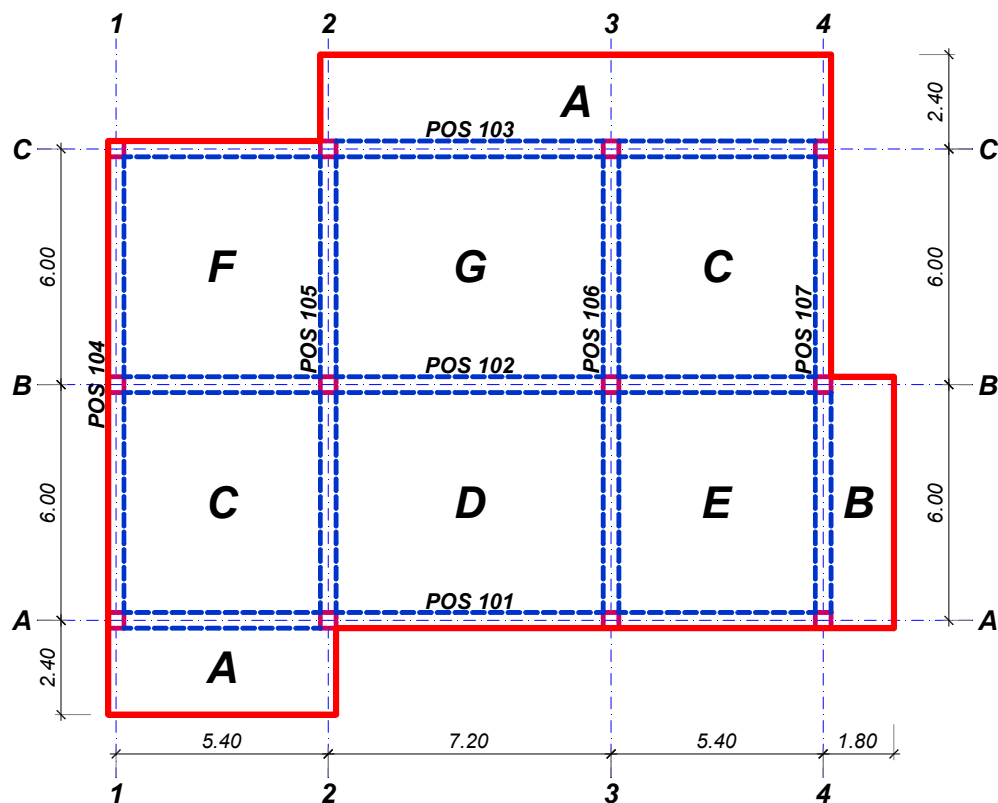


PRORAČUN KRSTASTO ARMIRANE PLOČE

Procena debljine ploče

$$d_{p,min.} = \frac{L_0}{35} \approx \frac{0.8 \times 600}{35} = \frac{2 