lungul podului M_x^{a1}

Obs. Se mai poate calcula și pe fiecare bandă în parte, pe 3m lățime în loc de fâșii, încărcare aplicată pe o linie de influență medie pentru toată lățimea benzii.

Modul 2 - reducerea la încărcări liniare pe lățimea podului.

Fiecare linie de la **a-d** va prelua încărcările uniform distribuite din benzi și zona rămasă în felul următor:

- Liniile **d** (**d'**) vor prelua încărcările pe o fâșie cu lățimea egală cu distanța de la linia de reazem până la mijlocul distanței la linia **c** (**c'**) adică $L/8 + L/16 = 3L/16$;
- Liniile intermediare **c,b,a** (**c',b',a'**) preiau încărcări pe o fâșie, jumătate spre linia anterioară și jumătate spre linia următoare, astfel rezultând o lățime de $L/16 + L/16 = L/8$;

Suprapunând dispunerea benzilor peste aceste fâșii, observăm că fiecare linie de la **a-d** preia o parte din fiecare bandă și, după caz, și încărcări din zona rămasă. Pentru a calcula valoarea rezultantei distribuite liniar în latul podului se înmulțesc încărcările uniform distribuite de pe fiecare bandă cu lățimea de fâșie. Astfel obținem patru încărcări pentru patru linii de influență din care **liniile b,c,d se vor lua de două ori** (la fel și pentru **b',c',d'**), iar momentul total dat de aceste încărcări uniform distribuite liniar se calculează înmulțind valoarea **încărcărilor** cu ariile din dreptul lor pe fiecare din cele patru **linii de influență**, apoi adunând aceste valori.

Obs. Încărcările pentru banda a doua și pentru zona rămasă se vor lua împreună, ele având aceeași valoare de $2,5 \text{ kN/m}^2$.

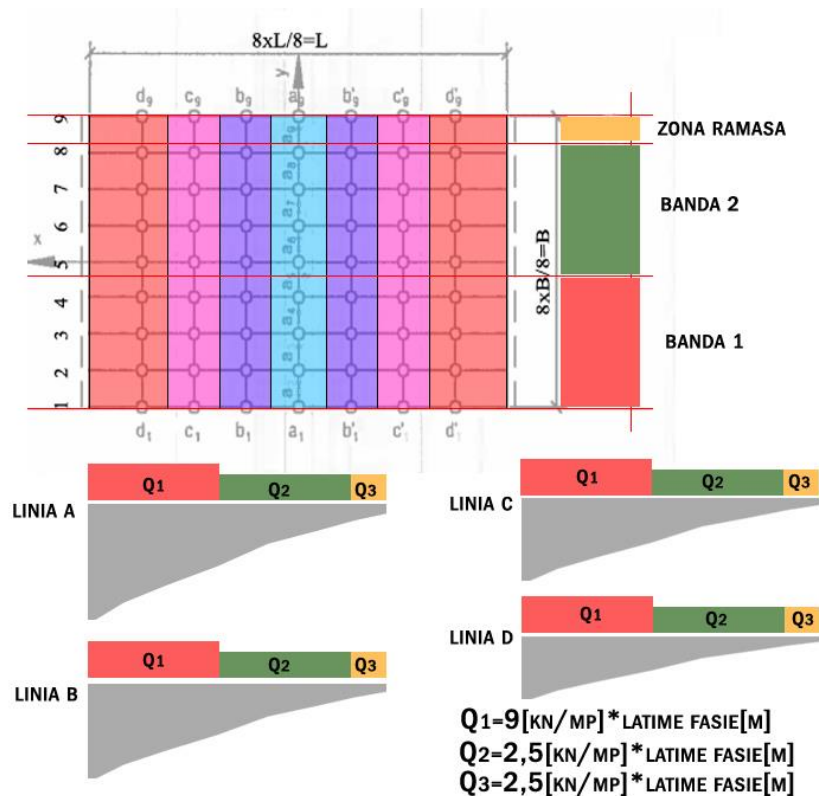


Fig. 6.12 Linii de influență rezultante pe lățimea podului

Valoarea totală de calcul a momentului încovoietor M_x^{al} se obține adunând valorile obținute din încărcările din osii (TS) cu cele obținute din încărcările uniform distribuite corespunzătoare benzilor (UDL) și înmulțind suma cu coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_Q=1,35$.

6.3.2. Ipoteza 2 (aglomerări de oameni pe pod)

Pentru a obține momentul maxim în punctul marginal $a1$, calculăm momentul încovoietor similar cu calculul la încărcările uniform distribuite din benzi de la ipoteza 1, folosind modul 1 sau 2 de calcul, doar că în această ipoteză încărcarea este unitară pe toată suprafața podului (5 kN/m^2). Valoarea de calcul a momentului se obține înmulțind rezultatul obținut cu coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_Q=1,35$.

Avem nevoie de valorile pentru :

- M_x^{al} din acțiunea roșilor (Ipoteza 1);
- M_x^{al} din acțiunea benzilor (Ipoteza 1);
- M_x^{al} de calcul total pentru ipoteza 1;
- M_x^{al} de calcul din aglomerări de oameni (ipoteza 2);

6.4. Calculul momentului maxim în punctul central $a5$ din încărcări utile

6.4.1. Ipoteza1 (convoi LM1+ oameni pe trotuar cu 3 kN/m²)

Pentru a obține momentul maxim în punctul singular central a_5 este necesar să urmărim din nou o dispunerea cât mai dezavantajoasă a convoiului $LM1$, însemnând ca încărcările maxime să fie dispuse cât mai aproape de centrul dalei dar, de asemenea, având grijă ca încărcările să fie maxime pe tot podul, mai exact să încapă ambele benzi teoretice de încărcare. Se începe cu **banda 2** de la bordură, urmată de **banda 1** care va încărca central podul, urmată de **zona rămasă** (după caz).

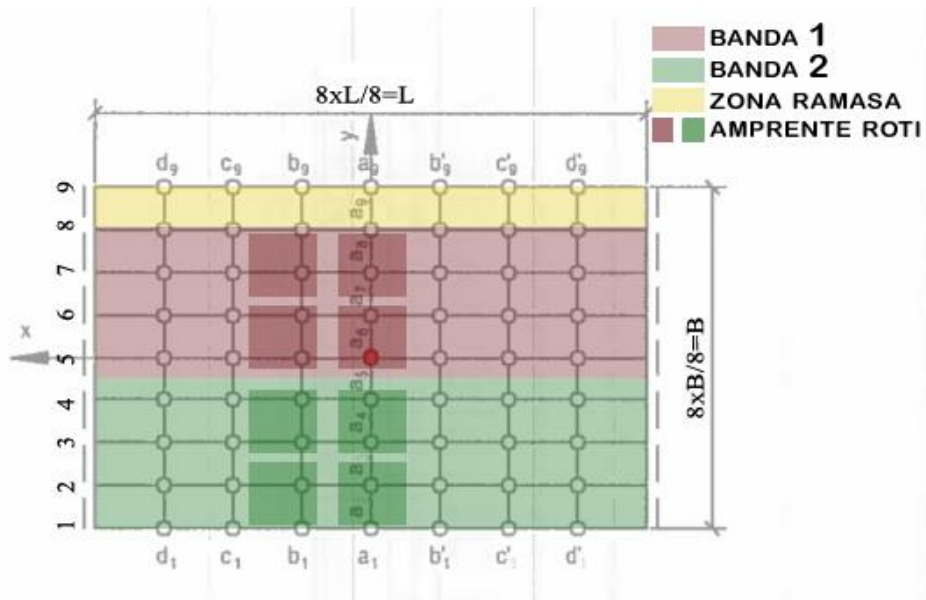


Fig. 6.13 Dispunerea benzilor pentru calculul momentului în punctul singular central a_5

$L/B = 2$ Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v = 0$)

Tabelul IV.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	—	0,711	0,569	0,489	0,434	0,393	0,363	0,335	0,311
b	0,442	0,444	0,431	0,405	0,375	0,349	0,325	0,305	0,284
c	0,263	0,266	0,267	0,265	0,257	0,247	0,235	0,224	0,212
d	0,127	0,126	0,130	0,130	0,129	0,126	0,123	0,116	0,112

Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_1	1,27	1,22	1,12	1,05	0,97	0,91

Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 $v = 0$

	1	2	3	4	4/5	5
a	0,434	0,448	0,474	0,525	0,579	—
b	0,376	0,380	0,379	0,371	0,365	0,363
c	0,257	0,255	0,250	0,245	0,244	0,243
d	0,129	0,127	0,125	0,123	0,122	0,122

Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,69	0,57	0,54	0,61	0,58	0,56

Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 $v = 1/6$

	1	2	3	4	4/5	5	1	2	3	4	5
a	-0,102	-0,063	-0,021	+0,039	+0,096	—	-0,076	-0,033	+0,015	+0,085	—
b	-0,080	-0,043	-0,001	+0,045	+0,084	+0,071	-0,059	-0,020	+0,023	+0,068	+0,094
c	-0,044	-0,020	+0,004	+0,022	+0,028	+0,029	-0,032	-0,008	+0,016	+0,034	+0,041
d	-0,019	-0,008	+0,002	+0,009	+0,011	+0,012	-0,014	-0,003	+0,007	+0,014	+0,016

Valori de vârf în punctul singular a_5 $v = 1/6$

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,37	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24	0,45	0,42	0,38	0,35	0,32	0,29

Încărcare uniform distribuită pe suprafața dalei

		a_1	a_5	a_9
M_x / pL^2	$v = 0$	0,125	0,125	0,125
	$v = 1/6$	0	0	0
M_y / pL^2	$v = 0$	0	0	0
	$v = 1/6$	0	0,0073	0

Încărcare liniară la marginea $a_1 - d_1$

Încărcare marginală p_r

Moment marginal m_r

		a_1	a_5	a_9			a_1	a_5	a_9
M_x / pL	$v = 0$	+0,316	+0,247	+0,193	M_x / m_r	$v = 0$	+8,297	-0,025	-0,197
	$v = 1/6$	0	-0,049	0		$v = 0$	-1,0	-0,365	0
M_y / pL	$v = 0$	0	-0,036	0	M_y / m_r	$v = 1/6$	-1,0	-0,388	0
	$v = 1/6$	0	-0,036	0					

Fig. 6.14 Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 [8]

În ceea ce privește sistemul de osii tandem (TS) acesta se va dispune la fel ca la calculul momentului în punctul marginal a_1 , la mijlocul deschiderii podului, mai exact cu una din cele două osii exact în mijloc iar cealaltă la $1,2m$ (conform modelului de încărcare LMI) în oricare direcție, având în vedere simetria suprafeței de influență (Fig. 6.13).

Suprafața de influență este generată de valori ale ordonatelor în plan vertical pentru fiecare punct singular de pe grilă, începând cu linia centrală **a1-a5** și până la linia **d1-d5**, preluate din primul tabel (Fig. 6.14) pentru raportul **L/B** specific, similar cum a fost realizată și pentru calculul momentului anterior. Valoarea ordonatei din dreptul punctului de vârf **a5** se calculează intrapolând/extrapolând valorile din tabelul al doilea (*valori de varf în punctul singular a5*) în funcție de valoarea **c/B** unde **c** este jumătate din lungimea distribuită până în centrul dalei a amprentei roților, notată anterior cu **a** (a nu se confunda cu notația punctelor de pe grilă), iar **B** este lățimea dalei de beton. Suplimentar avem punctul intermediar **4/5** aflat la jumătatea distanței între **4** și **5**, punct care se ia pentru o mai bună discretizare a suprafeței de influență în zona de vârf.

Pentru a realiza liniile complete se va desena în oglindă pentru punctele **5-9**; astfel valorile lui **9** sunt aceleași ca la **1**, **8** ca la **2**, **7** corespunde lui **3** iar **6** punctului **4**. Al doilea punct intermediar se ia **5/6** cu valoare egală cu cea de la **4/5**.

Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 $v = 0$

	1	2	3	4	4/5	5
a	0,434	0,448	0,474	0,525	0,579	—
b	0,378	0,380	0,379	0,371	0,365	0,383
c	0,257	0,255	0,250	0,245	0,244	0,243
d	0,129	0,127	0,125	0,123	0,122	0,122

Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,69	0,67	0,64	0,61	0,58	0,56

Fig. 6.15 Detaliu Tabel pentru suprafața de influență M_x a punctului marginal a_5 [8]

Obs.

-Pentru liniile de rezemare valorile pentru fiecare punct sunt zero deoarece nu generează moment încovoietor.

-există posibilitatea ca valoarea 4/5 sa fie mai mare ca valoare ca cea a punctului 5, astfel rezultând două vârfuri la linia de influență în acest punct, respectiv 5/6;

-În tabel valorile ordonatelor cresc de la stânga la dreapta și scad de sus în jos.

Calculul se face similar cu cel anterior pentru M_x^{a1} .

Pentru a simplifica calculul și a nu lucra cu volume, vom reduce încărcările uniform distribuite pe suprafețe la o valoare rezultantă uniform distribuită liniar pe una din direcții pe care o vom înmulți cu aria medie din linia de influență generată de media a trei secțiuni verticale ale suprafeței de influență, prin dreptul marginilor și al centrului amprentei unei roți (Fig. 6.16).

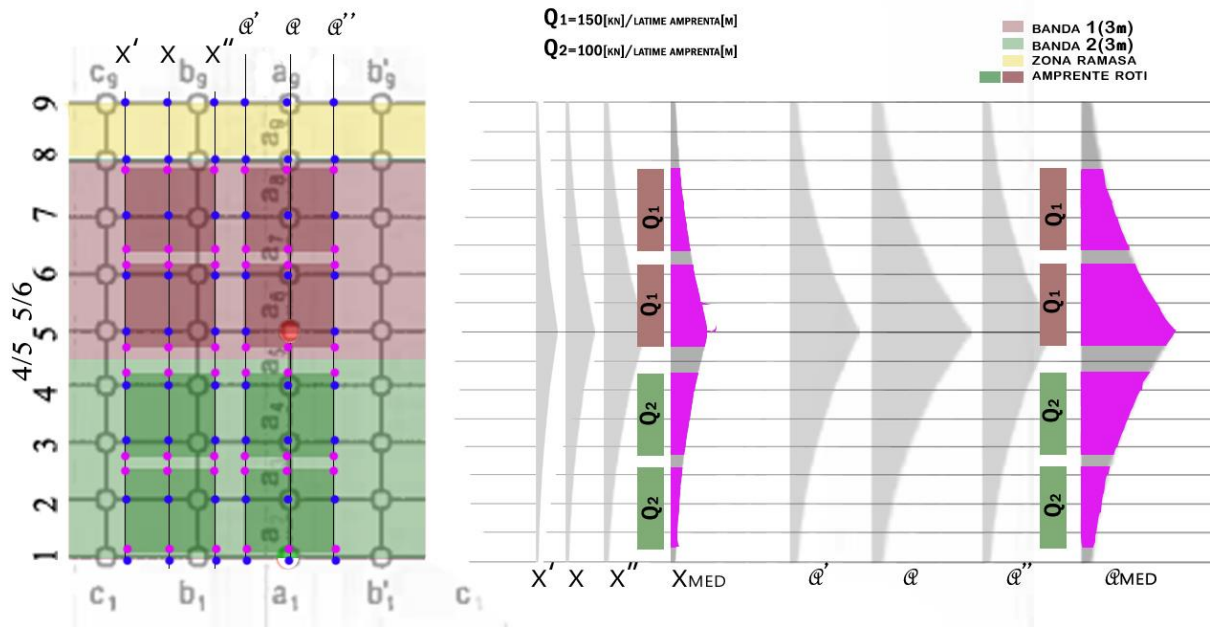


Fig. 6.16 Obținerea valorilor medii pentru fiecare rând de roți pentru M_x^{a5}

Pentru a obține prima linie de influență avem nevoie de valorile ordonatelor din dreptul liniei $a1-a9$ care corespunde centrului primului rând de roți și de $a'1-a'9$ respectiv $a''1-a''9$ care corespund liniilor din dreptul marginilor amprente distribuite. Astfel linia de influență pentru calcul o vom nota cu $a_{med1}- a_{med 9}$ și se obține făcând media celor trei linii de mai sus în felul următor $A_i=(a_i+a'i+a''i)/3$.

Valorile de la marginile amprente sunt egale $a'i=a''i$ datorită simetriei și se calculează interpolând liniar între linia de valori $a1-a9$ și $b1-b9$ după cum urmează: știind că distanța de la mijlocul amprente până la margine este egală cu $c=a/2$ iar distanța între linia a și linia b este de $L/8$, putem afla exact poziția colțului amprente și putem interpola liniar cu regula de trei simplă pe ambele direcții.

Pentru a doua linie de roți se va face calculul la fel ca la prima linie, diferența fiind că mijlocul amprente nu va mai coincide cu o linie din tabel ci se va calcula prin interpolare precum și marginile acesteia. Cele trei linii le vom nota cu $x1-x9$ pentru centrul amprente și $x'1-x'9$ respectiv $x''1-x''9$ pentru marginile amprente cu precizarea că în acest caz valorile pentru liniile x' și x'' nu mai sunt aceleași ca și la osiile de pe **linia 1** de roți care a fost amplasată central pe pod.

Pentru calculul momentului din încărcările uniforme distribuite corespunzătoare benzilor și, după caz, zonei rămase, acestea fiind dispuse pe tot podul uniform, se pot reduce la valori rezultante atât pe lungime pe liniile $1-9$ cât și pe lățime pe liniile a,b,c,d , cu precizarea că liniile b,c,d se repetă și pe cealaltă jumătate de pod (b',c',d').

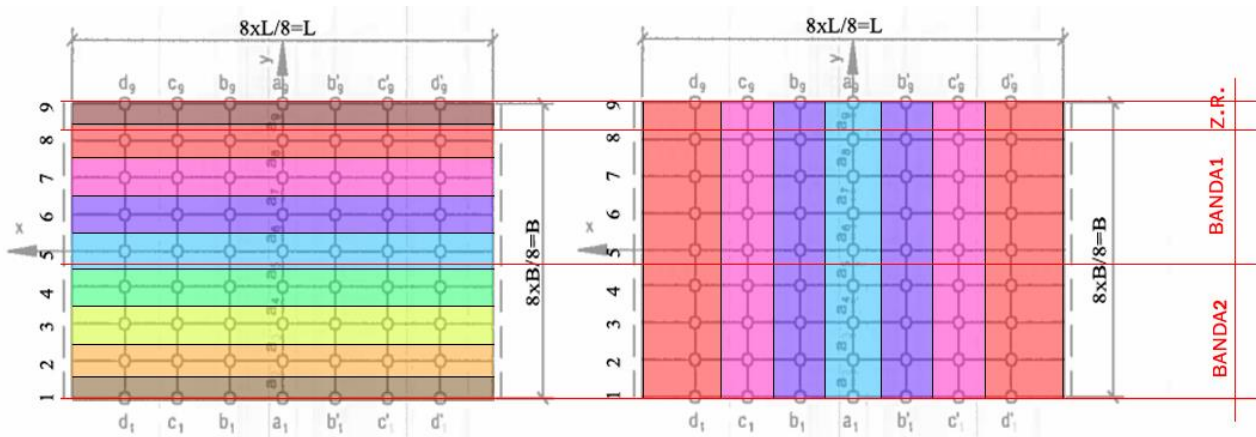


Fig. 6.17 Reducerea la rezultante pe linii de încărcare M_x^{a5}

Modul 1 – reducerea la încărcări liniare pe lungimea podului.

Fiecare linie de la 1-9 va prelua încărcările uniform distribuite din benzi și zona rămasă în felul următor:

- Liniile marginale 1 și 9 preiau încărcările pe o fâșie lată de la marginea exterioară a dalei la mijlocul distanței până la linia adiacentă, adică o fâșie de lățime egală cu $B/16$;
- Liniile intermediare 2-8 preiau încărcări pe o fâșie lată cât jumătate spre linia anterioară plus jumătate spre linia următoare, astfel rezultând o lățime de $B/16+B/16=B/8$;

Suprapunând dispunerea benzilor peste aceste fâșii, observăm că unele fâșii preiau integral, pe toată lățimea, încărcări corespunzătoare unei singure benzi iar altele preiau câte o parte din fiecare bandă. Pentru a calcula valoarea rezultantei distribuite liniar în lungul podului, se înmulțește încărcarea uniform distribuită pe suprafață corespunzătoare fiecărei benzi cu lățimea de fâșie sau în cazul fâșiilor unde încarcă ambele benzi pe lățimile **11** (cât îi revine din banda2) respectiv **12** (cât îi revine din banda1) (vezi fâșia pentru linia 5 din Fig. 6.18) unde lățimea fâșiei este suma celor două ($11+12=B/8$). Încărcarea totală se va calcula prind adunarea produselor dintre încărcarea pe fiecare bandă (9 sau 2.5 kN/m^2) și lățimea de aplicare specifică acesteia (11, 12 m).

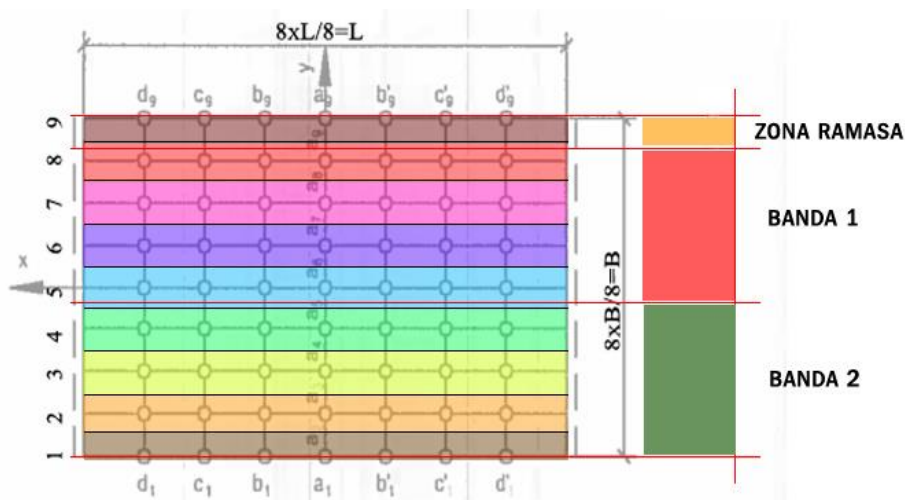


Fig. 6.18 Distribuția pe fâșii în lungul podului pentru M_x^{a5}

Astfel obținem nouă încărcări pentru nouă linii de influență, iar momentul total dat de aceste încărcări uniform distribuite liniar se calculează înmulțind valoarea **încărcării 1** cu aria **liniei de influență 1**, **încărcării 2** cu aria de la **linia 2** și la fel până la **linia 9**, apoi adunând aceste valori.

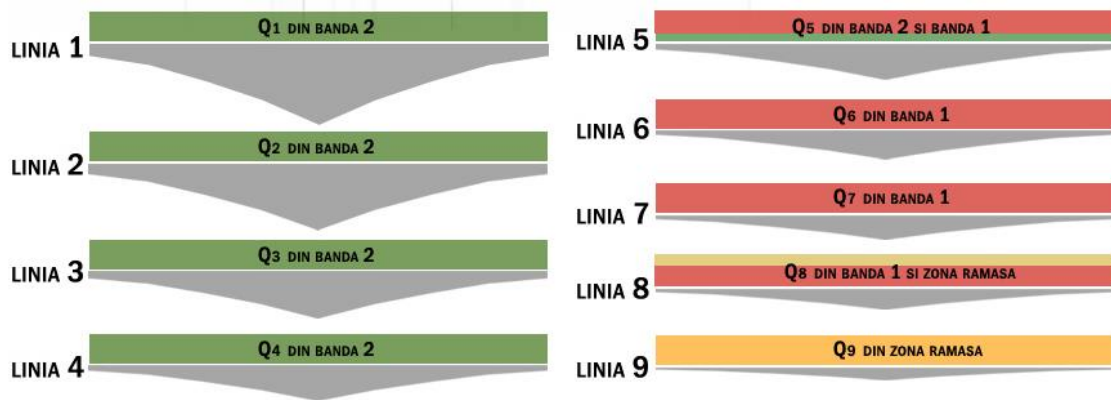


Fig. 6.19 Linii de influență rezultante pe lungul podului pentru M_x^{45}

Obs. Se mai poate calcula și pe fiecare bandă în parte, pe **3m** lățime în loc de fâșii, încărcare aplicată pe o linie de influență medie pentru toată lățimea benzii.

Modul 2 – reducerea la încărcări liniare pe lățimea podului.

Fiecare linie de la **a-d** va prelua încărcările uniform distribuite din benzi și zona rămasă în felul următor:

- Liniile **d (d')** vor prelua încărcările pe o fâșie cu lățimea egală cu distanța de la linia de reazem la mijlocul distanței până la linia **c (c')** adică $L/8 + L/16 = 3L/16$;
- Liniile intermediare **c,b,a (c',b',a')** preiau încărcări pe o fâșie jumătate spre linia anterioară și jumătate spre linia următoare, astfel rezultând o lățime de $L/16 + L/16 = L/8$;

Suprapunând dispunerea benzilor peste aceste fâșii observăm că fiecare linie de la **a-d** preia o parte din fiecare bandă și după caz și încărcări din zona rămasă. Pentru a calcula valoarea rezultantei distribuite liniar în latul podului se înmulțesc încărcările uniform distribuite de pe fiecare bandă cu lățimea de fâșie.

Astfel obținem patru încărcări pentru patru linii de influență din care **liniile b,c,d se vor lua de două ori** (și pentru **b',c',d'**), iar momentul total dat de aceste încărcări uniform distribuite liniar se calculează înmulțind valoarea **încărcărilor** cu ariile din dreptul lor pe fiecare din cele patru **linii de influență**, apoi adunând aceste valori.

Obs. Încărcările pentru banda a doua și pentru zona rămasă se pot lua împreună, ele având aceeași valoare de **2,5 kN/m²**.

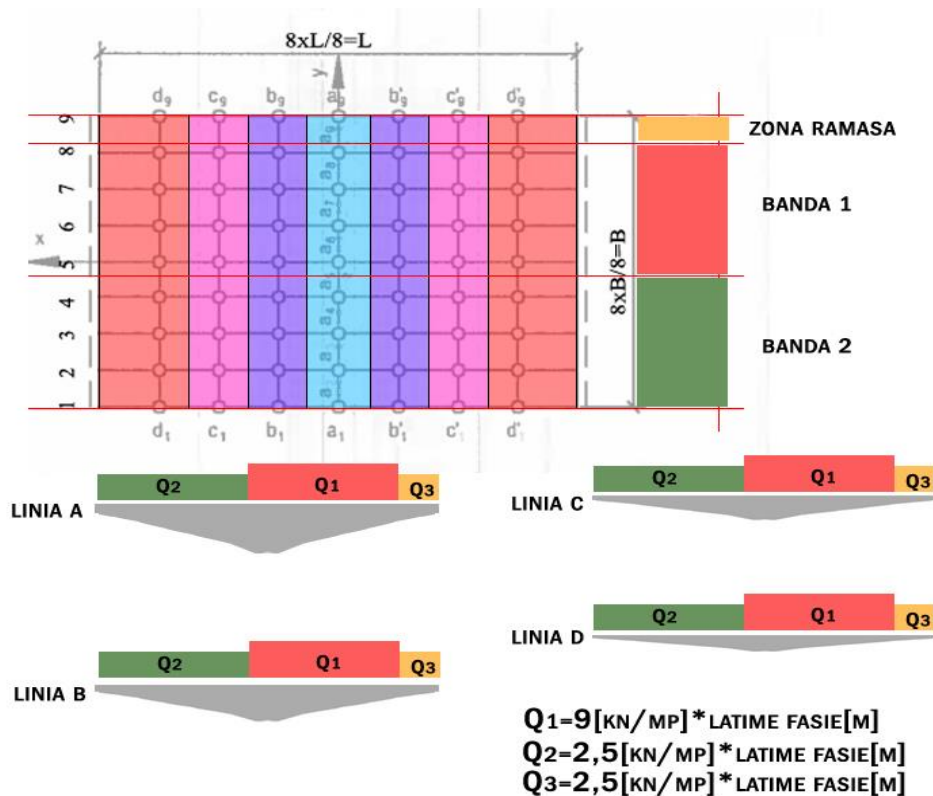


Fig. 6.20 Linii de influență rezultante pe lățimea podului pentru M_x^{a5}

Valoarea totală de calcul a momentului încovoietor M_x^{a5} se obține adunând valorile obținute de la încărcările din osii (TS) cu cele obținute din încărcările uniforme distribuite corespunzătoare benzilor (UDL) și înmulțind suma cu coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_Q=1,35$.

6.4.2. Ipoteza 2 (aglomerări de oameni pe pod)

Pentru a obține momentul maxim în punctul central $a5$, calculăm momentul similar cu calculul la încărcările uniforme distribuite din benzi de la ipoteza 1 și la momentul în punctul marginal $a1$, folosind modul 1 sau 2 de calcul, doar că în această ipoteză încărcarea este unitară pe toată suprafața podului (5 kN/m^2). Valoarea de calcul a momentului se obține înmulțind rezultatul obținut cu coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_Q=1,35$.

Avem nevoie de valorile pentru :

- M_x^{a5} din acțiunea roților (Ipoteza 1);
- M_x^{a5} din acțiunea benzilor (Ipoteza 1);
- M_x^{a5} de calcul total pentru ipoteza 1;
- M_x^{a5} de calcul din aglomerări de oameni (ipoteza 2);

6.5. Calculul momentului maxim M_y în punctul central $a5$ din încărcări utile

6.5.1. Ipoteza 1 (convoi LM1+ oameni pe trotuar)

Pentru a obține momentul maxim M_y în punctul singular central $a5$ este necesar să urmărim din nou o dispunere cât mai dezavantajoasă a convoiului $LM1$, însemnând ca încărcările maxime să fie dispuse cât mai aproape de centrul dalei dar, de asemenea, având grijă ca încărcările să fie maxime pe tot podul, mai exact să încapă ambele benzi teoretice de încărcare. Se începe încă o dată cu **banda 2** de la bordură, urmată de **banda 1** care va încărca central podul, urmată de **zona rămasă** (după caz).

În ceea ce privește sistemul de osii tandem (TS), acesta se va dispune la fel ca la calculul momentului M_x în punctul central $a5$, la mijlocul deschiderii podului, mai exact cu una din cele două osii exact în mijloc iar cealaltă la $1,2m$ (conform modelului de încărcare $LM1$) în oricare direcție având în vedere simetria suprafeței de influență.

Dispunerea convoiului pe suprafața dalei este reprezentată în Fig. 6.21

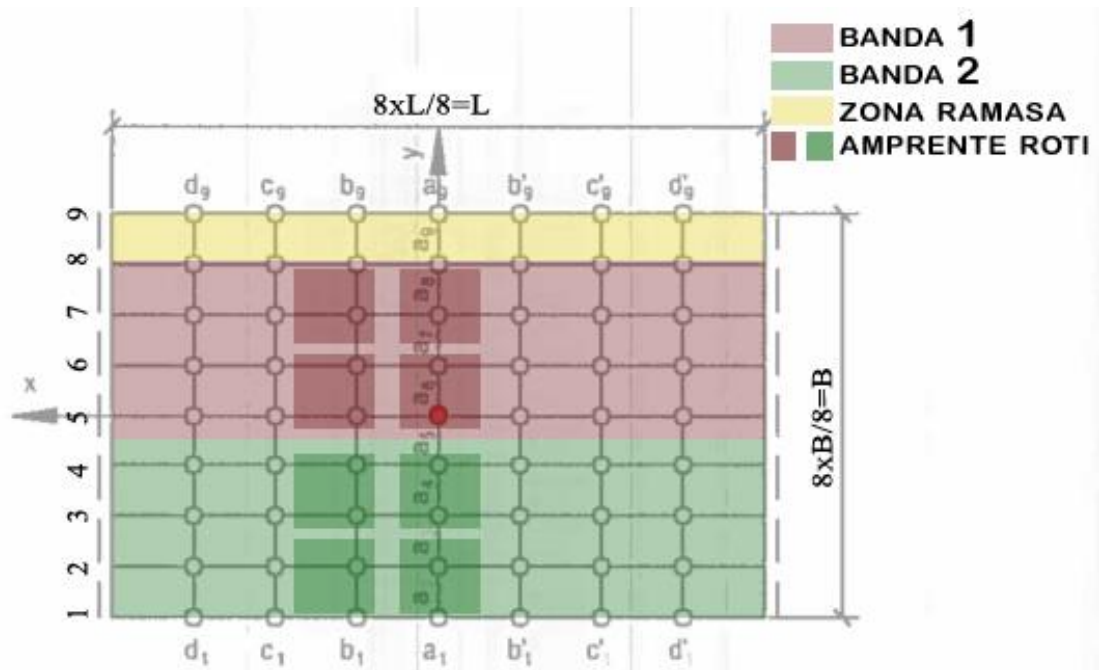


Fig. 6.21 Dispunerea benzilor pentru calculul momentului maxim M_y^{a5}

Suprafața de influență este generată de valori ale ordonatelor în plan vertical pentru fiecare punct singular de pe grilă, începând cu linia centrală $a1-a5$ și până la linia $d1-d5$, preluate din jumătatea stângă a tabelului din Fig. 6.22 (pentru $v=0$) pentru raportul L/B specific temei, similar cum a fost realizată și pentru suprafețele de influență anterioare, dar de data aceasta cu mare atenție la semnele ordonatelor, deoarece putem avea spre margini zone cu valori negative reprezentând posibilitatea obținerii unui moment negativ.

Valoarea ordonatei din dreptul punctului de vârf $a5$ se calculează intrapolând/extrapolând valorile din tabelul al doilea, vezi Fig. 6.22 (*valori de vârf în punctul singular $a5$*), în funcție de valoarea

raportului c/B unde c este jumătate din lungimea distribuită până în centrul dalei a amprenteii roților, notate anterior cu a , iar B este lățimea dalei de beton. Suplimentar, avem din nou punctul intermediar $4/5$ aflat la jumătatea distanței între 4 și 5 , punct care se ia pentru o mai bună discretizare a suprafeței de influență în zona de vârf.

Pentru a realiza liniile complete, se va desena în oglindă pentru punctele $5-9$, astfel valorile lui 9 sunt aceleași ca la 1 , 8 ca la 2 , 7 corespunde lui 3 iar 6 punctului 4 . Al doilea punct intermediar se ia $5/6$ cu valoare egală cu cea de la $4/5$.

Obs.

-Pentru liniile de rezemare valorile pentru fiecare punct sunt zero deoarece încărcările dispuse în acele puncte nu generează moment încovoietor.

-există posibilitatea ca valoarea $4/5$ sa fie mai mare în valoare ca cea a punctului 5 , astfel rezultând două vârfuri la linia de influență în acest punct, respectiv $5/6$;

-Atenție la semne deoarece puteți avea valori negative la ordonatele suprafeței de influență!

$L/B = 2$ Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v = 0$)
Tabelul IV.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	—	0,711	0,569	0,489	0,434	0,393	0,363	0,335	0,311
b	0,442	0,444	0,431	0,405	0,375	0,349	0,325	0,305	0,284
c	0,263	0,266	0,267	0,265	0,257	0,247	0,235	0,224	0,212
d	0,127	0,128	0,130	0,130	0,129	0,128	0,123	0,116	0,112

Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_1	1,27	1,22	1,12	1,05	0,97	0,91

Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($v = 0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0,434	0,448	0,474	0,525	0,579	—
b	0,376	0,380	0,379	0,371	0,365	0,363
c	0,257	0,255	0,250	0,245	0,244	0,243
d	0,129	0,127	0,125	0,123	0,122	0,122

Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,69	0,67	0,64	0,61	0,58	0,56

Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v = 1/6$)

	1	2	3	4	4/5	5	1	2	3	4	5
a	-0,102	-0,063	-0,021	+0,039	+0,096	—	-0,076	-0,033	+0,015	+0,085	—
b	-0,080	-0,043	-0,001	+0,045	+0,064	+0,071	-0,059	-0,020	+0,023	+0,068	+0,094
c	-0,044	-0,020	+0,004	+0,022	+0,028	+0,029	-0,032	-0,008	+0,016	+0,034	+0,041
d	-0,019	-0,008	+0,002	+0,009	+0,011	+0,012	-0,014	-0,003	+0,007	+0,014	+0,016

Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v = 1/6$)

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
a_5	0,37	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24	0,45	0,42	0,38	0,35	0,32	0,29

Încărcare uniform distribuită pe suprafața dalei

		a_1	a_5	a_9
M_x / pL^2	$v = 0$	0,125	0,125	0,125
M_y / pL^2	$v = 0$	0	0	0
	$v = 1/6$	0	0,0073	0

Încărcare liniară la marginea $a_1 - d_1$
Încărcare marginală p_r Moment marginal m_r

		a_1	a_5	a_9		a_1	a_5	a_9	
M_x / pL	$v = 0$	+0,316	+0,247	+0,193	M_x / m_r	$v = 0$	+8,297	-0,025	-0,197
M_y / pL	$v = 0$	0	-0,049	0	M_y / m_r	$v = 0$	-1,0	-0,365	0
	$v = 1/6$	0	-0,038	0	M_y / m_r	$v = 1/6$	-1,0	-0,388	0

Fig. 6.22 Tabel suprafețe de influență pentru calculul lui M_y^{a5} [8]

Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 $v = 1/6$

	1	2	3	4	4/5	5	1	2	3	4	5
a	-0,102	-0,063	-0,021	+0,039	+0,096	--	-0,076	-0,033	+0,015	+0,085	--
b	-0,080	-0,043	-0,001	+0,045	+0,064	+0,071	-0,059	-0,020	+0,023	+0,068	+0,094
c	-0,044	-0,020	+0,004	+0,022	+0,028	+0,029	-0,032	-0,008	+0,016	+0,034	+0,041
d	-0,019	-0,008	+0,002	+0,009	+0,011	+0,012	-0,014	-0,003	+0,007	+0,014	+0,016

Valori de varf în punctul singular a_5 $v = 1/6$

c/B	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
B _s	0,37	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24	0,45	0,42	0,38	0,35	0,32	0,29

Fig. 6.23 Detaliu tabel suprafață de influență pentru M_y^{a5} [8]

Calculul se face similar cu cel anterior pentru M_x^{a5} , urmărind aceeași dispunere a benzilor. Pentru a simplifica calculul și a nu lucra cu volume, reducem încărcările uniform distribuite pe suprafețe la o valoare rezultantă uniform distribuită liniar pe una din direcții pe care o vom înmulți cu aria medie din linia de influență generată de media a trei secțiuni verticale a suprafeței de influență, prin dreptul marginilor și al centrului amprentei unei roți (Fig. 6.24). Aveți grijă la semnul ordonatelor de pe linia de influență, deoarece la adunarea produselor (încărcări înmulțite cu arii) veți avea arii negative și pozitive; s-a folosit hașura mai deschisă pentru ariile negative. Simplificat, se poate da factor comun pe Q2, de exemplu, pentru a doua roată unde avem arii de ambele semne și să-l înmulțim cu diferența celor două arii, ținând cont de semnul ariei mai mari care va da semnul momentului calculat.

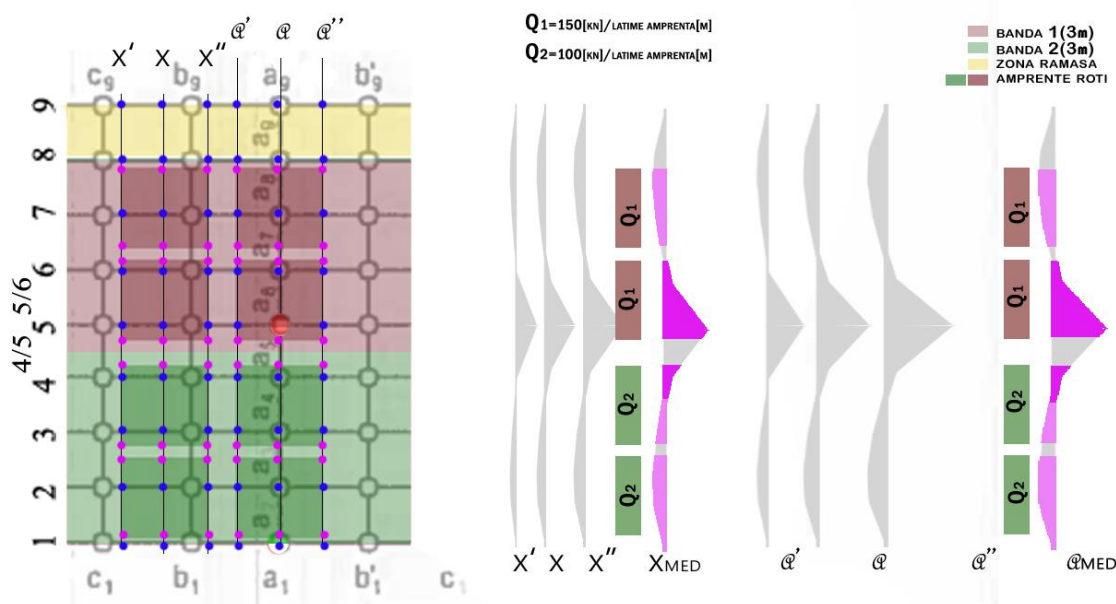


Fig. 6.24 Obținerea valorilor medii pentru fiecare rând de roți pentru M_y^{a5}

Pentru a obține prima linie de influență, avem nevoie de valorile ordonatelor din dreptul liniei $a1-a9$ care corespunde centrului primului rând de roți și de $a'1-a'9$ respectiv $a''1-a''9$ care corespund liniilor din dreptul marginilor amprentei distribuite. Astfel linia de influență pentru calcul o vom nota cu $a_{med1} - a_{med9}$ și se obține făcând media celor trei linii de mai sus în felul următor $A_i = (a_i + a'_i + a''_i) / 3$.

Valorile de la marginile amprenteii sunt egale $a'i=a''i$ datorită simetriei și se calculează interpolând liniar între liniile de valori $a1-a9$ și $b1-b9$, după cum urmează: știind că distanța de la mijlocul amprenteii până la margine este egală cu $c=a/2$ iar distanța între linia a și linia b este de $L/8$, putem afla exact poziția colțului amprenteii și putem interpola liniar cu regula de trei simplă pe ambele direcții (vezi Fig. 6.9).

Pentru a doua linie de roți se va face calculul la fel ca la prima linie, diferența fiind că mijlocul amprenteii nu va mai coincide cu o linie din tabel ci se va calcula prin interpolare, la fel și marginile acesteia. Cele trei linii le vom nota cu $x1-x9$ pentru centrul amprenteii și cu $x'1-x'9$ respectiv cu $x''1-x''9$ pentru marginile amprenteii, cu precizarea că în acest caz valorile pentru liniile x' și x'' nu mai sunt aceleași ca și la osiile de pe *linia 1* de roți care a fost amplasată central pe pod.

Pentru calculul momentului din încărcările uniform distribuite corespunzătoare benzilor și, după caz, zonei rămase, acestea fiind dispuse pe tot podul uniform, se pot reduce la valori rezultante atât pe lungime pe liniile *1-9* cât și pe lățime pe liniile a,b,c,d , cu precizarea că liniile b,c,d se repetă și pe cealaltă jumătate de pod (b',c',d').

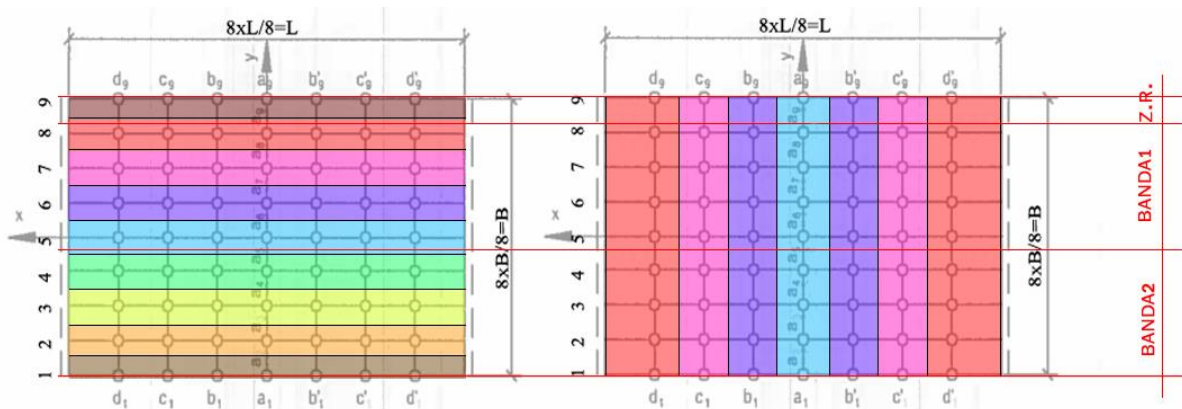


Fig. 6.25 Reducerea la rezultante pe linii de încărcare M_y^{a5}

Modul 1 – reducerea la încărcări liniare pe lungimea podului.

Fiecare linie de la **1 la 9** va prelua încărcările uniform distribuite din benzi și zona rămasă, în felul următor:

- Liniile marginale **1 și 9** preiau încărcările pe o fâșie lată de la marginea exterioară a dalei până la mijlocul distanței la linia adiacentă, adică o fâșie de lățime egală cu $B/16$;
- Liniile intermediare **2-8** preiau încărcări pe o fâșie lată cât jumătate spre linia anterioară și jumătate spre linia următoare, astfel rezultând o lățime de $B/16+B/16=B/8$;

Suprapunând dispunerea benzilor peste aceste fâșii, observăm că unele fâșii preiau integral, pe toată lățimea, încărcări corespunzătoare unei singure benzi iar altele preiau câte o parte din fiecare bandă.

Pentru a calcula valoarea rezultantei distribuite liniar în lungul podului, se înmulțește încărcarea uniform distribuită pe suprafața corespunzătoare fiecărei benzi cu lățimea de fâșie sau, în cazul fâșiilor unde încarcă ambele benzi, pe lățimile **I1** (cât îi revine din **banda2**) respectiv **I2** (cât îi revine din **banda1**) (vezi fâșia pentru **linia 5** din Fig. 6.26) unde lățimea fâșiei este suma celor două ($I1+I2=B/8$). Încărcarea totală se va calcula prin adunarea produselor dintre încărcarea pe fiecare bandă (**9 sau 2.5 kN/m²**) și lățimea de aplicare specifică acesteia (**I1, I2 m**).

Astfel obținem nouă încărcări pentru nouă linii de influență, iar momentul total dat de aceste încărcări uniform distribuite liniar se calculează înmulțind valoarea **încărcării 1** cu aria **liniei de influență 1**, **încărcării 2** cu aria de la **linia 2** și tot așa până la **linia 9**, apoi adunând aceste valori.

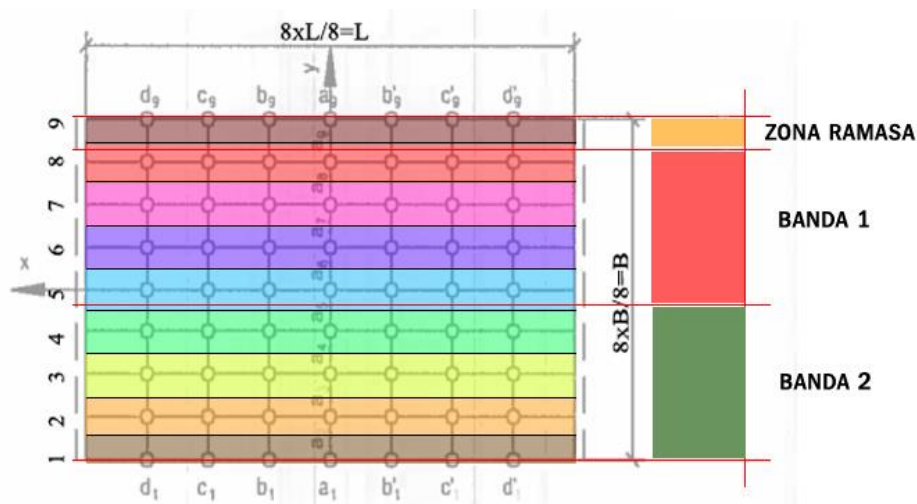


Fig. 6.26 Distribuția pe fâșii în lungul podului pentru M_y^{a5}

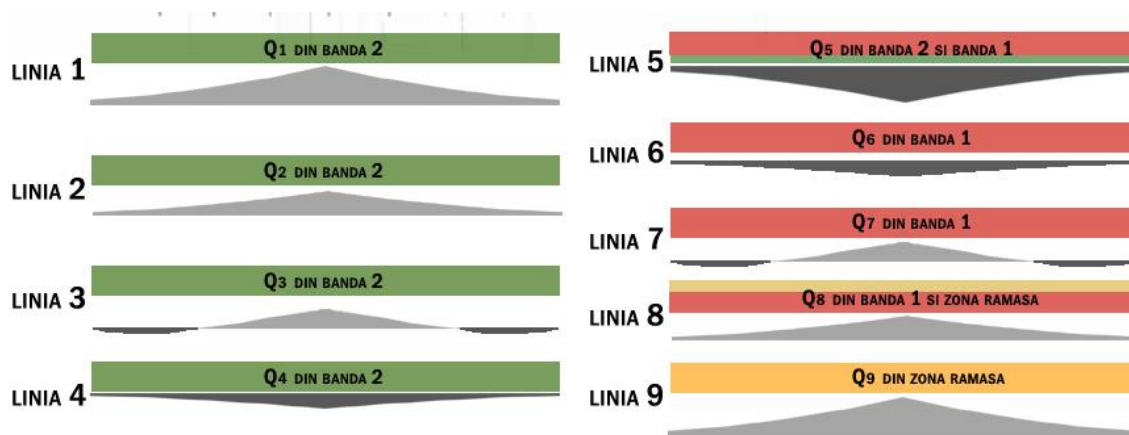


Fig. 6.27 Linii de influență rezultante pe lungul podului pentru M_y^{a5}

Obs.

- Atenție la semne, există arii cu semnul minus iar acestea, când se face totalul, se iau ca atare!
- Pentru o discretizare mai bună se poate desena și linia intermediară 4/5 respectiv omoloaga sa 5/6;
- Se mai poate calcula și pe fiecare bandă în parte, pe **3m** lățime în loc de fâșii, încărcare aplicată pe o linie de influență medie pentru toată lățimea benzii.

Modul 2 – reducerea la încărcări liniare pe lățimea podului.

Fiecare linie de la **a la d** va prelua încărcările uniforme distribuite din benzi și din zona rămasă, în felul următor:

- Liniile **d (d')** vor prelua încărcările pe o fâșie cu lățimea egală cu distanța de la linia de reazem până la mijlocul distanței la linia **c (c')**, adică $L/8 + L/16 = 3L/16$;
- Liniile intermediare **c,b,a (c',b',a')** preiau încărcări pe o fâșie, jumătate spre linia anterioară și jumătate spre linia următoare, astfel rezultând o lățime de $L/16 + L/16 = L/8$;

Suprapunând dispunerea benzilor peste aceste fâșii, observăm că fiecare linie de la **a la d** preia o parte din fiecare bandă și, după caz, și încărcări din zona rămasă. Pentru a calcula valoarea rezultantei distribuite liniar în latul podului, se înmulțesc încărcările uniforme distribuite de pe fiecare bandă cu lățimea de fâșie.

Astfel obținem patru încărcări pentru patru linii de influență din care **liniile b,c,d se vor lua de două ori** (și pentru **b',c',d'**), iar momentul total dat de aceste încărcări uniforme distribuite liniar se calculează înmulțind valoarea **încărcărilor** cu ariile din dreptul lor pe fiecare din cele patru **linii de influență**, apoi adunând aceste valori.

Obs. Încărcările pentru banda a doua și pentru zona rămasă se pot lua împreună, ele având aceeași valoare de $2,5 \text{ kN/m}^2$.

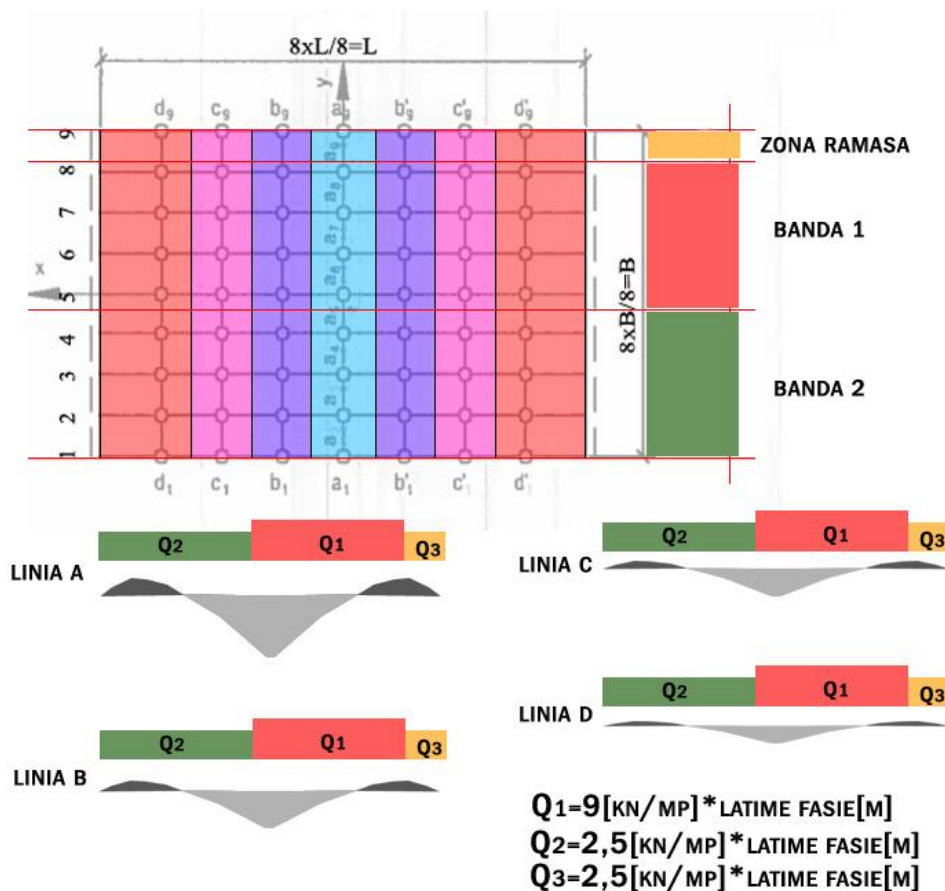


Fig. 6.28 Linii de influență rezultante pe lățimea podului pentru M_y^{a5}

Valoarea totală de calcul a momentului încovoietor M_y^{a5} se obține adunând valorile obținute din încărcările din osii (TS) cu cele obținute din încărcările uniform distribuite corespunzătoare benzilor (UDL) și înmulțind suma cu coeficientul parțial al acțiunilor $Y_Q=1,35$.

6.5.2. Ipoteza 2 (aglomerări de oameni pe pod)

Pentru a obține momentul maxim în punctul central $a5$, calculăm momentul similar cu calculul la încărcările uniform distribuite din benzi de la ipoteza 1 și la momentul în punctul marginal $a1$, folosind modul 1 sau 2 de calcul, doar că în această ipoteză încărcarea este unitară pe toată suprafața podului (5 kN/m^2). Valoarea de calcul a momentului se obține înmulțind rezultatul obținut cu coeficientul parțial al acțiunilor $Y_Q=1,35$.

Obs.

-Pentru un calcul mai facil, se poate opta pentru folosirea penultimului tabel, cel pentru încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei, tabelul folosit și pentru calculul momentelor din greutatea proprie a dalei și a căii pe pod (Fig. 6.2); acest lucru este posibil deoarece încărcarea este aceeași pe toată suprafața de pod, nu ca la LM1, cu valori diferite pe benzi.

Avem nevoie de valori pentru :

- M_y^{a5} din acțiunea roților (Ipoteza 1);
- M_y^{a5} din acțiunea benzilor (Ipoteza 1);
- M_y^{a5} de calcul total pentru ipoteza 1;
- M_y^{a5} de calcul din aglomerări de oameni (ipoteza 2);

7. Momente totale de calcul față de axa x și axa y

7.1. Ipoteza 1 (convoi LM1+ oameni pe trotuar)

În cadrul acestei ipoteze de încărcare, dorim să aflăm care sunt valorile totale de calcul ale momentelor M_x și M_y în punctele de interes $a1$, $a5$, $a9$ din încărcările permanente plus cele utile conform acestei ipoteze, ținând cont de coeficienții parțiali ai acțiunilor utilizați.

		Încărcare liniară la marginea $a_1 - d_1$					Moment marginal m_r		
		Încărcare marginală p_r							
		a_1	a_5	a_9			a_1	a_5	a_9
$M_x / p \cdot L$	$v = 0$	+0,316	+0,247	+0,193	M_x / m_r	$v = 0$	+8,297	-0,025	-0,197
$M_y / p \cdot L$	$v = 0$	0	-0,049	0	M_y / m_r	$v = 0$	-1,0	-0,365	0
	$v = 1/6$	0	-0,038	0		$v = 1/6$	-1,0	-0,388	0

Fig. 7.1 Detaliu tabel calcul momente din încărcări pe marginea liberă a dalei [8]

7.1.1. Calculul lui M_x^{a1}

Pentru a obține momentul maxim M_x^{a1} în punctul singular marginal $a1$, este necesar să adunăm valorile de mai jos calculate anterior. Suma acestora ne va da momentul total M_x^{a1} pentru ipoteza 1 de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{x.ip1}^{a1}$.

-Din acțiuni permanente:

- M_x^{a1} – din încărcări permanente pe consola trotuarului din stânga, din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din încărcări permanente pe consola trotuarului din stânga, din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din încărcări permanente pe consola trotuarului din dreapta, din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din încărcări permanente pe consola trotuarului din dreapta, din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din încărcări permanente pe suprafața dalei (Fig. 6.3);

-Din acțiuni utile:

- M_x^{a1} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1); **Opțional !**
- M_x^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1); **Opțional !**
- M_x^{a1} – din încărcări cu **LMI** pe suprafața dalei (**Roți + Benzi**);

Obs.:

-Punctul $a1$ corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul $a9$ pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se începând de la latura pe care calculăm. Atenție, deoarece în cazul în care valoarea din $a9$ este negativă, aceasta va reduce momentul maxim astfel că putem să nu încărcăm pe trotuarul din dreapta cu pietoni (notat mai sus cu **Opțional !**)!

-Încărcările permanente de pe consolă se transmit, atât ca încărcare uniform distribuită pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentele folosind **tabelul roșu** din partea stângă, de la baza paginii, cât și ca moment încovoietor uniform distribuit pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentele folosind **tabelul albastru** din partea dreaptă, de la baza paginii (vezi Fig. 7.1).

-Încărcarea cu oameni pe trotuar, cu 3 kN/m^2 de pe consolă, se transmite atât ca încărcare uniform distribuită pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentul folosind **tabelul roșu** din partea stângă, de la baza paginii, cât și ca moment încovoietor uniform distribuit pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentul folosind **tabelul albastru** din partea dreaptă, de la baza paginii (vezi Fig. 7.1).

Obținem : $M_{x.ip1}^{a1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN*m}$.

7.1.2. Calculul lui M_x^{a5}

Pentru a obține momentul maxim M_x^{a5} în punctul singular central **a5**, este necesar să adunăm valorile de mai jos calculate anterior. Suma acestor valori ne va da momentul total M_x^{a5} pentru **ipoteza 1** de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{x.ip1}^{a5}$.

-Din acțiuni permanente:

- M_x^{a5} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga**, din încărcarea q uniform distribuită (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga**, din momentul uniform distribuit (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din încărcarea q uniform distribuită (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din momentul uniform distribuit (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din **încărcări permanente** pe suprafața dalei (Fig. 6.3);

-Din acțiuni utile:

- M_x^{a5} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, din încărcarea q uniform distribuită (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, din momentul uniform distribuit (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, din încărcarea q uniform distribuită (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, din momentul uniform distribuit (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din încărcări cu **LMI** pe suprafața dalei (**Roți + Benzi**);

Obs. :

Punctul a5 corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul a5 pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se începând de la latura pe care calculăm.

-Încărcările permanente de pe consolă se transmit, atât ca încărcare uniform distribuită pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentele folosind **tabelul roșu** din partea stângă, de la baza paginii, cât și ca moment încovoietor uniform distribuit pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentele folosind **tabelul albastru** din partea dreaptă, de la baza paginii (Fig. 7.1).

-Încărcarea cu oameni pe trotuar, cu 3 kN/m^2 de pe consolă, se transmite atât ca încărcare uniform distribuită pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentul folosind **tabelul roșu** din partea stângă, de la baza paginii, cât și ca moment încovoietor uniform distribuit pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentul folosind **tabelul albastru** din partea dreaptă, de la baza paginii (Fig. 7.1).

Obținem $M_{x.ip1}^{a5} = \underline{\hspace{2cm}}$ kN*m.

7.1.3. Calculul lui M_x^{a9}

Pentru a obține momentul maxim M_x^{a9} în punctul singular marginal **a9**, este necesar să adunăm valorile următoare calculate anterior; suma acestor valori ne va da momentul total M_x^{a9} pentru **ipoteza 1** de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{x.ip1}^{a9}$:

-Din acțiuni permanente:

- M_x^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga**, din **încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga**, din **momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din **încărcări permanente** pe suprafața dalei (Fig. 6.3);

-Din acțiuni utile:

- M_x^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, din **încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);

- M_x^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*;
- M_x^{a1} – din încărcări cu oameni ,cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*; **Opțional !**
- M_x^{a1} – din încărcări cu oameni ,cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*; **Opțional !**
- M_x^{a9} – din încărcări cu **LMI** pe suprafața dalei (**Roți + Benzi**);

Obs. :

-Punctul **a9** corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul **a1** pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se începând de la latura pe care calculăm. Atenție, deoarece în cazul în care valoarea din **a1** este de semn contrar cu valoarea din **a9** ,aceasta va reduce momentul maxim astfel putem să nu încărcăm pe trotuarul din dreapta cu pietoni (notat mai sus cu **Opțional !**)!

-În cazul încărcărilor cu **LMI** pe suprafața dalei, nu am calculat valoarea pentru M_x^{a9} dar aceasta este egală cu cea din M_x^{a1} pe care o avem calculată. Este echivalent cu dispunerea convoiului în oglindă începând cu bordura din dreapta !

Obținem : $M_{x.ip1}^{a9} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN*m}$.

7.1.4. Calculul lui M_y^{a1}

Pentru a obține momentul maxim M_y^{a1} în punctul singular marginal **a1**, este necesar să adunăm valorile următoare calculate anterior; suma acestor valori ne va da momentul total M_y^{a1} pentru **ipoteza 1** de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{y.ip1}^{a1}$ pentru calculele ce urmează.

-Din acțiuni permanente:

- M_y^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga** , *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*; **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga** , *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*;
- M_y^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*; **valoare nulă**
- M_y^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*; **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din **încărcări permanente** pe suprafața dalei (Fig. 6.3); **valoare nulă**

-Din acțiuni utile:

- M_y^{a1} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1); valoare nulă*
- M_y^{a1} – din încărcări cu oameni ,cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1);*
- M_y^{a9} – din încărcări cu oameni ,cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1); valoare nulă*
- M_y^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta , *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1); valoare nulă*
- M_y^{a1} – din încărcări cu **LMI** pe suprafața dalei (**Roți + Benzi**); *valoare nulă*

Obs. :

-Punctul **a1** corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul **a9** pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se începând de la latura pe care calculăm.

-Atenție, unele valori sunt egale cu zero (marcate mai sus cu **valoare nulă**)!Rezultă că momentul M_y în punctul marginal **a1** este dat exclusiv de momentul transmis din consola din stânga.

Obținem : $M_{y.ip1}^{a1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN*m}$.

7.1.5. Calculul lui M_y^{a5}

Pentru a obține momentul maxim M_y^{a5} în punctul singular central **a5**, este necesar să adunăm valorile următoare calculate anterior; suma acestor valori ne va da momentul total M_y^{a5} pentru ipoteza 1 de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{y.ip1}^{a5}$.

-Din acțiuni permanente:

- M_y^{a5} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *stânga* , *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1);*
- M_y^{a5} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *stânga* , *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1);*
- M_y^{a5} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *dreapta*, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1);*
- M_y^{a5} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *dreapta*, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1);*
- M_y^{a5} – din *încărcări permanente* pe suprafața dalei (Fig. 6.3); *valoare nulă*

-Din acțiuni utile:

- M_y^{a5} – din încărcări cu oameni ,cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din încărcări cu oameni ,cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din încărcări cu **LMI** pe suprafața dalei (**Roți + Benzi**);

Obs.: Punctul **a5** corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul **a5** pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se începând de la latura pe care calculăm.

Singura **valoare nulă** este pentru încărcările permanente uniform distribuite pe suprafața dalei;

-Atenție! Încărcând trotuarele cu oameni, vom avea un efect de încovoiere negativă în mijlocul dalei; astfel, dacă dorim să obținem valoarea maximă pozitivă în **a5**, vom menține trotuarele fără încărcări utile pe acestea.

Obținem: $M_{y.ip1}^{a5} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN*m}$.

7.1.6. Calculul lui M_y^{a9}

Pentru a obține momentul maxim M_y^{a9} în punctul singular marginal **a9**, este necesar să adunăm valorile următoare calculate anterior; suma acestor valori ne va da momentul total M_y^{a9} pentru ipoteza 1 de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{y.ip1}^{a9}$.

-Din acțiuni permanente:

- M_y^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga** , *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*; **valoare nulă**
- M_y^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga** , *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*; **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*; **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*;
- M_y^{a9} – din **încărcări permanente** pe suprafața dalei (Fig. 6.3); **valoare nulă**

-Din acțiuni utile:

- M_y^{a9} – din încărcări cu oameni ,cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1); valoare nulă*
- M_y^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1); valoare nulă*
- M_y^{a1} – din încărcări cu oameni, cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1); valoare nulă*
- M_y^{a1} – din încărcări cu oameni ,cu 3 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1);*
- M_y^{a9} – din încărcări cu **LMI** pe suprafața dalei (**Roți + Benzi**); *valoare nulă*

Obs.:

-Punctul **a9** corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul **a1** pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se începând de la latura pe care calculăm.

-Atenție, unele valori sunt egale cu zero (marcate mai sus cu **valoare nulă**)! Rezultă că momentul M_y în punctul marginal $a9$ este dat exclusiv de momentul transmis din consola din dreapta.

Obținem : $M_{y.ip1}^{a9} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN*m}$.

7.2. Ipoteza 2 (aglomerare de oameni pe tot podul cu 5 kN/m^2)

În cadrul acestei ipoteze de încărcare, dorim să aflăm care sunt valorile totale de calcul ale momentelor M_x și M_y în punctele de interes **a1**, **a5**, **a9** din încărcările permanente plus cele utile conform acestei ipoteze, ținând cont de coeficienții parțiali ai acțiunilor.

7.2.1. Calculul lui M_x^{a1}

Pentru a obține momentul maxim M_x^{a1} în punctul singular marginal **a1**, este necesar să adunăm valorile următoare calculate anterior; suma acestor valori ne va da momentul total M_x^{a1} pentru ipoteza 2 de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{x.ip2}^{a1}$.

-Din acțiuni permanente:

- M_x^{a1} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *stânga*, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1);*
- M_x^{a1} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *stânga*, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1);*

- M_x^{a9} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *dreapta*, din *încărcarea q uniform distribuită* (*tabelul roșu stânga* Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *dreapta*, din *momentul uniform distribuit* (*tabelul albastru dreapta* Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din *încărcări permanente* pe suprafața dalei (Fig. 6.3);

-Din acțiuni utile:

- M_x^{a1} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, din *încărcarea q uniform distribuită* (*tabelul roșu stânga* Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, din *momentul uniform distribuit* (*tabelul albastru dreapta* Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, din *încărcarea q uniform distribuită* (*tabelul roșu stânga* Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, din *momentul uniform distribuit* (*tabelul albastru dreapta* Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din încărcarea de 5 kN/m^2 uniform distribuită pe suprafața dalei (Fig. 6.3);

Obs.:

-Punctul **a1** corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul **a9** pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se începând de la latura pe care calculăm.

-Încărcările permanente de pe consolă se transmit atât ca încărcare uniform distribuită pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentele folosind **tabelul roșu** din partea stângă, de la baza paginii, cât și ca moment încovoietor uniform distribuit pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentele folosind **tabelul albastru** din partea dreaptă, de la baza paginii (Fig. 7.1).

-Încărcarea cu oameni pe trotuar, cu 5 kN/m^2 de pe consolă se transmite atât ca încărcare uniform distribuită pe lungimea podului pentru care am calculat momentul folosind **tabelul roșu** din partea stângă, de la baza paginii, cât și ca moment încovoietor uniform distribuit pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentul folosind **tabelul albastru** din partea dreaptă (Fig. 7.1).

-Momentul din încărcarea cu oameni pe suprafața dalei, cu 5 kN/m^2 se poate calcula direct mai simplu, folosind penultimul tabel pentru încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei (Fig. 6.3).

Obținem: $M_{x.ip2}^{a1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN*m}$.

7.2.2. Calculul lui M_x^{a5}

Pentru a obține momentul maxim M_x^{a5} în punctul singular central $a5$, este necesar să adunăm valorile următoare calculate anterior; suma acestor valori ne va da momentul total M_x^{a5} pentru ipoteza 2 de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{x.ip1}^{a5}$.

-Din acțiuni permanente:

- M_x^{a5} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga**, din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga**, din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din **încărcări permanente** pe suprafața dalei (Fig. 6.3);

-Din acțiuni utile:

- M_x^{a5} – din încărcări cu oameni, cu **5 kN/m²** pe consola trotuarului din **stânga**, din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din încărcări cu oameni, cu **5 kN/m²** pe consola trotuarului din **stânga**, din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din încărcări cu oameni, cu **5 kN/m²** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din încărcări cu oameni, cu **5 kN/m²** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a5} – din încărcarea de **5 kN/m²** uniform distribuită pe suprafața dalei (Fig. 6.3);

Obs: Punctul a5 corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul a5 pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se de la latura pe care calculăm.

*-Încărcările permanente de pe consolă se transmit atât ca încărcare uniform distribuită pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentele folosind **tabelul roșu** din partea stângă, de la baza paginii, cât și ca moment încovoietor uniform distribuit pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentele folosind **tabelul albastru** din partea dreaptă, de la baza paginii (Fig. 7.1).*

*-Încărcarea cu oameni pe trotuar, cu 5 kN/m² de pe consolă se transmite atât ca încărcare uniform distribuită pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentul folosind **tabelul roșu** din partea stânga de la baza paginii, cât și ca moment încovoietor uniform distribuit pe lungimea*

încăstrării pentru care am calculat momentul folosind **tabelul albastru** din partea dreaptă, de la baza paginii (Fig. 7.1).

-Momentul din încărcarea cu oameni pe suprafața dalei ,cu 5 kN/m^2 se poate calcula direct, mai simplu, folosind penultimul tabel pentru încărcări uniforme distribuite pe suprafața dalei (Fig. 6.3).

Obținem: $M_{x.ip2}^{a5} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN*m}$.

7.2.3. Calculul lui M_x^{a9}

Pentru a obține momentul maxim M_x^{a9} în punctul singular marginal $a9$, este necesar să adunăm valorile următoare calculate anterior; suma acestor valori ne va da momentul total M_x^{a9} pentru ipoteza 2 de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{x.ip2}^{a9}$ pentru calculele ce urmează.

-Din acțiuni permanente:

- M_x^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga** , din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga** , din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din **încărcări permanente** pe suprafața dalei (Fig. 6.3);

-Din acțiuni utile:

- M_x^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga , din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga , din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1);
- M_x^{a1} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_x^{a9} – din încărcarea de 5 kN/m^2 uniform distribuită pe suprafața dalei (Fig. 6.3);

Obs. :

-Punctul $a9$ corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul $a1$ pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se de la latura pe care calculăm.

-Încărcările permanente de pe consolă se transmit atât ca încărcare uniform distribuită pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentele folosind **tabelul roșu** din partea stângă, de la baza paginii, cât și ca moment încovoietor uniform distribuit pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentele folosind **tabelul albastru** din partea dreaptă, de la baza paginii (Fig. 7.1).

-Încărcarea cu oameni pe trotuar ,cu 5 kN/m^2 de pe consolă se transmite atât ca încărcare uniform distribuită pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentul folosind **tabelul roșu** din partea stângă, de la baza paginii, cât și ca moment încovoietor uniform distribuit pe lungimea încastrării pentru care am calculat momentul folosind **tabelul albastru** din partea dreaptă, de la baza paginii (Fig. 7.1).

-Momentul din încărcarea cu oameni pe suprafața dalei,cu 5 kN/m^2 se poate calcula direct, mai simplu, folosind penultimul tabel pentru încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei.

Obținem: $M_{x.ip2^{a9}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN*m}$.

7.2.4. Calculul lui M_y^{a1}

Pentru a obține momentul maxim M_y^{a1} în punctul singular marginal $a1$, este necesar să adunăm valorile următoare calculate anterior; suma acestor valori ne va da momentul total M_y^{a1} pentru ipoteza 2 de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{y.ip2^{a1}}$.

-Din acțiuni permanente:

- M_y^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga** , din **încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga** Fig. 7.1); **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga** , din **momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_y^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga** Fig. 7.1); **valoare nulă**
- M_y^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1); **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din **încărcări permanente** pe suprafața dalei (Fig. 6.3); **valoare nulă**

-Din acțiuni utile:

- M_y^{a1} – din încărcări cu oameni ,cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, din **încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga** Fig. 7.1); **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din încărcări cu oameni ,cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga , din **momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_y^{a9} – din încărcări cu oameni ,cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, din **încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga** Fig. 7.1); **valoare nulă**

- M_y^{a9} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1); valoare nulă*
- M_y^{a1} – din încărcarea de 5 kN/m^2 uniform distribuită pe suprafața dalei (Fig. 6.3); *valoare nulă*

Obs.:

-Punctul **a1** corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul **a9** pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se de la latura pe care calculăm.

-Atenție, unele valori sunt egale cu zero marcate mai sus cu **valoare nulă**)! Rezultă că momentul M_y în punctul marginal a1 este dat exclusiv de momentul transmis din consola din stânga.

Obținem: $M_{y.ip2^{a1}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN*m}$.

7.2.5. Calculul lui M_y^{a5}

Pentru a obține momentul maxim M_y^{a5} în punctul singular central **a5**, este necesar să adunăm valorile următoare calculate anterior; suma acestor valori ne va da momentul total M_y^{a5} pentru ipoteza 2 de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{y.ip2^{a5}}$ pentru calculele ce urmează.

-Din acțiuni permanente:

- M_y^{a5} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *stânga*, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *stânga*, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *dreapta*, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din *încărcări permanente* pe consola trotuarului din *dreapta*, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din *încărcări permanente* pe suprafața dalei (Fig. 6.3); *valoare nulă*

-Din acțiuni utile:

- M_y^{a5} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din stânga, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, *din încărcarea q uniform distribuită (tabelul roșu stânga Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din încărcări cu oameni, cu 5 kN/m^2 pe consola trotuarului din dreapta, *din momentul uniform distribuit (tabelul albastru dreapta Fig. 7.1)*;
- M_y^{a5} – din încărcarea de 5 kN/m^2 uniform distribuită pe suprafața dalei (Fig. 6.3); *valoare nulă*

Obs.:

-Punctul **a5** corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul **a5** pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se de la latura pe care calculăm.

-Singurele **valoare nule** sunt pentru încărcările uniform distribuite pe suprafața dalei;

Obținem: $M_{x.ip2}^{a1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN*m}.$

7.2.6. Calculul lui M_y^{a9}

Pentru a obține momentul maxim M_y^{a9} în punctul singular marginal **a9**, este necesar să adunăm valorile următoare calculate anterior; suma acestor valori ne va da momentul total M_y^{a9} pentru ipoteza 2 de calcul pe care o să îl notăm cu $M_{y.ip2}^{a9}$.

-Din acțiuni permanente:

- M_y^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga**, din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1); **valoare nulă**
- M_y^{a9} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **stânga**, din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1); **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1); **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din **încărcări permanente** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_y^{a9} – din **încărcări permanente** pe suprafața dalei (Fig. 6.3); **valoare nulă**

-Din acțiuni utile:

- M_y^{a9} – din încărcări cu oameni, cu **5 kN/m²** pe consola trotuarului din **stânga**, din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1); **valoare nulă**
- M_y^{a9} – din încărcări cu oameni, cu **5 kN/m²** pe consola trotuarului din **stânga**, din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1); **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din încărcări cu oameni, cu **5 kN/m²** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **încărcarea q uniform distribuită** (**tabelul roșu stânga** Fig. 7.1); **valoare nulă**
- M_y^{a1} – din încărcări cu oameni, cu **5 kN/m²** pe consola trotuarului din **dreapta**, din **momentul uniform distribuit** (**tabelul albastru dreapta** Fig. 7.1);
- M_y^{a9} – din încărcarea de **5 kN/m²** uniform distribuită pe suprafața dalei (Fig. 6.3); **valoare nulă**

Obs. :

-Punctul $a9$ corespunzător trotuarului din stânga este echivalent cu punctul $a1$ pentru trotuarul din dreapta, numerotarea făcându-se de la latura pe care calculăm.

-Atenție, unele valori sunt egale cu zero (marcate mai sus cu **valoare nulă**)! Rezultă că momentul M_y în punctul marginal $a9$ este dat exclusiv de momentul transmis din consola din dreapta.

Obținem: $M_{y.ip2^{a9}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN}\cdot\text{m}$.

8. Momente maxime de calcul și armarea dalei

Pentru a afla valorile momentelor cu care vom face verificările, se vor compara momentele din cele două ipoteze și se vor alege valorile maxime pentru fiecare punct de interes $a1$, $a5$, $a9$ în parte, pe fiecare direcție x sau y .

Deasemenea, ținem cont că dala de beton va fi armată simetric, astfel că pe latura punctului $a9$ se va calcula și arma identic cu latura din dreapta punctului $a1$; pentru asta se aleg valorile maxime.

Astfel se vor alege valorile maxime dintre :

- $M_{x.ip1^{a1}}$, $M_{x.ip2^{a1}}$, $M_{x.ip1^{a9}}$ și $M_{x.ip2^{a9}}$;
- $M_{x.ip1^{a5}}$ și $M_{x.ip2^{a5}}$;
- $M_{y.ip1^{a1}}$, $M_{y.ip2^{a1}}$, $M_{y.ip1^{a9}}$ și $M_{y.ip2^{a9}}$;
- $M_{y.ip1^{a5}}$ și $M_{y.ip2^{a5}}$;

Obs. :

– Momentele pe direcția x sunt toate pozitive, astfel rezultând o armare longitudinală de rezistență la partea inferioară (partea întinsă) a dalei de beton, atât la margini cât și la mijlocul acesteia;

-Momentele pe direcția y sunt tot timpul negative pentru punctele marginale rezultând o armare de rezistență transversală la partea superioară a dalei ,pentru lateralele dalei;

-Momentul pe direcția y în mijlocul dalei, în punctul singular central $a5$, poate să fie atât negativ cât și pozitiv, în funcție de situațiile de încărcare a podului; se va arma cu armătură de rezistență pentru cele două valori : transversal la partea de sus, pentru moment negativ și transversal la partea de jos ,pentru moment pozitiv.

Armarea se va calcula pe metru liniar pentru secțiuni dreptunghiulare de un metru ($b=1\text{m}$) lățime și înălțime egală cu H_{med} dala pentru M_x^{a1} , M_x^{a5} , M_x^{a9} , M_y^{a5} și egală cu grosimea maximă a consolei trotuarului $H_{consola}$ pentru M_y^{a1} , M_y^{a9} .

Pentru a calcula și alege armătura, se va ține cont de clasele de expunere ale betonului, rezultând clase minime de rezistență pentru acesta precum și acoperirea necesară a armăturilor. Armarea constructivă se va face minim cu $\Phi 10$ la 20cm, atât la partea de sus cât și jos la consolă, dală și grinda parapet. Armarea maximă este de 7 $\Phi 20/m$

Se va folosi armătură tip BST500.

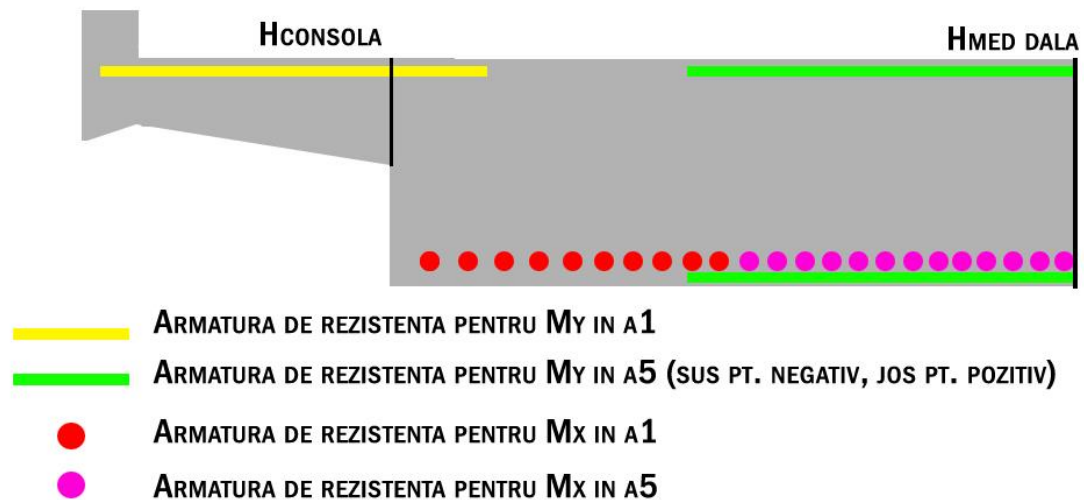


Fig. 8.1 Dispunerea armăturilor de rezistență

9. Calculul momentelor M_x cu metoda fâșii (metoda simplificată)

9.1. Momente din încărcări uniform distribuite

Se calculează momentele încovoietoare și forța tăietoare la margine și central, pe fâșii de un metru lățime, cu formulele clasice $(q \cdot L^2)/8$ pentru moment și $(q \cdot L)/2$ pentru forță tăietoare; pe această lățime se face și armarea ulterior. Astfel avem:

$$M_{x,marg,permanente} = (g_{marg} \cdot L^2)/8 \quad \text{Eq. 9-1}$$

$$T_{x,marg,permanente} = (g_{marg} \cdot L)/2 \quad \text{Eq. 9-2}$$

unde g este încărcarea uniform distribuită din permanente, adică încărcarea din consolă pe care aceasta o dă în încastrare ($q_{consolă}$) plus încărcarea din greutatea proprie a dalei + calea de pe pod ($q_{dală}$);

$$M_{x,marg,oameni} = (q_{marg} \cdot L^2)/8 \quad \text{Eq. 9-3}$$

$$T_{x.marg.oameni5}=(q_{marg}*L)/2$$

Eq. 9-4

unde q_{marg} este încărcarea uniform distribuită din utile (ipoteza 2), adică încărcarea de pe consolă din oameni pe troturar, **cu 5 kN/m^2** pe care aceasta o dă în încastrare ($q_{oameni5.consolă}=5*T \text{ kN/m}^2$) plus încărcarea din oameni pe suprafața dalei ($q_{oameni5.dală}=5 \text{ kN/m}^2$);

$$M_{x.central.permanente}=(g_{central}*L^2)/8$$

Eq. 9-5

$$T_{x.central.permanente}=(g_{central}*L)/2$$

Eq. 9-6

unde g este încărcarea uniform distribuită din permanente ,adică încărcarea din greutatea proprie a dalei + calea de pe pod ($q_{dală}$);

$$M_{x.central.oameni5}=(q_{central}*L^2)/8$$

Eq. 9-7

$$T_{x.central.oameni5}=(q_{central}*L)/2$$

Eq. 9-8

unde $q_{central}$ este încărcarea uniform distribuită din utile (ipoteza 2), adică încărcarea din oameni pe suprafața dalei ($q_{oameni5.dală}=5 \text{ kN/m}^2$);

9.2. Momente din încărcări cu LM1+oameni pe trotuar

Se urmărește dispunerea cât mai dezavantajoasă a convoiului pentru fiecare fâșie în parte; astfel se va dispune convoiul cu **banda 1** lângă bordură pentru fâșia marginală și cu **banda 1** central pentru fâșia centrală, similar cum s-a lucrat și anterior la metoda exactă cu ajutorul suprafețelor de influență Olsen-Reinitzhuber.

Pentru calculul acestor fâșii trebuie mai întâi să aflăm lățimea fâșiilor. Această lățime nu poate depăși lățimea ce rezultă din condiția de nesuprapunere a efectelor a două roți alăturate, în cazul încărcării cu sistemul tandem al **LM1**. Astfel:

- Dala se împarte în trei zone $\frac{1}{2}$ din **lățimea B** lucrează ca fâșie centrală, iar câte $\frac{1}{4}$ din **lățimeaB** pe fiecare parte lucrează ca fâșie marginală; acestea, din condiția de nesuprapunere, vor fi egale cu **1,5m** pentru fâșia marginală și cea centrală;
- La fâșia marginală se adaugă momentul dat de încărcarea cu oameni pe trotuar, cu **3 kN/m²**, moment care se calculează ca și mai sus în cazul momentelor din încărcări uniform distribuite;
- La fel și în cazul încărcărilor uniform distribuite din benzi unde se calculează standard, ca la orice încărcare uniform distribuită;
- Aceste fâșii se armează după momentele rezultate din încărcările de pe fâșia respectivă, împărțite la lățimea fâșiei pentru a afla valoarea momentelor pentru **1m** lățime (din regula de trei simplă).

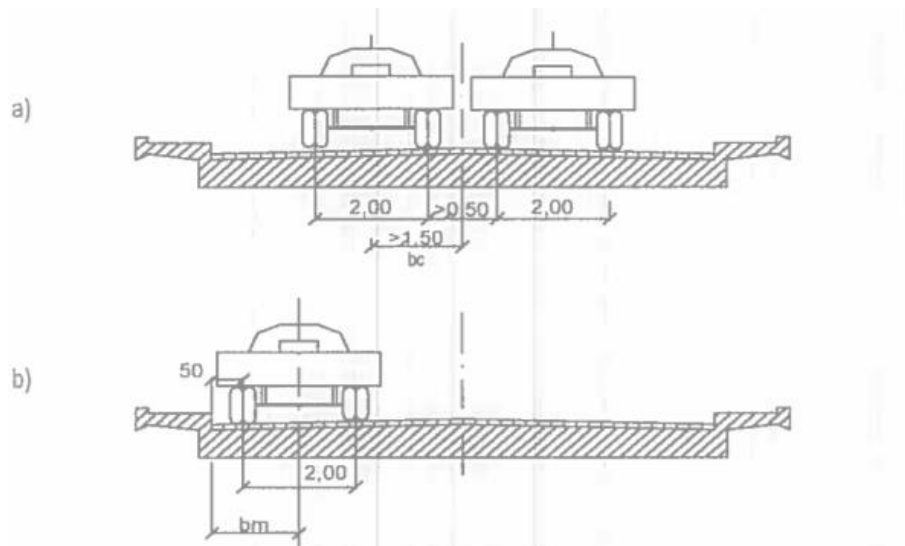


Fig. 9.1 Lățimea maximă de calcul pentru sistemul de osii tandem al convoiului LM1

a) fâșia centrală b) fâșia marginală [8]

Armarea transversală pentru M_y se face cu un procent de minim **15%** din armătura rezultată pe direcția x , excepție făcând consola unde momentul M_y se calculează și se dimensionează punctual.

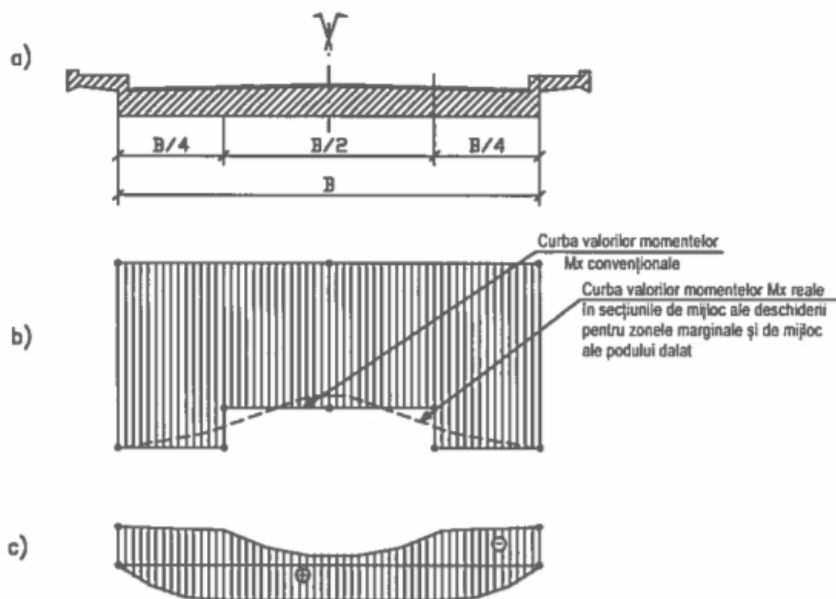


Fig. 9.2 Variația momentelor în secțiunea de la jumătatea deschiderii a) împărțirea pe fâșii; b) curba momentelor; c) variația momentelor M_y în secțiunea de mijloc a deschiderii podului [8]

10. Caz particular: calculul momentului în consolă atunci când avem și parte carosabilă pe aceasta

În acest caz particular vom calcula pe rând momentele din acțiuni permanente care se transmit prin consolă precum și cel dat de încărcările utile din convoi LM1.

Din acțiuni permanente, calculul momentului se face standard, discretizând pe secțiunea transversală a consolei părțile componente precum: grinda parapet, consola beton armat, umplutură trotuar, bordură, parapet, cale pe pod etc. pentru care se calculează încărcarea pe metru liniar de consolă înmulțind aria elementului $[m^2]$ cu greutatea volumică a materialului din care este alcătuit $[kN/m^3]$ sau, în cazul elementelor prefabricate, aceasta se ia din catalog. Toate aceste încărcări înmulțite cu brațul măsurat din încastrare ne vor da momentele încovoietoare, care adunate ne va da valoarea normată a momentului încovoietor total din acțiuni permanente care, mai apoi pentru a afla valoarea acestuia de calcul, se înmulțește cu coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_g=1,35$.(vezi Fig. 10.1)

Obs. Din rațiuni simplificatoare, încărcările date de calea pe pod, pe consolă, sunt echivalate cu o singură forță P_{12} .

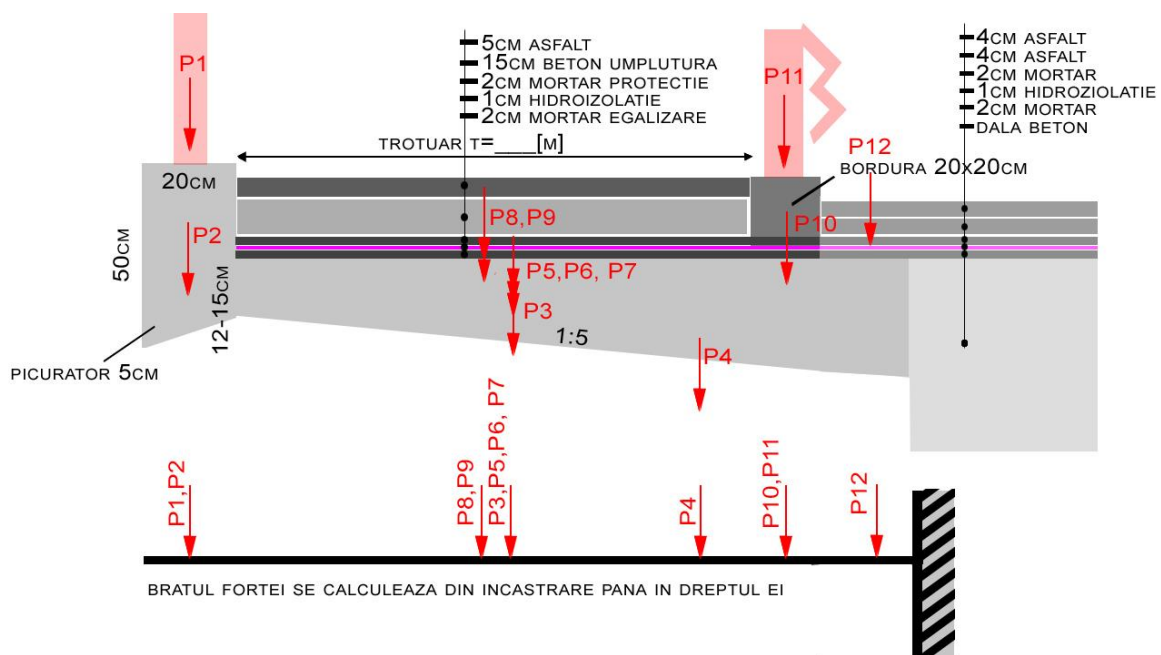


Fig. 10.1 Dispunerea încărcărilor permanente pe consola trotuarului

Din acțiuni utile conform încărcării cu LMI și oameni pe trotuar, cu $3 kN/m^2$, avem în felul următor:

Din oameni pe trotuar momentul în consolă este $M_{o3.consola}$ egal cu forța ori brațul, unde forța P este egală cu încărcarea de $3 kN/m^2$ înmulțită cu T care este lățimea utilă a trotuarului și brațul din încastrare până în mijlocul trotuarului;

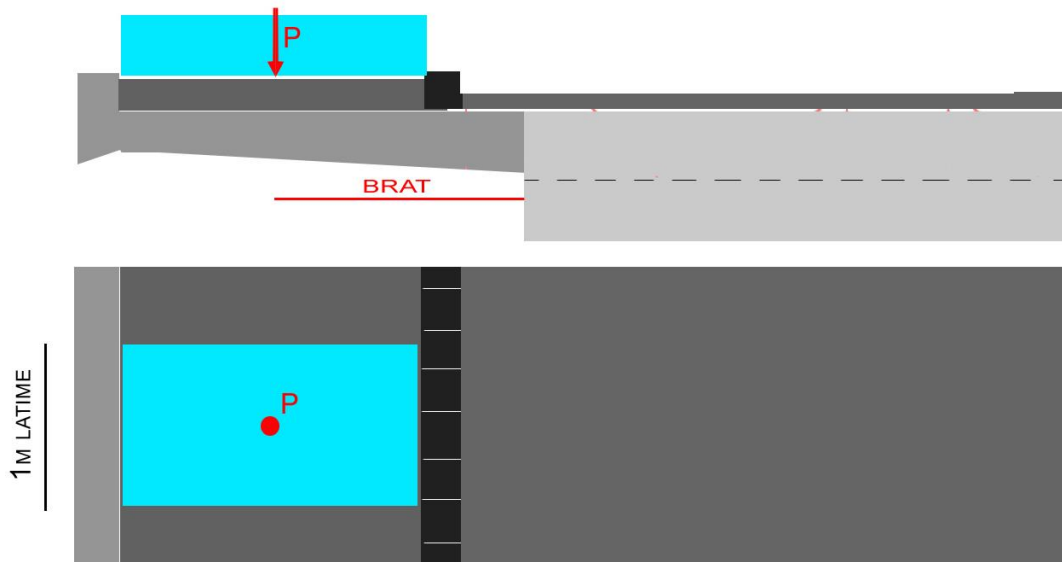


Fig. 10.2 Dispunerea încărcării din oameni pe trotuar calculată pe un metru de consolă

Din Sistemul tandem de osii (*TS*) al convoiului tip *LMI* trebuie să vedem întâi distribuția amprentei la 45° până la axa mediană a dalei, cu precizarea că normativul ne lasă ca pentru acest caz special, unde avem carosabil și pe consolă, să putem lipi roata de bordură; astfel rezultă că axul roții va fi la 20 cm de bordură, adică jumătate din amprenta de la suprafața de rulare pe pod ($40 \times 40\text{ cm}$).

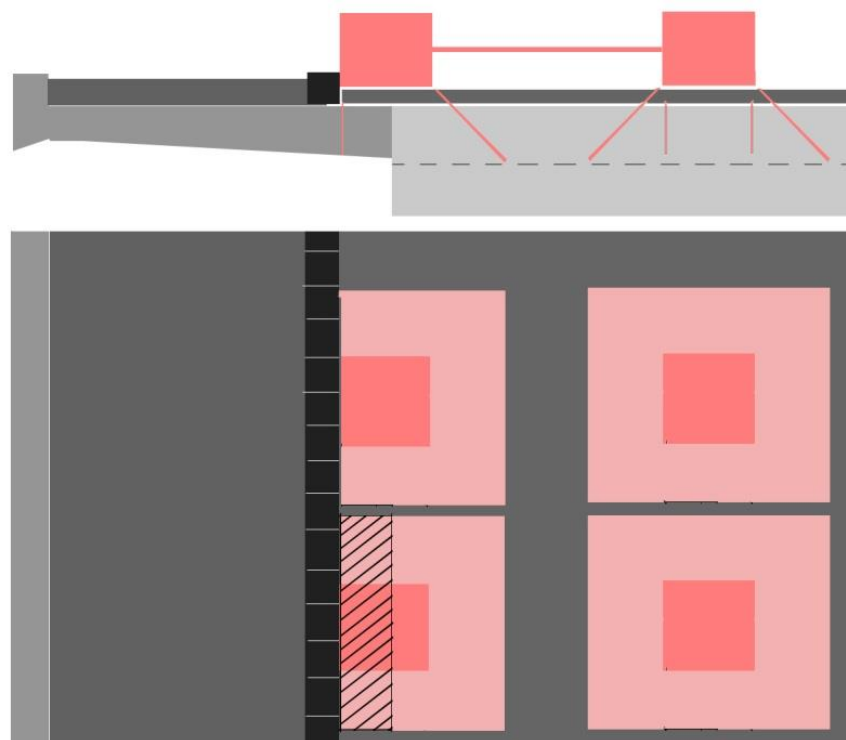


Fig. 10.3 Dispunerea încărcării din LMI și transmiterea acesteia pe consolă

Distribuția se ia pe linie verticală în dreptul bordurii, pentru o valoare acoperitoare a încărcării, iar în lung se va ține cont de condiția de nesuprapunere a efectului a două roți alăturate; astfel amprenta se poate distribui în lungul podului maxim până la mijlocul distanței la cealaltă osie (vezi Fig. 10.3).

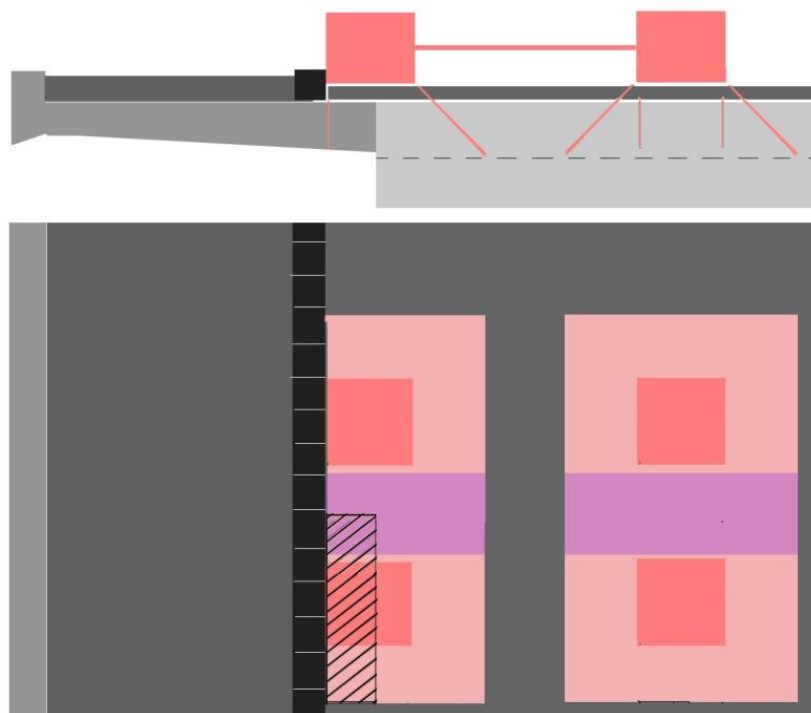


Fig. 10.4 Dispunerea încărcării din LM1 și transmiterea acesteia pe consolă în cazul în care apare suprapunerea amprentelor celor două osii

Încărcarea pe suprafața amprentei distribuite (roz deschis) devine $q = \frac{150}{a*b}$, unde **150** este valoarea în **kN** a forței care corespunde unei roți de pe **banda 1** iar **a** și **b** sunt dimensiunile amprentei distribuite.

Pentru a vedea cât din efectul roții revine consolei (o parte va încărca doar dala de beton), se va înmulți încărcarea **q** cu aria părții amprentei distribuite care se află deasupra consolei (zona hașurată oblic). Cu rezultanta acestei încărcări uniform distribuite pe suprafață, aplicată în mijlocul acestei arii, se calculează momentul în încastrare înmulțind valoarea ei cu brațul corespunzător din încastrare până în punctul de aplicare al acesteia.

Atenție, acest moment se aplică pe o lungime de consolă egală cu lungimea amprentei distribuite; astfel, pentru a afla valoarea pe **1 metru** de consolă, aceasta se va calcula cu regula de trei simplă, împărțind valoarea momentului la lungimea amprentei distribuite.

Pentru momentul din încărcări uniform distribuite de pe **banda 1 (UDL)** a convoiului tip **LM1** se va calcula, direct pentru un metru lungime de consolă, înmulțind încărcarea de **9 kN/m²** cu lățimea

parții carosabile de pe consolă și cu Im , pentru a afla rezultanta P care se va înmulți cu brațul pe care îl are față de încastrare (vezi Fig. 10.5).

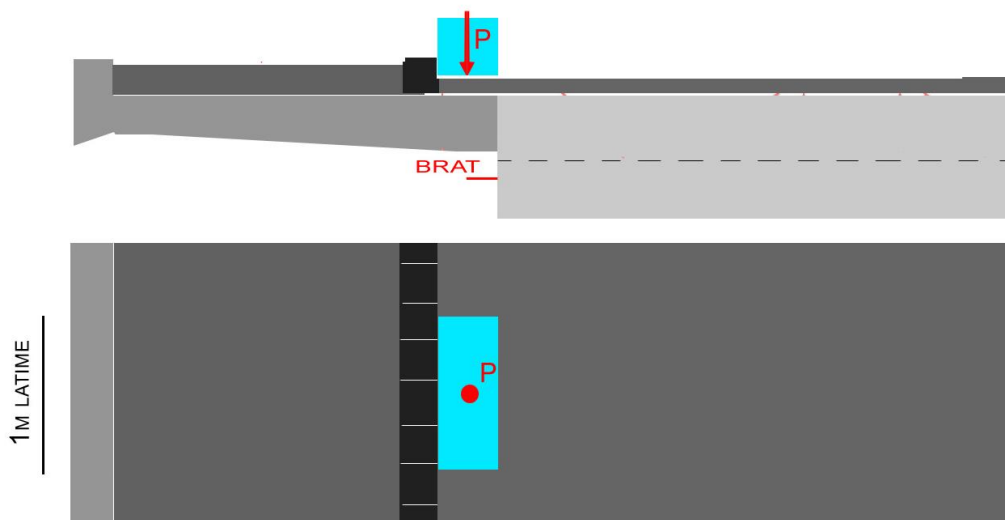


Fig. 10.5 Calculul momentului în consolă dat de încărcarea din LM1 pe carosabil

Valorile obținute mai sus se vor înmulți cu coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_{Q1}=1,35$ pentru a afla valorile de calcul ale momentelor.

La final se vor aduna toate aceste valori de calcul pentru a obține momentul total din consolă și pentru a se putea calcula armătura de rezistență, ținând cont că acest moment este negativ iar armarea se va face la partea superioară unde se află fibra întinsă a secțiunii de beton.

11. ANEXA A [8]

11.1. Raport L/B=2

11-1 Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v=0$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	---	0.711	0.569	0.489	0.434	0.393	0.363	0.335	0.311
b	0.442	0.444	0.431	0.405	0.375	0.349	0.325	0.305	0.284
c	0.263	0.266	0.267	0.265	0.257	0.247	0.235	0.224	0.212
d	0.127	0.128	0.130	0.130	0.129	0.126	0.123	0.116	0.112

11-2 Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	1.27	1.22	1.12	1.05	0.97	0.91

11-3 Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0.434	0.448	0.474	0.525	0.579	---
b	0.376	0.380	0.379	0.371	0.365	0.363
c	0.257	0.255	0.250	0.245	0.244	0.243
d	0.129	0.127	0.125	0.123	0.122	0.122

11-4 Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	0.69	0.67	0.64	0.61	0.58	0.56

11-5 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	-0.102	-0.063	-0.021	+0.039	+0.096	---
b	-0.080	-0.043	-0.001	+0.045	+0.064	+0.071
c	-0.044	-0.020	+0.004	+0.022	+0.028	+0.029
d	-0.019	-0.008	+0.002	+0.009	+0.011	+0.012

11-6 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=0$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	0.37	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24

11-7 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=1/6$)

	1	2	3	4	5
a	-0.076	-0.033	+0.015	+0.085	---
b	-0.059	-0.020	+0.023	+0.068	+0.094
c	-0.032	-0.008	+0.016	+0.034	+0.041
d	-0.014	-0.003	+0.007	+0.014	+0.016

11-8 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=1/6$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	0.45	0.42	0.38	0.35	0.32	0.29

11-9 Încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei

	Coeficient poisson v	a₁	a₅	a₉
M_x/p*L²	0	0.125	0.125	0.125
M_y/p*L²	0	0	0	0
	1/6	0	0.0073	0

Unde:

$$M_x = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

11-10 Încărcări uniform distribuite pe latura liberă a dalei a₁-d₁ din încărcare marginală p_r

	Coeficient poisson v	a₁	a₅	a₉
M_x/p_r*L	0	+0.316	+0.247	+0.193
M_y/p_r*L	0	0	-0.049	0
	1/6	0	-0.036	0

Unde:

$$M_x = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

11-11 Încărcări liniară pe latura liberă a dalei a₁-d₁ din moment marginal m_r

	Coeficient poisson v	a₁	a₅	a₉
M_x/m_r	0	+0.297	-0.025	-0.197
M_y/m_r	0	-1	-0.365	0
	1/6	-1	-0.388	0

Unde:

$$M_x = m_r * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = m_r * \text{valoare din tabel}$$

11.2. Raport L/B=1.75

11-12 Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v=0$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	---	0.549	0.507	0.426	0.371	0.330	0.300	0.273	0.249
b	0.409	0.410	0.391	0.358	0.326	0.296	0.271	0.250	0.230
c	0.242	0.242	0.243	0.237	0.225	0.213	0.199	0.187	0.174
d	0.114	0.115	0.116	0.113	0.109	0.109	0.104	0.098	0.093

11-13 Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	1.21	1.15	1.06	1.00	0.91	0.84

11-14 Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0.371	0.385	0.412	0.463	0.517	---
b	0.326	0.331	0.333	0.327	0.320	0.317
c	0.226	0.225	0.220	0.214	0.212	0.211
d	0.113	0.112	0.109	0.107	0.106	0.105

11-15 Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.63	0.61	0.58	0.55	0.52	0.50

11-16 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	-0.100	-0.062	-0.022	+0.038	+0.095	---
b	-0.082	-0.045	-0.003	+0.045	+0.069	+0.079
c	-0.051	-0.024	+0.004	+0.026	+0.032	+0.034
d	-0.023	-0.010	+0.002	+0.011	+0.013	+0.014

11-17 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=0$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.37	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24

11-18 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=1/6$)

	1	2	3	4	5
a	-0.075	-0.033	+0.014	+0.083	---
b	-0.060	-0.022	+0.022	+0.071	+0.103
c	-0.036	-0.010	+0.016	+0.038	+0.047
d	-0.016	-0.004	+0.009	+0.016	+0.019

11-19 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=1/6$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.44	0.42	0.38	0.35	0.31	0.29

11-20 Încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p * L^2$	0	0.125	0.125	0.125
$M_y/p * L^2$	0	0	0	0
	1/6	0	0.0089	0

Unde:

$$M_x = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

11-21 Încărcări uniform distribuite pe latura liberă a dalei a1–d1 din încărcare marginală pr

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p_r * L$	0	+0.296	+0.214	+0.157
$M_y/p_r * L$	0	0	-0.050	0
	1/6	0	-0.036	0

Unde:

$$M_x = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

11-22 Încărcări liniară pe latura liberă a dalei a1–d1 din moment marginal mr

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
M_x/m_r	0	+0.296	-0.035	-0.175
M_y/m_r	0	-1	-0.324	0
	1/6	-1	-0.347	0

Unde:

$$M_x = m_r * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = m_r * \text{valoare din tabel}$$

11.3. Raport $L/B=1.5$

11-23 Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v=0$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	---	0.587	0.444	0.367	0.308	0.267	0.237	0.211	0.189
b	0.384	0.380	0.350	0.311	0.273	0.241	0.216	0.193	0.175
c	0.223	0.222	0.220	0.208	0.182	0.177	0.161	0.147	0.134
d	0.103	0.105	0.105	0.104	0.098	0.091	0.085	0.079	0.073

11-24 Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	1.14	1.09	1.00	0.93	0.85	0.78

11-25 Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0.308	0.323	0.349	0.400	0.454	---
b	0.193	0.281	0.286	0.284	0.277	0.272
c	0.193	0.193	0.190	0.182	0.180	0.179
d	0.098	0.097	0.095	0.091	0.090	0.090

11-26 Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.57	0.55	0.51	0.49	0.46	0.43

11-27 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	-0.095	-0.060	-0.022	+0.036	+0.093	---
b	-0.082	-0.047	-0.006	+0.046	+0.076	+0.087
c	-0.035	-0.027	+0.003	+0.028	+0.037	+0.039
d	-0.026	-0.012	+0.002	+0.012	+0.015	+0.017

11-28 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=0$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.37	0.34	0.31	0.29	0.26	0.23

11-29 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=1/6$)

	1	2	3	4	5
a	-0.071	-0.032	+0.013	+0.080	---
b	-0.060	-0.023	+0.019	+0.072	+0.113
c	-0.039	-0.012	+0.016	+0.044	+0.054
d	-0.019	-0.005	+0.010	+0.018	+0.023

11-30 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=1/6$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.44	0.42	0.37	0.35	0.31	0.28

11-31 Încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p * L^2$	0	0.125	0.125	0.125
$M_y/p * L^2$	0	0	0	0
	1/6	0	0.0108	0

Unde:

$$M_x = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

11-32 Încărcări uniform distribuite pe latura liberă a dalei a1–d1 din încărcare marginală pr

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p_r * L$	0	+0.277	+0.181	+0.119
$M_y/p_r * L$	0	0	-0.051	0
	1/6	0	-0.035	0

Unde:

$$M_x = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

11-33 Încărcări liniară pe latura liberă a dalei a1–d1 din moment marginal mr

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
M_x/m_r	0	+0.305	-0.044	-0.149
M_y/m_r	0	-1	-0.267	0
	1/6	-1	-0.297	0

Unde:

$$M_x = m_r * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = m_r * \text{valoare din tabel}$$

11.4. Raport L/B=1.25

11-34 Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v=0$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	---	0.524	0.381	0.299	0.244	0.203	0.174	0.150	0.130
b	0.364	0.354	0.310	0.261	0.219	0.184	0.159	0.138	0.121
c	0.206	0.203	0.198	0.179	0.157	0.138	0.121	0.106	0.093
d	0.094	0.096	0.094	0.090	0.081	0.071	0.064	0.055	0.051

11-35 Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	1.08	1.02	0.93	0.87	0.78	0.72

11-36 Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0.245	0.260	0.287	0.339	0.392	---
b	0.219	0.229	0.239	0.242	0.235	0.230
c	0.158	0.161	0.160	0.152	0.148	0.147
d	0.081	0.081	0.079	0.075	0.074	0.073

11-37 Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.51	0.48	0.45	0.43	0.40	0.37

11-38 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	-0.087	-0.058	-0.023	+0.033	+0.088	---
b	-0.078	-0.047	-0.010	+0.045	+0.081	+0.097
c	-0.054	-0.029	0	+0.030	+0.042	+0.046
d	-0.027	-0.013	+0.001	+0.014	+0.018	+0.020

11-39 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=0$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.36	0.34	0.31	0.29	0.25	0.23

11-40 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=1/6$)

	1	2	3	4	5
a	-0.067	-0.032	+0.010	+0.075	---
b	-0.059	-0.025	+0.015	+0.072	+0.123
c	-0.041	-0.014	+0.014	+0.048	+0.062
d	-0.021	-0.005	+0.010	+0.022	+0.027

11-41 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=1/6$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.43	0.41	0.37	0.34	0.30	0.28

11-42 Încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p * L^2$	0	0.125	0.125	0.125
$M_y/p * L^2$	0	0	0	0
	1/6	0	0.0133	0

Unde:

$$M_x = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

11-43 Încărcări uniform distribuite pe latura liberă a dalei a1–d1 din încărcare marginală pr

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p_r * L$	0	+0.263	+0.147	+0.083
$M_y/p_r * L$	0	0	-0.050	0
	1/6	0	-0.038	0

Unde:

$$M_x = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

11-44 Încărcări liniară pe latura liberă a dalei a1–d1 din moment marginal mr

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
M_x/m_r	0	+0.317	-0.054	-0.117
M_y/m_r	0	-1	-0.198	0
	1/6	-1	-0.229	0

Unde:

$$M_x = m_r * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = m_r * \text{valoare din tabel}$$

11.5. Raport L/B=1.00

11-45 Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v=0$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	---	0.461	0.316	0.234	0.179	0.140	0.112	0.092	0.075
b	0.350	0.331	0.268	0.209	0.163	0.129	0.103	0.085	0.070
c	0.193	0.192	0.175	0.149	0.120	0.097	0.079	0.065	0.054
d	0.089	0.090	0.085	0.075	0.063	0.051	0.043	0.035	0.029

11-46 Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	1.02	0.95	0.87	0.81	0.72	0.66

11-47 Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0.179	0.197	0.224	0.227	0.331	---
b	0.153	0.176	0.192	0.203	0.198	0.190
c	0.120	0.127	0.130	0.124	0.119	0.117
d	0.063	0.065	0.064	0.060	0.058	0.057

11-48 Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	0.45	0.42	0.39	0.37	0.33	0.31

11-49 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	-0.075	-0.054	-0.024	+0.028	+0.082	---
b	-0.068	-0.046	-0.015	+0.041	+0.052	+0.107
c	-0.049	-0.030	-0.005	+0.031	+0.047	+0.094
d	-0.026	-0.015	-0.001	+0.015	+0.021	+0.023

11-50 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=0$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	0.36	0.33	0.30	0.28	0.24	0.22

11-51 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=1/6$)

	1	2	3	4	5
a	-0.059	-0.030	+0.006	+0.068	---
b	-0.053	-0.025	+0.010	+0.069	+0.133
c	-0.038	-0.016	+0.012	+0.048	+0.069
d	-0.020	-0.007	+0.007	+0.023	+0.031

11-52 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=1/6$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	0.42	0.40	0.36	0.33	0.29	0.27

11-53 Încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei

	Coefficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p * L^2$	0	0.125	0.125	0.125
$M_y/p * L^2$	0	0	0	0
	1/6	0	0.0158	0

Unde:

$$M_x = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

11-54 Încărcări uniform distribuite pe latura liberă a dalei a1–d1 din încărcare marginală pr

	Coefficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p_r * L$	0	+0.253	+0.110	+0.048
$M_y/p_r * L$	0	0	-0.046	0
	1/6	0	-0.036	0

Unde:

$$M_x = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

11-55 Încărcări liniară pe latura liberă a dalei a1–d1 din moment marginal mr

	Coefficient poisson v	a1	a5	a9
M_x/m_r	0	+0.325	-0.062	-0.073
M_y/m_r	0	-1	-0.122	0
	1/6	-1	-0.151	0

Unde:

$$M_x = m_r * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = m_r * \text{valoare din tabel}$$

11.6. Raport L/B=0.8

11-56 Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v=0$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	---	0.406	0.261	0.178	0.126	0.091	0.067	0.051	0.038
b	0.343	0.310	0.228	0.162	0.116	0.087	0.062	0.047	0.034
c	0.188	0.187	0.153	0.120	0.099	0.065	0.049	0.037	0.028
d	0.087	0.087	0.077	0.062	0.047	0.035	0.026	0.019	0.014

11-57 Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	1.01	0.94	0.87	0.80	0.71	0.65

11-58 Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0.127	0.146	0.174	0.229	0.288	---
b	0.118	0.131	0.153	0.175	0.171	0.163
c	0.086	0.097	0.106	0.105	0.100	0.096
d	0.046	0.051	0.052	0.061	0.048	0.046

11-59 Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	0.42	0.39	0.36	0.34	0.30	0.28

11-60 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	-0.062	-0.047	-0.026	+0.023	+0.074	---
b	-0.056	-0.041	-0.019	+0.033	+0.079	+0.115
c	-0.041	-0.030	-0.009	+0.029	+0.050	+0.061
d	-0.024	-0.015	-0.003	+0.015	+0.024	+0.027

11-61 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=0$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	0.37	0.34	0.31	0.28	0.25	0.23

11-62 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=1/6$)

	1	2	3	4	5
a	-0.049	-0.027	+0.001	+0.058	---
b	-0.045	-0.024	+0.005	+0.068	+0.142
c	-0.032	-0.017	+0.007	+0.044	+0.075
d	-0.017	-0.008	+0.004	+0.022	+0.034

11-63 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=1/6$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a₁	0.43	0.40	0.37	0.34	0.30	0.26

11-64 Încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei

	Coeficient poisson v	a₁	a₅	a₉
M_x/p*L²	0	0.125	0.125	0.125
M_y/p*L²	0	0	0	0
	1/6	0	0.0180	0

Unde:

$$M_x = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

11-65 Încărcări uniform distribuite pe latura liberă a dalei a₁-d₁ din încărcare marginală p_r

	Coeficient poisson v	a₁	a₅	a₉
M_x/p_r*L	0	+0.249	+0.079	+0.025
M_y/p_r*L	0	0	-0.038	0
	1/6	0	-0.030	0

Unde:

$$M_x = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

11-66 Încărcări liniară pe latura liberă a dalei a₁-d₁ din moment marginal m_r

	Coeficient poisson v	a₁	a₅	a₉
M_x/m_r	0	+0.331	-0.062	-0.045
M_y/m_r	0	-1	-0.061	0
	1/6	-1	-0.084	0

Unde:

$$M_x = m_r * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = m_r * \text{valoare din tabel}$$

11.7. Raport L/B=0.70

11-67 Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v=0$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	---	0.342	0.199	0.119	0.073	0.046	0.028	0.019	0.013
b	0.344	0.279	0.179	0.109	0.068	0.045	0.026	0.017	0.011
c	0.187	0.177	0.127	0.084	0.053	0.033	0.021	0.014	0.010
d	0.087	0.084	0.066	0.045	0.029	0.019	0.013	0.008	0.005

11-68 Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	1.01	0.94	0.86	0.80	0.71	0.65

11-69 Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0.074	0.094	0.124	0.182	0.236	---
b	0.067	0.084	0.111	0.147	0.163	0.142
c	0.050	0.064	0.080	0.089	0.085	0.080
d	0.028	0.035	0.041	0.045	0.040	0.039

11-70 Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.39	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26

11-71 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	-0.042	-0.037	-0.027	+0.012	+0.060	---
b	-0.032	-0.033	-0.023	+0.019	+0.070	+0.122
c	-0.028	-0.026	-0.014	+0.021	+0.050	+0.068
d	-0.016	-0.013	-0.016	+0.013	+0.025	+0.030

11-72 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=0$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.37	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24

11-73 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=1/6$)

	1	2	3	4	5
a	-0.033	-0.023	-0.006	+0.047	---
b	-0.031	-0.021	-0.004	+0.045	+0.148
c	-0.022	-0.015	-0.001	+0.035	+0.079
d	-0.012	-0.008	-0.001	+0.019	+0.037

11-74 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=1/6$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.44	0.41	0.37	0.35	0.31	0.28

11-75 Încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p * L^2$	0	0.125	0.125	0.125
$M_y/p * L^2$	0	0	0	0
	1/6	0	0.0198	0

Unde:

$$M_x = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

11-76 Încărcări uniform distribuite pe latura liberă a dalei a1–d1 din încărcare marginală pr

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p_r * L$	0	+0.218	+0.047	+0.008
$M_y/p_r * L$	0	0	-0.027	0
	1/6	0	-0.020	0

Unde:

$$M_x = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

11-77 Încărcări liniară pe latura liberă a dalei a1–d1 din moment marginal mr

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
M_x/m_r	0	+0.332	-0.050	-0.013
M_y/m_r	0	-1	-0.005	0
	1/6	-1	-0.006	0

Unde:

$$M_x = m_r * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = m_r * \text{valoare din tabel}$$

11.8. Raport $L/B=0.60$

11-78 Suprafața de influență M_x a punctului marginal a_1 ($v=0$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	---	0.263	0.120	0.057	0.025	0.010	0.004	0.002	0.001
b	0.343	0.227	0.110	0.052	0.023	0.009	0.004	0.002	0.001
c	0.187	0.152	0.082	0.040	0.018	0.007	0.003	0.001	0.000
d	0.080	0.075	0.044	0.010	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000

11-79 Valori de vârf în punctul singular a_1

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	1.01	0.94	0.86	0.80	0.71	0.65

11-80 Suprafața de influență M_x a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	0.025	0.040	0.072	0.135	0.191	---
b	0.023	0.039	0.064	0.114	0.138	0.131
c	0.019	0.030	0.060	0.076	0.078	0.072
d	0.010	0.016	0.027	0.038	0.036	0.034

11-81 Valori de vârf în punctul singular a_5

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.38	0.35	0.33	0.30	0.27	0.25

11-82 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=0$)

	1	2	3	4	4/5	5
a	-0.015	-0.020	-0.026	+0.007	+0.036	---
b	-0.016	-0.019	-0.023	+0.002	+0.046	+0.128
c	-0.012	-0.015	-0.017	+0.003	+0.039	+0.070
d	-0.006	-0.008	-0.009	+0.004	+0.021	+0.032

11-83 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=0$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.38	0.35	0.32	0.30	0.27	0.24

11-84 Suprafața de influență M_y a punctului central a_5 ($v=1/6$)

	1	2	3	4	5
a	-0.014	-0.014	-0.013	+0.015	---
b	-0.011	-0.013	-0.011	+0.016	+0.150
c	-0.010	-0.010	-0.008	+0.017	+0.082
d	-0.006	-0.006	-0.004	+0.010	+0.038

11-85 Valori de vârf în punctul singular a_5 ($v=1/6$)

c/B	0.015	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
a_1	0.44	0.41	0.38	0.35	0.31	0.28

11-86 Încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p * L^2$	0	0.125	0.125	0.125
$M_y/p * L^2$	0	0	0	0
	1/6	0	0.0208	0

Unde:

$$M_x = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p * L^2 * \text{valoare din tabel}$$

11-87 Încărcări uniform distribuite pe latura liberă a dalei a1–d1 din încărcare marginală pr

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
$M_x/p_r * L$	0	+0.248	+0.016	+0.002
$M_y/p_r * L$	0	0	-0.011	0
	1/6	0	-0.007	0

Unde:

$$M_x = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = p_r * L * \text{valoare din tabel}$$

11-88 Încărcări liniară pe latura liberă a dalei a1–d1 din moment marginal mr

	Coeficient poisson v	a1	a5	a9
M_x/m_r	0	+0.333	-0.020	-0.003
M_y/m_r	0	-1	+0.003	0
	1/6	-1	0	0

Unde:

$$M_x = m_r * \text{valoare din tabel}$$

$$M_y = m_r * \text{valoare din tabel}$$

12. ANEXA B

Exemplu de calcul

În continuare se va prezenta un exemplu de calcul pentru un podeț dalat din beton realizat monolit, având raportul $L/B=0,60$ și trotuare de **1,75m** lățime. Podul deservește două benzi de circulație, astfel lățimea dalei de beton **B** o luăm ca fiind **7m** rezultând o lungime de calcul $L=0,60*B=4,2$ m.

Calculule se fac pentru ipoteza 1 (convoi LM1+oameni pe trotuar cu 3 kN/m^2) și ipoteza 2 (convoi LM4) de încărcare.

12.1. Calculul grosimii dalei

Dala de beton va avea atât pante transversale cât și longitudinale date din turnare astfel încât evacuarea apelor de pe suprafața podului să se facă corespunzător. Alegem pante transversale de **2,5%** și longitudinal de **1%**.

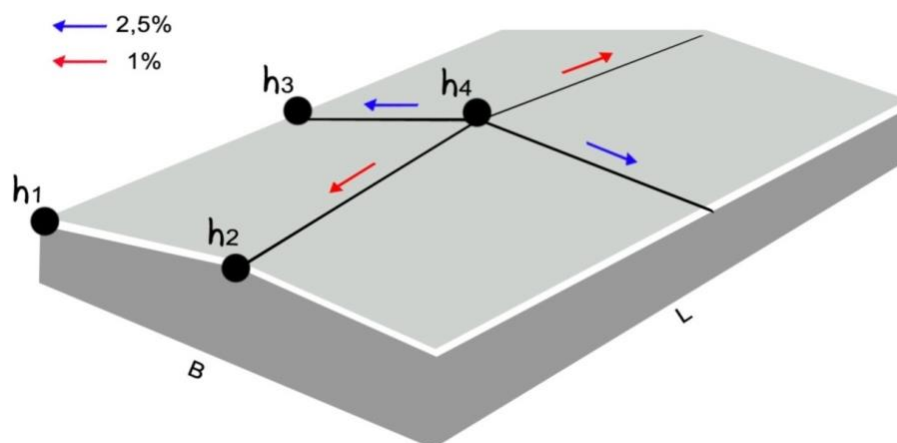


Fig. 12.1 Geometria dalei

Din rapoartele de predimensionare alegem grosimea minimă a dalei ca fiind **1/16** din lungimea de calcul, astfel rezultând o înălțime $h_1=0,263$ m.

Folosind regula de trei simplă putem afla celelalte patru înălțimi după cum urmează:

- Pentru h_2 dacă avem o pantă de **2,5%** pe o distanță de $B/2=3,5$ m, înseamnă că diferența de nivel x dintre cele două puncte este egală cu produsul dintre pantă și lungimea pe care se aplică și are valoarea $x=(2,5/100)*3,5=0,0875$ m rezultând o înălțime $h_2=h_1+x=0,351$ m
- Înălțimea h_3 se calculează similar, doar că vom utiliza panta de **1%** iar distanța este jumătate din deschiderea podului, rezultând $h_3=h_2+y=0,284$ m, unde $y=(1/100)*2,1=0,021$ m.
- În punctul h_4 valoarea înălțimii se poate calcula prin adunarea la cota punctului h_3 a valorii lui x sau prin adunarea la cota punctului h_2 a valorii lui y , rezultatul fiind același, $h_4=0,372$ m.

Valoarea cu care vom merge mai departe în calcule va fi media aritmetică ale acestor patru înălțimi și o vom nota cu $h_{med}=(h_1+ h_2+ h_3+ h_4)/4=0.318m$ care o aproximăm la o valoare întregă de **32 cm**.

12.2. Încărcări permanente pe consola trotuarului

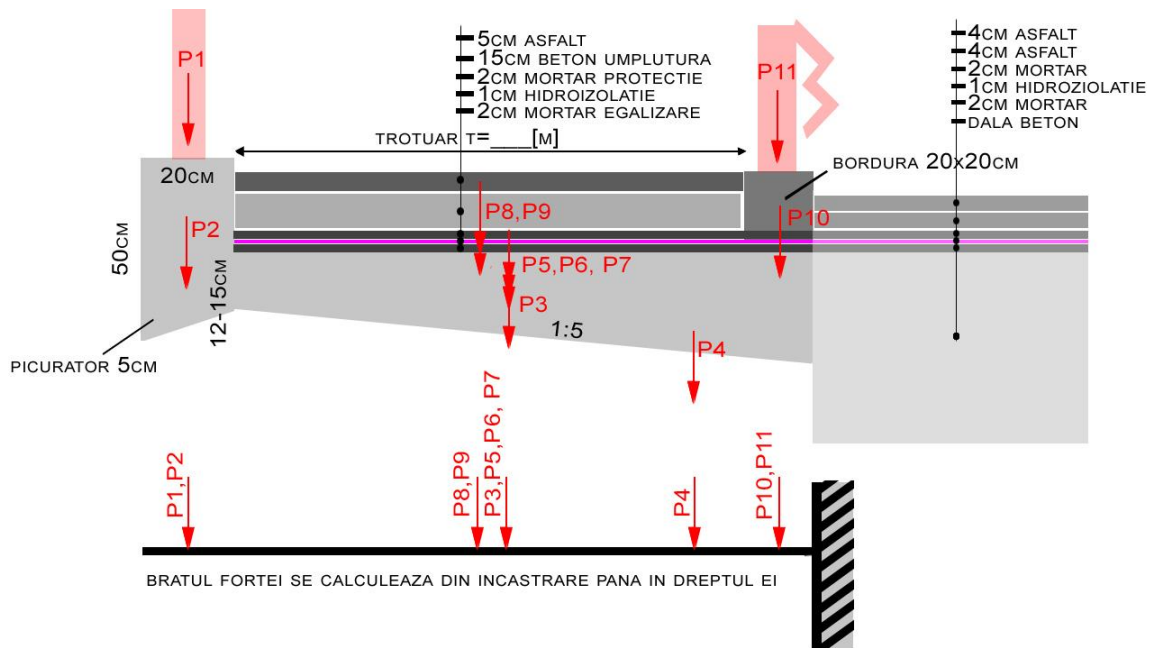


Fig. 12.2 încărcările de pe consola trotuarului

Greutățile volumice utilizate la calculul acțiunilor permanente sunt prezentate în Tab. 12-1

Tab. 12-1 Greutățile volumice specifice ale materialelor utilizate

material	beton armat	beton simplu	mixturi asfaltice	mortar	hidroizolație
greutate volumică γ [kN/m ³]	25	24	24	21	18

Pentru a calcula încărcările normate pe metru liniar de consolă, o vom discretiza în elemente geometrice simple la care le vom calcula ariile, pe care apoi le vom înmulți cu greutatea volumică a materialului din care sunt alcătuite. Excepție fac elementele la care este dată încărcarea pe metru, de exemplu parapetul pietonal sau glisiera.

Grinda parapet se aproximează ca fiind un dreptunghi de 45x20 cm ignorând picurătorul, pentru a simplifica calculele.

Consola propriuzisă de formă trapezoidală cu baza mică de 15 cm și baza mare de 25 cm se împarte într-un dreptunghi de 1,95x0,15 m și un triunghi dreptunghic cu catetele de 1,95m pe orizontală respectiv 0,10 m pe verticală.

Mortarele și hidroizolația se consideră dreptunghiulare sub trotuarul propriuzis.

Umplutura trotuarului se ia de asemenea ca o secțiune plină dreptunghiulară, chiar dacă realizarea acestuia se face cu goluri.

Stratul de asfalt turnat se ia ca fiind dreptunghiular chiar dacă forma lui reală este trapezoidală, cu o pantă spre carosabil de 1%.

Bordura se consideră de secțiune pătrată 20x20 cm.

Toate aceste arii calculate se regăsesc în Tab. 12-2 unde s-au calculat valorile normate ale încărcărilor din consolă.

Pentru a afla încărcările de calcul se folosește coeficientul parțial al acțiunilor $\gamma_g=1,35$, încărcări cu care se calculează momentele în încastrare față de care se calculează brațele forțelor rezultante conform Fig. 12.2 încărcările de pe consola trotuarului.

Tab. 12-2 Calculul eforturilor transmise de consolă pe latura liberă a dalei

[1]	Denumire element	Arie Element [m ²]	Greutate volumică [kN/m ³]	Încărcare q [kN/m]	Coeficient parțial al acțiunilor γ_g	Încărcare de calcul [kN/m]	Brațul forței [m]	Moment [kN*m/m]	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]*[4]	[6]	[7]=[5]*[6]	[8]	[9]=[7]*[8]	
P1	Parapet pietonal	-----	-----	0.50	1.35	0.675	2.05	1.025	
P2	Grinda parapet	0.09	25	2.5		3.038	2.05	6.23	
P3	Consola trotuar (dreptunghi)	0.293	25	7.33		9.89	1.05	10.38	
P4	Consola trotuar (triunghi)	0.0975	25	2.44		3.219	0.65	2.139	
P5	Mortar egalizare	0.035	21	0.74		0.992	1.05	1.041	
P6	Membrană hidroizolație	0.0175	18	0.32		0.425	1.05	0.446	
P7	Mortar protecție	0.035	21	0.74		0.992	1.05	1.041	
P8	Umplutură trotuar	0.28	24	6.72		9.072	1.05	9.525	
P9	Asfalt trotuar	0.07	24	1.68		2.27	1.05	2.383	
P10	Bordură	0.04	24	0.96		1.296	0.1	0.13	
P11	Glisieră parapet	-----	-----	0.75		1.013	0.1	0.101	
TOTAL q_{calcul} și M_{calcul}						32.954		32.954	

Obținem valorile totale prin însumare și le rotunjim în sus la valori întregi, pentru a ușura calculul $q_{\text{calcul}}=33 \text{ kN}$ și $M_{\text{calcul}}=33 \text{ kNm/metru liniar}$.

12.3. Încărcări permanente pe suprafața dalei

Pentru a calcula încărcările permanente pe un metru pătrat de dală vom folosi un tabel similar cu cel folosit la consolă, doar că vom folosi înălțimile straturilor deoarece calculul se face pe un metru lățime și un metru lungime (vezi Tab. 12-3).

Se utilizează aceleași greutateți volumice prezentate mai sus iar coeficientul parțial al acțiunilor folosit la determinarea încărcărilor de calcul este tot $\gamma_g=1,35$.

Tab. 12-3 Calculul încărcărilor permanente pe suprafața dalei

Nr.	Denumire element	Grosime element [m]	Greutate volumică [kN/m ³]	Încărcare q_{dala} [kN/m ²]	Coeficient parțial al acțiunilor γ_g	Încărcare de calcul $q_{dala.calcul}$ [kN/m ²]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]=[3]*[4]	[6]	[7]=[5]*[6]
P1	Dală de beton	0.32	25	8	1.35	10.8
P2	Mortar egalizare	0.02	21	0.42		0.567
P3	Membrană hidroizolație	0.01	18	0.18		0.243
P4	Mortar protecție	0.02	21	0.42		0.567
P5	Strat asfaltic 1	0.04	24	0.96		1.296
P6	Strat asfaltic 2	0.04	24	0.96		1.296
TOTAL $q_{dala.calcul}$						14.769

Obținem valoarea totală a încărcărilor de calcul pe suprafața dalei prin însumare pe ultima coloană, valoare pe care o rotunjim, rezultând $q_{dala.calcul}=15 \text{ kN/m}^2$.

12.4. Încărcări utile pe consola trotuarului

Ipoteza 1 se referă la dispunerea convoiului LM1 pe carosabil și oameni pe trotuar ($T=1,75\text{m}$) cu o încărcare normată $p=3 \text{ kN/m}^2$. Astfel ne rezultă ca eforturi transmise în încastrare:

- $p_{o3.calcul}=p*T*\gamma_{Q,1}=3*1.75*1.35=7.09\text{kN/ml}$;
- $M_{o3.calcul}=p_{o3.calcul}*bra\tau=7.09*1.05=7.45 \text{ kNm/ml}$.

Ipoteza 2 se referă la dispunerea convoiului LM4, aglomerări de oameni pe tot podul, cu o încărcare normată $p=5 \text{ kN/m}^2$. Astfel ne rezultă ca eforturi transmise în încastrare:

- $p_{o5.calcul}=p*T*\gamma_{Q,1}=5*1.75*1.35=11.81\text{kN/ml}$;
- $M_{o5.calcul}=p_{o3.calcul}*bra\tau=7.09*1.05=12.40 \text{ kNm/ml}$.

Aceste valori sunt valabile pe ambele laturi libere ale dalei, trotuarele pietonale fiind dispuse simetric pe ambele părți.

Pentru a calcula în condițiile cele mai defavorabile, se acceptă situațiile în care doar un trotuar este încărcat cu sarcini utile sau ambele sunt libere.

12.5. Încărcări utile pe suprafața dalei

În ipoteza 1 dispunem convoiul LM1 pe carosabil, iar în ipoteza 2 avem aglomerări de oameni pe tot podul cu 5 kN/m^2 , încărcările fiind conform standardelor eurocod [9] iar eforturile generate de aceste încărcări se calculează cu metoda suprafețelor de influență Olsen-Reinitzhuber în cele ce urmează.

În cazul încărcărilor din roți distribuția încărcărilor se face la 45° de la amprenta pe suprafața de rulare până în axul median al dalei de beton. Astfel, de la amprenta roții notată $a_1 \times b_1$ de $40 \times 40 \text{ cm}$ pe suprafața asfaltului, obținem o amprentă $a \times b$ în dreptul axei dalei cu dimensiunile $a = a_1 + 2 \cdot S$ și $b = b_1 + 2 \cdot S = 0.4 + 2 \cdot (0.13 + 0.32/2) = 0.82 \text{ m}$, unde S este înălțimea pe care se face distribuția.

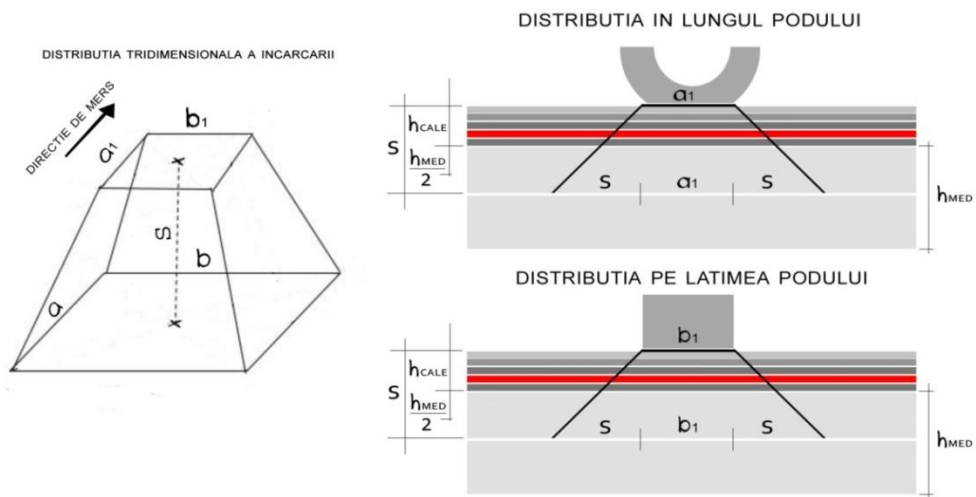


Fig. 12.3 Distribuția încărcărilor din roți până în axul dalei

O roată de $P_1 = 150 \text{ kN}$, corespunzătoare benzii 1 a convoiului LM1, va avea o încărcare uniform distribuită pe suprafața amprentei $a \times b$ egală cu $p_1 = P_1 / (a \cdot b) = 150 / (0.82 \cdot 0.82) = 223.08 \text{ kN/m}^2$, iar cea de $P_2 = 100 \text{ kN}$, corespunzătoare benzii doi, va genera o încărcare $p_2 = P_2 / (a \cdot b) = 100 / (0.82 \cdot 0.82) = 148.72 \text{ kN/m}^2$. Acestea se pot reduce la valoarea rezultantă uniform distribuită liniar pe lungimea sau pe lățimea podului înmulțind aceste valori cu b respectiv a , mai exact lățimea și lungimea amprentei distribuite în axul dalei, pentru a putea lucra pe linii de influență, rezultând $Q_1 = p_1 \cdot a = 223.08 \cdot 0.82 = 182.92 \text{ kN/m}$ respectiv $Q_2 = p_2 \cdot a = 148.72 \cdot 0.82 = 121.95 \text{ kN/m}$

12.6. Calculul eforturilor în dală cu metoda suprafețelor de influență Olsen-Reinitzhuber

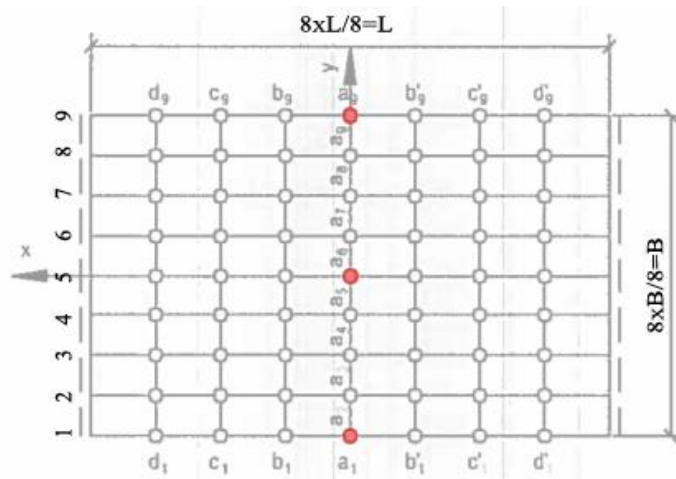


Fig. 12.4 Împărțirea dalei și notația punctelor de interes

Discretizarea dalei se face pe un caroiaj de 8x8 conform Fig. 12.4 Împărțirea dalei și notația punctelor de interes unde $L/8=0.525\text{m}$ și $B/8=0.875\text{m}$.

Pentru calculul eforturilor se folosesc tabelele corespunzătoare raportului $L/B=0.60$ din ANEXA A.

12.6.1. Momente încovoietoare M_x și M_y din încărcări pe suprafața dalei

Încărcările pe suprafața dalei sunt date de acțiunile permanente $q_{\text{dala,calcul}}=15 \text{ kN/m}^2$, convoiul LM1 (ipoteza 1) care se va analiza ulterior nefiind o încărcare uniform distribuită pe tot carosabilul, sau convoiul LM4 (ipoteza 2) care ne dă o încărcare $p_{\text{dala,calcul}}=p \cdot \gamma_{Q,1}=5 \cdot 1.35=6.75 \text{ kN/m}^2$.

Eforturile generate se calculează, în cazul acestui exemplu ,folosind tabelul 11-86 Încărcări uniform distribuite pe suprafața dalei din ANEXA A, modul de calcul fiind prezentat sub acest tabel, astfel rezultând :

- Din permanente: $M_x^{a1}=M_x^{a5}=M_x^{a9}=7.875 \text{ kNm}$ și $M_y^{a1}=M_y^{a5}=M_y^{a9}=0 \text{ kNm}$;
- Din ipoteza 2: $M_x^{a1}=M_x^{a5}=M_x^{a9}=3.541 \text{ kNm}$ și $M_y^{a1}=M_y^{a5}=M_y^{a9}=0 \text{ kNm}$.

12.6.2. Momente încovoietoare M_x și M_y din încărcări pe latura liberă a dalei

Pe latura liberă a dalei sunt două feluri de acțiuni: încărcări uniform distribuite liniar și momente uniform distribuite liniar, și sunt date de $q_{\text{calcul}}=33 \text{ kN}$ și $M_{\text{calcul}}=33 \text{ kNm/ml}$ pentru acțiuni permanente respectiv $p_{o3,calcul}=7.09 \text{ kN/ml}$ și $M_{o3,calcul}=7.45 \text{ kNm/ml}$ (ipoteza 1) și $p_{o5,calcul}=11.81 \text{ kN/ml}$ și $M_{o5,calcul}=12.40 \text{ kNm/ml}$ (ipoteza 2) pentru încărcări utile, astfel conform valorilor din tabelele 11-87 și 11-88 precum și a instrucțiunilor de utilizare aferente obținem:

- Din permanente q_{calcul} rezultă:
 - $M_x^{a1}=34.373 \text{ kNm}$, $M_x^{a5}=2.214 \text{ kNm}$, $M_x^{a9}=0.277 \text{ kNm}$;
 - $M_y^{a1}=0 \text{ kNm}$, $M_y^{a5}=-2.541 \text{ kNm}$, $M_y^{a9}=0 \text{ kNm}$;
- Din permanente M_{calcul} rezultă:
 - $M_x^{a1}=10.989 \text{ kNm}$, $M_x^{a5}=-0.66 \text{ kNm}$, $M_x^{a9}=-0.099 \text{ kNm}$;

- $M_y^{a1} = -33 \text{ kNm}$, $M_y^{a5} = 0.099 \text{ kNm}$, $M_y^{a9} = 0 \text{ kNm}$;
- Din ipoteza 1 p_{03} .calcul rezultă:
 - $M_x^{a1} = 7.383 \text{ kNm}$, $M_x^{a5} = -0.559 \text{ kNm}$, $M_x^{a9} = 0.059 \text{ kNm}$;
 - $M_y^{a1} = 0 \text{ kNm}$, $M_y^{a5} = -0.328 \text{ kNm}$, $M_y^{a9} = 0 \text{ kNm}$;
- Din ipoteza 1 M_{03} .calcul rezultă:
 - $M_x^{a1} = 2.481 \text{ kNm}$, $M_x^{a5} = -0.149 \text{ kNm}$, $M_x^{a9} = -0.022 \text{ kNm}$;
 - $M_y^{a1} = -7.45 \text{ kNm}$, $M_y^{a5} = 0.022 \text{ kNm}$, $M_y^{a9} = 0 \text{ kNm}$;
- Din ipoteza 2 p_{05} .calcul rezultă:
 - $M_x^{a1} = 12.302 \text{ kNm}$, $M_x^{a5} = 0.794 \text{ kNm}$, $M_x^{a9} = 0.097 \text{ kNm}$;
 - $M_y^{a1} = 0 \text{ kNm}$, $M_y^{a5} = -0.546 \text{ kNm}$, $M_y^{a9} = 0 \text{ kNm}$;
- Din ipoteza 2 M_{05} .calcul rezultă:
 - $M_x^{a1} = 4.129 \text{ kNm}$, $M_x^{a5} = -0.248 \text{ kNm}$, $M_x^{a9} = -0.037 \text{ kNm}$;
 - $M_y^{a1} = -12.4 \text{ kNm}$, $M_y^{a5} = 0.037 \text{ kNm}$, $M_y^{a9} = 0 \text{ kNm}$;

12.7. Calculul momentului maxim M_x în punctul a1 din încărcări utile ipoteza1

Convoiuil **LM1** se dispune în cel mai defavorabil mod, de la stânga la dreapta după cum urmează: banda 1, banda 2 respectiv zona rămasă (vezi Fig. 12.5).

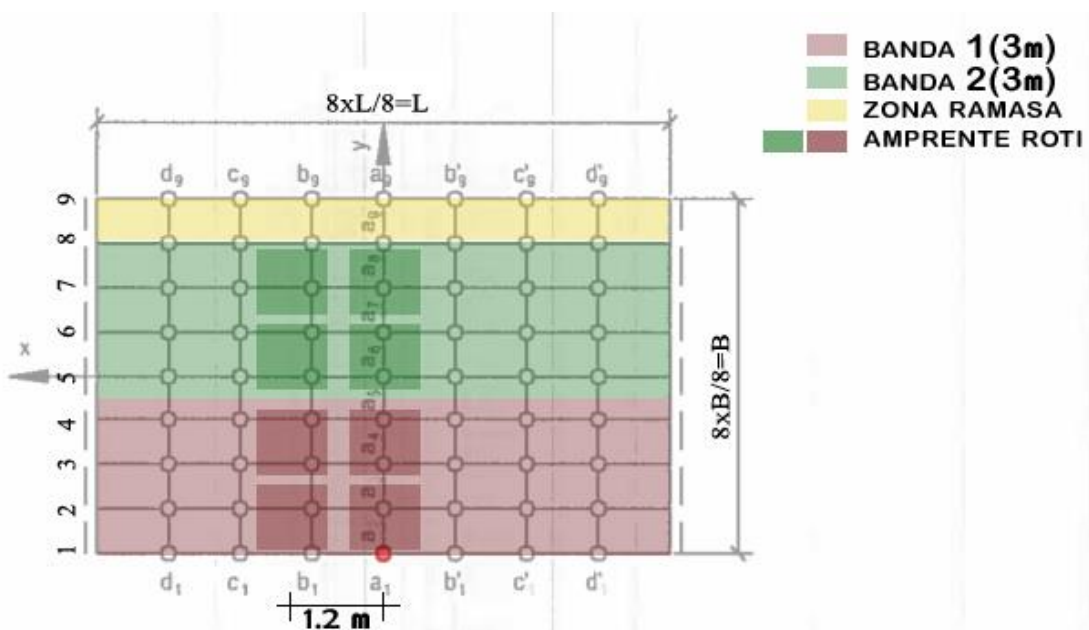


Fig. 12.5 Dispunerea benzilor pentru calculul momentului maxim în punctul singular a_1

Pentru acest calcul vom folosi tabelul 11-78 din ANEXA A pentru a genera suprafețele de influență și tabelul 11-79 tot din aceeași anexă pentru a afla valoarea de vârf a_1 . Pentru aceasta din urmă avem raportul $c/B=0,059$ (unde c este jumătatea amprentei distribuite $c=0,82/2=0,41 \text{ m}$ iar B este lățimea dalei $B=7 \text{ m}$) cu ajutorul căruia vom interpola valoarea de vârf a punctului a_1 , rezultând $a_1=0,714$.

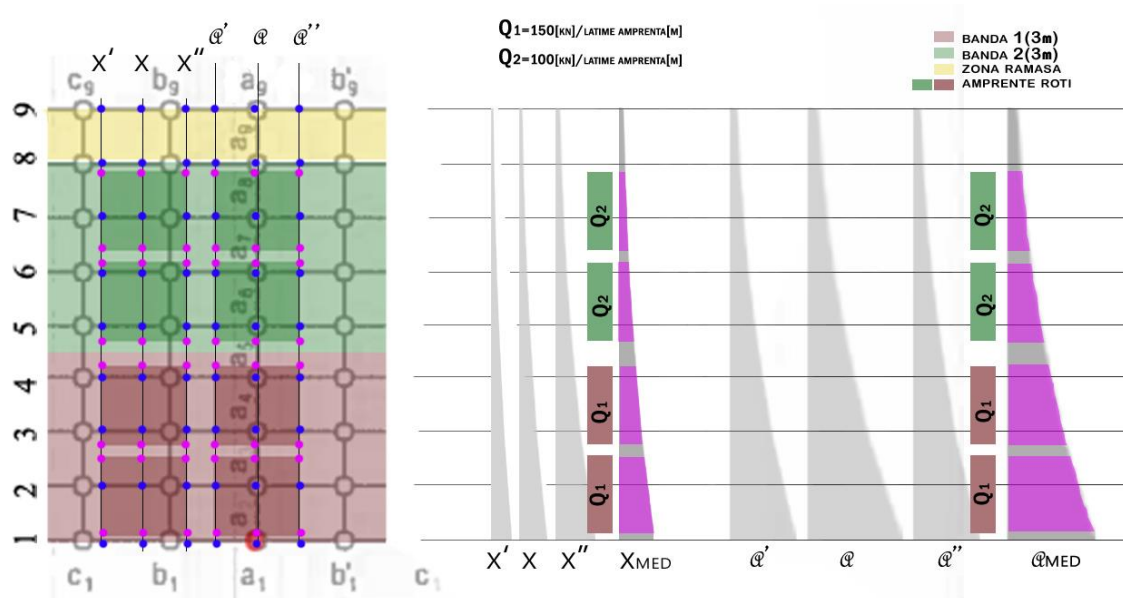


Fig. 12.6 Obținerea valorilor medii pentru fiecare rând de roți, pentru M_x^{a1}

Pentru calculul momentului din roți se interpolează valorile pentru liniile a , a' și a'' respectiv x, x' și x'' , unde aceste linii reprezintă axul amprente distribuite în axul dalei respectiv marginile acesteia (vezi Fig. 12.6), valori cu care se va desena linia de influență medie a_{med} respectiv x_{med} . Aceste linii de influență se încarcă cu valorile rezultante uniforme distribuite din roțile de pe banda 1 și banda 2.

Calculul efectiv se face înmulțind încărcările $Q_1=182.92 \text{ kN/m}$ și $Q_2=121.95 \text{ kN/m}$ cu ariile din dreptul lor de pe liniile de influență și însumând aceste produse. Momentul de calcul se obține prin înmulțirea valorii normate cu coeficientul parțial de siguranță $\gamma_{Q1}=1,35$.

Ne rezultă astfel un moment $M_x^{a1}_{calcul.TS}=[Q_1*\Sigma A_i+ Q_2*\Sigma A_j]* \gamma_{Q1} =$

$$=[182.92*(0.443+0.067+0.127+0.091)+121.95*(0.0268+0.0035+0.0685+0.0036)]*1,35=196.62 \text{ kNm}$$

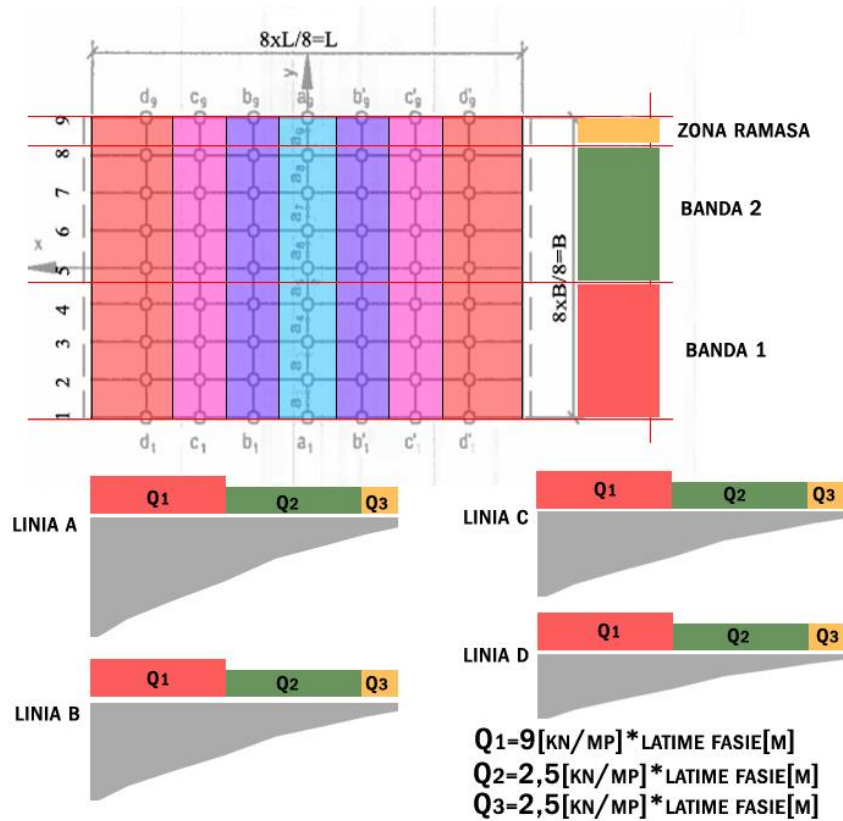


Fig. 12.7 Linii de influență rezultante pe lățimea podului

Din încărcările uniforme distribuite pe benzi avem 9 kN/m^2 pe banda 1 și $2,5 \text{ kN/m}^2$ pe banda 2 și zona rămasă. Calculul se face similar, folosind liniile de influență din dreptul liniilor **a**, **b**, **c** și **d** încărcate de valorile rezultante de pe un sector egal cu $l_1 = 2 * L / 16 \text{ m}$ pentru **a**, **b** și **c** respectiv $l_2 = 3 * L / 16 \text{ m}$ pentru linia **d** (vezi Fig. 12.7), astfel rezultă:

- pentru liniile **a**, **b** și **c** avem:
 $Q_1 = 9 \text{ kN/m}^2 * l_1 = 9 * 0,875 = 7,875 \text{ kN/m}$ și $Q_2 = Q_3 = 2,5 \text{ kN/m}^2 * l_1 = 2,5 * 0,875 = 2,1875 \text{ kN/m}$;
- pentru linia **d** avem
 $Q_1 = 9 \text{ kN/m}^2 * l_2 = 9 * 1,312 = 11,812 \text{ kN/m}$ și $Q_2 = Q_3 = 2,5 \text{ kN/m}^2 * l_2 = 2,5 * 1,312 = 3,281 \text{ kN/m}$;

Urmând același mod de calcul cu linii de influență obținem de pe fiecare linie:

$$M_x^{a1}_{UDL.linia.a} = Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 2,865 \text{ kNm}$$

$$M_x^{a1}_{UDL.linia.b} = Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 2,073 \text{ kNm}$$

$$M_x^{a1}_{UDL.linia.c} = Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 1,356 \text{ kNm}$$

$$M_x^{a1}_{UDL.linia.d} = Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 1,042 \text{ kNm}$$

Momentul de calcul total din încărcări uniforme distribuite se calculează însumând valorile de mai sus dar cu precizarea ca liniile **b**, **c** și **d** se iau de două ori ,ele fiind simetrice față de mijlocul deschiderii iar suma totală care reprezintă valoarea normată se va înmulți cu coeficientul parțial al acțiunilor:

$$M_{x^{a1}}^{\text{calcul.UDL}} = [M_{x^{a1}}^{\text{UDL.linia.a}} + 2*(M_{x^{a1}}^{\text{UDL.linia.b}} + M_{x^{a1}}^{\text{UDL.linia.c}} + M_{x^{a1}}^{\text{UDL.linia.d}})] * \gamma_{Q1} = 15.94 \text{ kNm}$$

Rezultă momentul total de calcul: $M_{x^{a1}}^{\text{calcul.ip1}} = M_{x^{a1}}^{\text{calcul.UDL}} + M_{x^{a1}}^{\text{calcul.Ts}} = 212.56 \text{ kNm}$

12.7.1. Calculul momentului maxim M_x în punctul a_5 din încărcări utile ipoteza 1

Convoiul **LM1** se dispune în cel mai defavorabil mod, de la stânga la dreapta după cum urmează: banda 2, banda 1 respectiv zona rămasă (vezi Fig. 12.5).

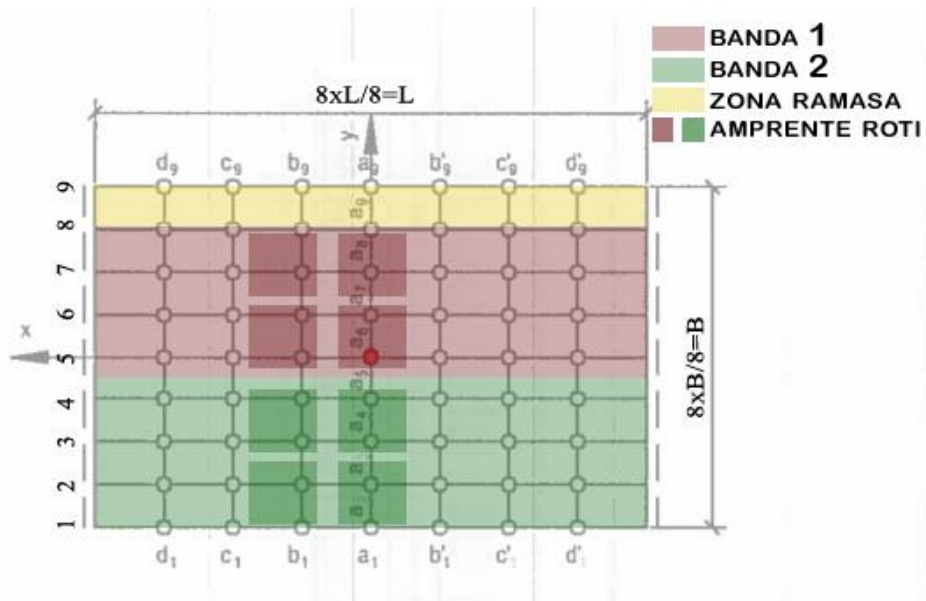


Fig. 12.8 Dispunerea benzilor pentru calculul momentului maxim în punctul singular a_5

Pentru acest calcul vom folosi tabelul 11-80 din ANEXA A pentru a genera suprafețele de influență și tabelul 11-81 tot din aceeași anexă pentru a afla valoarea de vârf a_5 . Pentru aceasta din urmă avem raportul $c/B=0,059$ (unde c este jumătatea amprentei distribuite $c=0,82/2=0,41$ m iar B este lățimea dalei $B=7$ m) cu ajutorul căruia vom interpola valoarea de vârf a punctului a_5 rezultând $a_5=0,271$.

Pentru calculul momentului din roți se interpolează valorile pentru liniile **a**, **a'** și **a''** respectiv **x**, **x'** și **x''**, unde aceste linii reprezintă axul amprentei distribuite în axul dalei respectiv marginile acesteia (vezi Fig. 12.9), valori cu care se va desena linia de influență medie a_{med} respectiv x_{med} . Aceste linii de influență se încarcă cu valorile rezultante uniforme distribuite din roțile de pe banda 1 și banda 2.

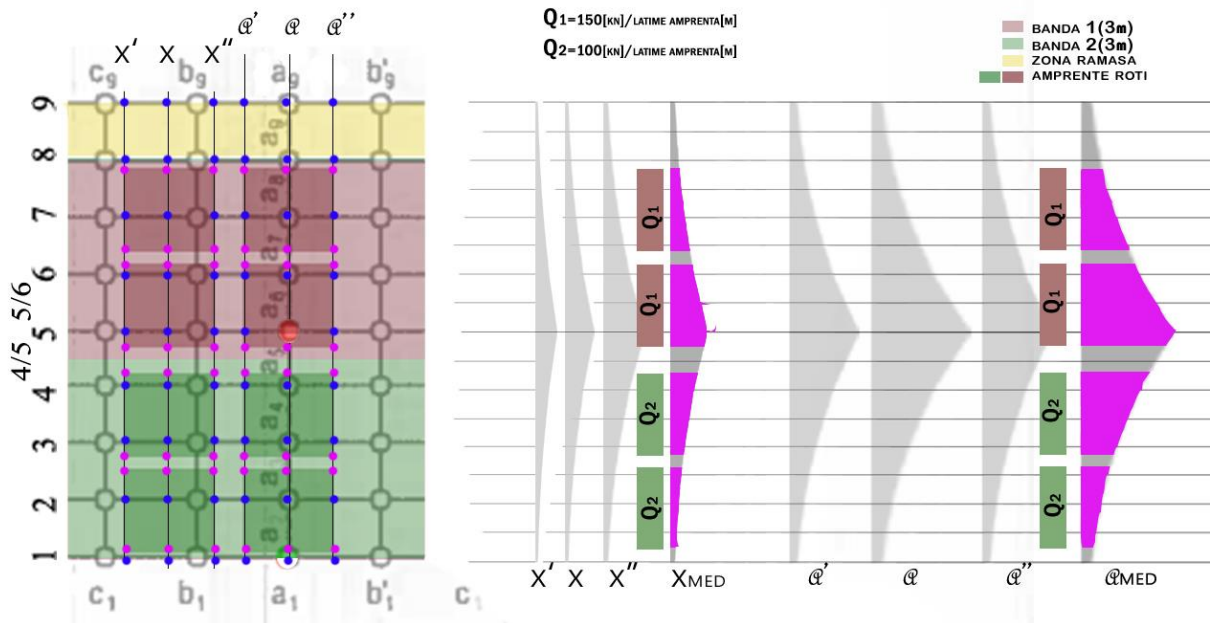


Fig. 12.9 Obținerea valorilor medii pentru fiecare rând de roți, pentru M_x^{a5}

Calculul efectiv se face înmulțind încărcările $Q_1=182.92$ kN/m și $Q_2=121.95$ kN/m cu ariile din dreptul lor de pe liniile de influență și însumând aceste produse. Momentul de calcul se obține prin înmulțirea valorii normate cu coeficientul parțial de siguranță $Y_{Q1}=1,35$.

Ne rezultă astfel un moment $M_x^{a5}_{\text{calcul.TS}}=[Q_1 \cdot \Sigma A_i + Q_2 \cdot \Sigma A_j] \cdot Y_{Q1} =$

$$= [182.92 \cdot (0.193 + 0.065 + 0.054 + 0.035) + 121.95 \cdot (0.121 + 0.032 + 0.051 + 0.018)] \cdot 1,35 = 122.23 \text{ kNm}$$

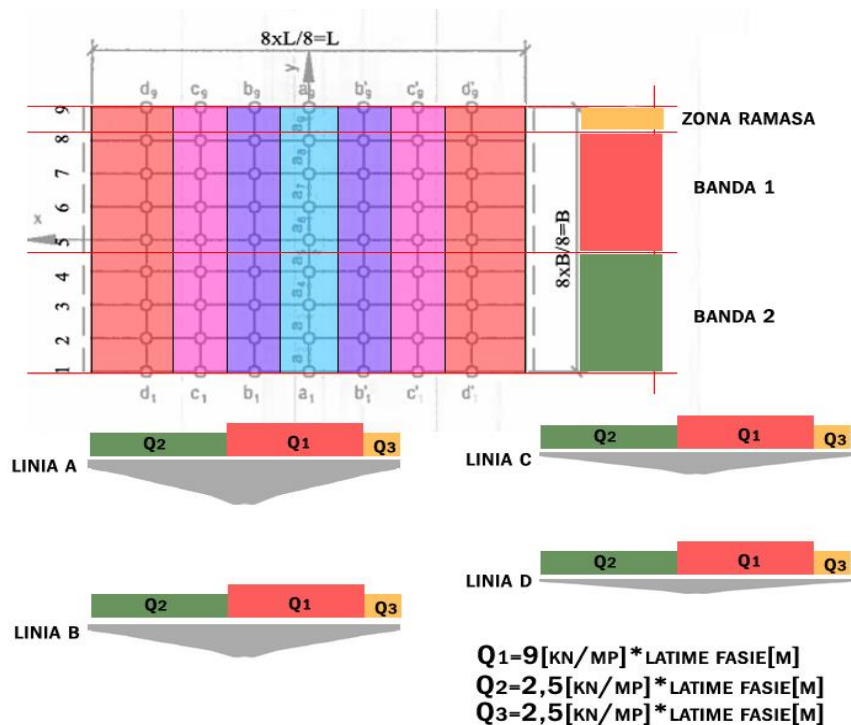


Fig. 12.10 Liniile de influență rezultante pe lățimea podului

Din încărcările uniform distribuite pe benzi avem 9 kN/m^2 pe banda 1 și $2,5 \text{ kN/m}^2$ pe banda 2 și zona rămasă. Calculul se face similar, folosind liniile de influență din dreptul liniilor **a**, **b**, **c** și **d** încărcate de valorile rezultante de pe un sector egal cu $l_1=2*L/16 \text{ m}$ pentru **a**, **b** și **c** respectiv $l_2=3*L/16 \text{ m}$ pentru linia **d** (vezi Fig. 12.10), astfel rezultă:

- pentru liniile **a**, **b** și **c** avem:
 $Q_1=9 \text{ kN/m}^2 * l_1=9 * 0.875=7.875 \text{ kN/m}$ și $Q_2=Q_3=2,5 \text{ kN/m}^2 * l_1=2.5 * 0.875=2.1875 \text{ kN/m}$;
- pentru linia **d** avem
 $Q_1=9 \text{ kN/m}^2 * l_2=9 * 1.312=11.812 \text{ kN/m}$ și $Q_2=Q_3=2,5 \text{ kN/m}^2 * l_2=2.5 * 1.312=3.281 \text{ kN/m}$;

Urmând același mod de calcul cu linii de influență, obținem de pe fiecare linie:

$$M_x^{a5}_{UDL.linia.a}=Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 1.469 \text{ kNm}$$

$$M_x^{a5}_{UDL.linia.b}=Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 1.203 \text{ kNm}$$

$$M_x^{a5}_{UDL.linia.c}=Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 0.881 \text{ kNm}$$

$$M_x^{a5}_{UDL.linia.d}=Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 0.645 \text{ kNm}$$

Momentul de calcul total din încărcări uniform distribuite se calculează însumând valorile de mai sus dar cu precizarea că liniile **b**, **c** și **d** se iau de două ori, ele fiind simetrice față de mijlocul deschiderii iar suma totală care reprezintă valoarea normată se va înmulți cu coeficientul parțial al acțiunilor:

$$M_x^{a5}_{calcul.UDL}=[M_x^{a5}_{UDL.linia.a} + 2 * (M_x^{a5}_{UDL.linia.b} + M_x^{a5}_{UDL.linia.c} + M_x^{a5}_{UDL.linia.d})] * \gamma_{Q1} = 9.365 \text{ kNm}$$

$$\text{Rezultă momentul total de calcul : } M_x^{a5}_{calcul.ip1} = M_x^{a5}_{calcul.UDL} + M_x^{a5}_{calcul.TS} = 131.59 \text{ kNm}$$

12.7.2. Calculul momentului maxim M_y în punctul **a5** din încărcări utile ipoteza 1

Convoiuil **LM1** se dispune în cel mai defavorabil mod, de la stânga la dreapta după cum urmează: banda 2, banda 1 respectiv zona rămasă (vezi Fig. 12.5).

Pentru acest calcul vom folosi tabelul din ANEXA A pentru a genera suprafețele de influență și tabelul 11-83 tot din aceeași anexă pentru a afla valoarea de vârf **a5**.

Pentru aceasta din urmă avem raportul $c/B=0,059$ (unde c este jumătatea amprentei distribuite $c=0,82/2=0,41 \text{ m}$ iar B este lățimea dalei $B=7 \text{ m}$) cu ajutorul căruia vom interpola valoarea de vârf a punctului **a5** rezultând $a5=0,271$.

Pentru calculul momentului din roți se interpolează valorile pentru liniile **a**, **a'** și **a''** respectiv **x**, **x'** și **x''** unde aceste linii reprezintă axul amprentei distribuite în axul dalei respectiv marginile acesteia (vezi Fig. 12.11), valori cu care se va desena linia de influență medie **a_{med}** respectiv **x_{med}**. Aceste linii de influență se încarcă cu valorile rezultante uniform distribuite din roțile de pe banda 1 și banda 2.

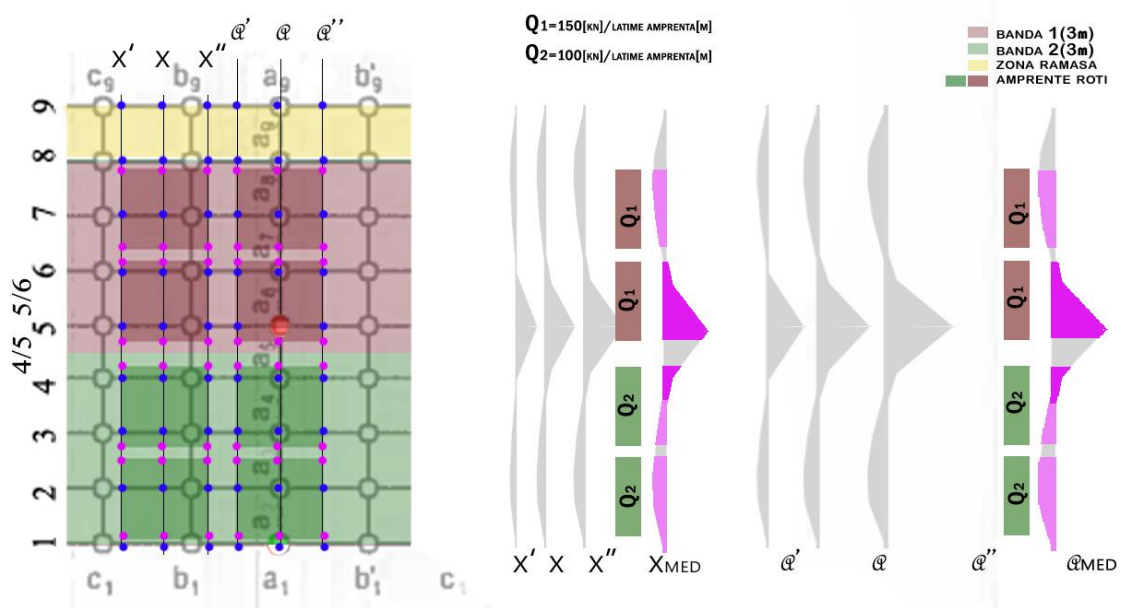


Fig. 12.11 Obținerea valorilor medii pentru fiecare rând de roți, pentru M_y^{a5}

Calculul efectiv se face înmulțind încărcările $Q_1=182.92$ kN/m și $Q_2=121.95$ kN/m cu ariile din dreptul lor de pe liniile de influență ținând cont de semne și însumând aceste produse. Momentul de calcul se obține prin înmulțirea valorii normate cu coeficientul parțial de siguranță $\gamma_{Q1}=1,35$.

Ne rezultă astfel un moment $M_y^{a5}_{\text{calcul.TS}}=[Q_1 \cdot \Sigma A_i + Q_2 \cdot \Sigma A_j] \cdot \gamma_{Q1} =$

$$=[182.92 \cdot (0.193 + 0.065 + 0.037 + 0.011) + 121.95 \cdot (-0.011 - 0.0014 + 0.0048 - 0.018 - 0.004 + 0.005)] \cdot 1,35 = 71.51 \text{ kNm}$$

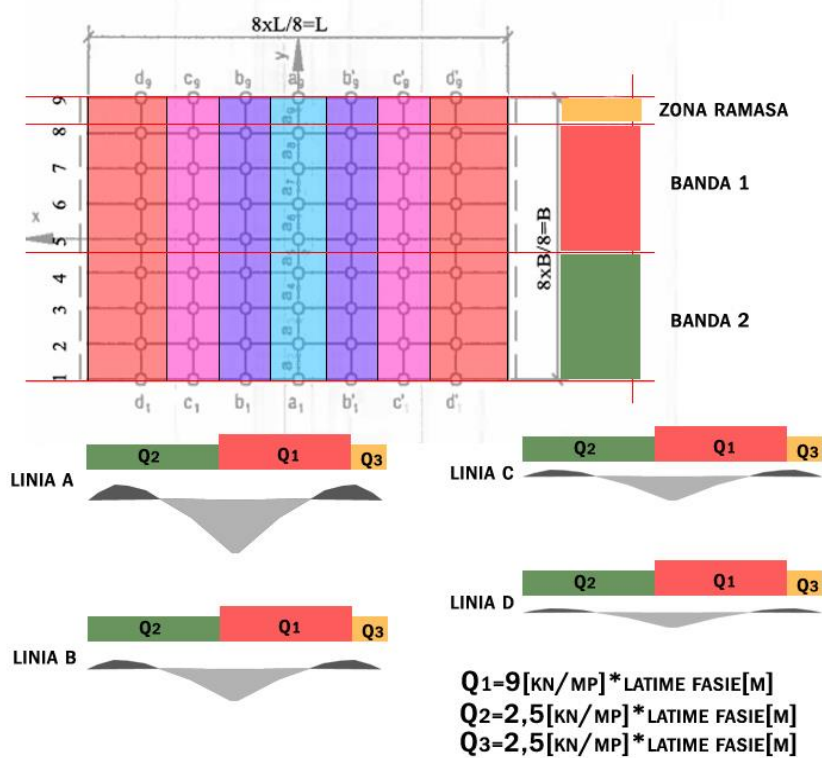


Fig. 12.12 Liniile de influență rezultante pe lățimea podului

Din încărcările uniform distribuite pe benzi avem 9 kN/m^2 pe banda 1 și $2,5 \text{ kN/m}^2$ pe banda 2 și zona rămasă. Calculul se face similar, folosind liniile de influență din dreptul liniilor **a**, **b**, **c** și **d** încărcate de valorile rezultante de pe un sector egal cu $l_1=2*L/16 \text{ m}$ pentru **a**, **b** și **c** respectiv $l_2=3*L/16 \text{ m}$ pentru linia **d** (vezi Fig. 12.12), astfel rezultă:

- pentru liniile **a**, **b** și **c** avem:
 $Q_1=9 \text{ kN/m}^2 * l_1=9 * 0.875=7.875 \text{ kN/m}$ și $Q_2=Q_3=2,5 \text{ kN/m}^2 * l_1=2.5 * 0.875=2.1875 \text{ kN/m}$;
- pentru linia **d** avem
 $Q_1=9 \text{ kN/m}^2 * l_2=9 * 1.312=11.812 \text{ kN/m}$ și $Q_2=Q_3=2,5 \text{ kN/m}^2 * l_2=2.5 * 1.312=3.281 \text{ kN/m}$;

Urmând același mod de calcul cu linii de influență obținem de pe fiecare linie:

$$M_y^{a5}_{UDL.linia.a}=Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 0.431 \text{ kNm}$$

$$M_y^{a5}_{UDL.linia.b}=Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 0.252 \text{ kNm}$$

$$M_y^{a5}_{UDL.linia.c}=Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 0.157 \text{ kNm}$$

$$M_y^{a5}_{UDL.linia.d}=Q_1 * A_1 + Q_2 * A_2 + Q_3 * A_3 = 0.115 \text{ kNm}$$

Momentul de calcul total din încărcări uniform distribuite se calculează însumând valorile de mai sus dar cu precizarea ca liniile **b**, **c** și **d** se iau de două ori, ele fiind simetrice față de mijlocul deschiderii iar suma totală care reprezintă valoarea normată se va înmulți cu coeficientul parțial al acțiunilor:

$$M_y^{a5}_{calcul.UDL}=[M_y^{a5}_{UDL.linia.a} + 2 * (M_y^{a5}_{UDL.linia.b} + M_y^{a5}_{UDL.linia.c} + M_y^{a5}_{UDL.linia.d})] * \gamma_{Q1} = 1.997 \text{ kNm}$$

Rezulta momentul total de calcul:

$$M_y^{a5}_{calcul.ip1} = M_y^{a5}_{calcul.UDL} + M_y^{a5}_{calcul.TS} = 73.50 \text{ kNm}$$

12.7.3. Calculul momentelor din încărcări utile pe dală în ipoteza 2

În acest caz avem o încărcare uniform distribuită pe suprafața dalei cu o valoare normată egală cu $q=5 \text{ kN/m}^2$ rezultând valoarea de calcul a încărcării prin înmulțire cu coeficientul parțial al acțiunii $\gamma_{Q1}=1.35$, astfel putem calcula momentele folosind tabelul 11-86 din ANEXA A și obținem:

- $M_x^{a1}=41.34 \text{ kNm}$, $M_x^{a5}=41.34 \text{ kNm}$, $M_x^{a9}=41.34 \text{ kNm}$;
- $M_y^{a1}=0 \text{ kNm}$, $M_y^{a5}=0 \text{ kNm}$, $M_y^{a9}=0 \text{ kNm}$;

12.7.4. Calculul momentelor totale

Pentru a obține valoarea totală a momentului M_x și a lui M_y în cele trei puncte de interes se vor însuma valorile calculate anterior ținând cont de semne și de faptul că numerotarea punctelor de la 1 la 9 se face din partea în care încărcăm podul, astfel pentru trotuarul din dreapta numerotarea se face de la dreapta la stânga.

Pentru a afla valorile în punctul a_9 ale momentelor din încărcări utile în ipoteza 1 se poate lua aceeași valoare cu cea a momentului încovoietor M_x în punctul a_1 . Deasemenea valorile lui M_y din încărcări utile în punctele marginale a_1 și a_9 , în ambele ipoteze, sunt date de încărcarea cu oameni pe trotuare.

Vom folosi tabelul Tab. 12-4 pentru centralizarea și calculul momentelor încovoietoare pentru care urmează să se calculeze armătura de rezistență a dalei.

Tab. 12-4 Centralizator momente încovoietoare M_x și M_y în punctele a_1 , a_5 și a_9 .

Zona	Tip încărcare	Moment calculat [kNm]					
		M_x^{a1}	M_x^{a5}	M_x^{a9}	M_y^{a1}	M_y^{a5}	M_y^{a9}
trotuar stânga	perm. (q_{calc})	34,373	2,214	0,277	0	-2,541	0
	perm. (m_{calc})	10,989	-0,66	-0,099	-33	0,099	0
trotuar dreapta	perm. (q_{calc})	0,277	2,214	34,373	0	-2,541	0
	perm. (m_{calc})	-0,099	-0,66	10,989	0	-2,541	-33
trotuar stânga	ipoteza1 (p_{03})	7,383	0,559	0,059	0	-0,328	0
	ipoteza1(m_{03})	2,481	-0,149	-0,022	-7,45	0,022	0
trotuar dreapta	ipoteza1 (p_{03})	0,059	0,559	7,383	0	-0,328	0
	ipoteza1(m_{03})	-0,022	-0,149	2,481	0	0,022	-7,45
trotuar stânga	ipoteza2 (p_{05})	12,302	0,794	0,097	0	-0,546	0
	ipoteza2(m_{05})	4,129	-0,248	-0,037	-12,4	0,037	0
trotuar dreapta	ipoteza2 (p_{05})	0,097	0,794	12,302	0	-0,546	0
	ipoteza2(m_{05})	-0,037	-0,248	4,129	0	0,037	-12,4
dală	perm. ($q_{dală}$)	7,875	7,875	7,875	0	0	0
dală	ipoteza1	212,56	131,59	212,56	0	73,5	0
dală	ipoteza2	41,34	41,34	41,34	0	0	0
TOTAL		333,707	185,825	333,707	-52,85	64,346	-52,85
TOTAL MAX		333,766	186,619	333,766			

Observăm că în cazul în care nu se încarcă anumite trotuare (vezi valori roșii) se obțin valori totale mai defavorabile pentru M_x în toate punctele de interes.

12.7.5. Armarea dalei

Armarea pentru momentele maxime M_x se face împărțind dala în sferturi pe secțiune transversală: sferturile marginale se armează pentru momentul încovoietor maxim în punctul a_1 iar zona centrală a dalei pentru momentul maxim în punctul a_5 . Observăm o diferență semnificativă între cele două valori, fapt datorat lățimii relativ mari a trotuarelor.

Alegem beton Clasa: C35/45 și armături clasa S500

Caracteristici mecanice beton: $f_{ck}=35\text{MPa}$, $f_{cd}=f_{ck}/1,5=33.333\text{MPa}$;

Caracteristici mecanice oțel: $f_{yk}=500\text{MPa}$, $f_{yd}=f_{yk}/1,15=434,78\text{MPa}$;

Strat acoperire: $C_{min}=3\text{cm}$, $C_{nom}=C_{min}+\Delta_{bl}=4\text{cm}$;

Diametru de calcul al armăturii $\Phi_{\text{bară}}=18\text{mm}$;

Exemplu armare pentru moment $M_x^{a1}=333.76 \text{ kNm}$

Se armează pe un metru lățime $b=1\text{m}$, iar înălțimea secțiunii se ia $h_{\text{med}}=0,32\text{m}$.

$$d=h_{\text{med}}-C_{\text{nom}}-\Phi_{\text{bară}}/2=0,271\text{m}$$

$$\mu = \frac{M_x a_1}{b * d^2 * f_{cd}} = 0.1363$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 0.107$$

$$A_{s,\text{nec}}=\omega*b*d*f_{cd}/f_{yd}=22.23 \text{ cm}^2 \text{ alegem } 7\Phi 20$$

Armarea pentru momentele maxime M_y se face transversal: marginile se armează la partea superioară pentru momentul maxim în a_1 din încastrarea consolei iar zona centrală a dalei la partea inferioară pentru momentul maxim în punctul a_5 .

Exemplu armare pentru moment $M_y^{a1}=-52.85 \text{ kNm}$

Se armează pe un metru lățime $b=1\text{m}$, iar înălțimea secțiunii se ia $h_{\text{consolă}}=0,25\text{m}$.

$$d=h_{\text{med}}-C_{\text{nom}}-\Phi_{\text{bară}}/2=0,201\text{m}$$

$$\mu = \frac{M_y a_1}{b * d^2 * f_{cd}} = 0.0392$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 0.072$$

$$A_{s,\text{nec}}=\omega*b*d*f_{cd}/f_{yd}=11.09 \text{ cm}^2 \text{ alegem } 6\Phi 16$$

Armătura de repartiție se ia procentual cu 20% din armătura de rezistență calculată dar nu mai puțin de $\Phi 10$ la 20 cm distanță

13. Bibliografie

1. Eurocod 2 SR EN 1992-1-1/2004 Proiectarea structurilor din beton.
2. SR EN 206-1/2014 Beton, specificație, performanță, producție și conformitate.
3. SR EN 10080/2005 Oțeluri pentru armarea betonului, oțeluri sudabile pentru beton armat, generalități.
4. **Iiescu Mihai, Viorel Gabriela.** *Îndrumător pentru proiectarea podurilor.* s.l. : UT PRESS, 2012.
5. STAS 2900-89 Lățimea drumurilor.
6. STAS 10144/1-90 Străzi profiluri transversale.
7. STAS 10144/2-91 Străzi, elemente geometrice, prescripții de proiectare.
8. Normativ privind alcătuirea și calculul structurilor de poduri și podețe de șosea cu suprastructuri monolit și prefabricate PD 165. *PD 165-2013.* 2013.
9. *Eurocod 1 EN 1991-2/2004 Acțiuni asupra structurilor partea 2 Acțiuni din trafic la poduri.*
10. *Eurocod 2 SR EN 1992-2 Partea 2 Poduri de beton. Proiectare și prevederi constructive.*
11. *Eurocod 0 SR EN 1990/2004 Bazele proiectării structurilor.*
12. **Zoltan Kiss, Traian Onet.** *Proiectarea structurilor de beton după SR EN 1992-1.* s.l. : Editura Abel, 2008.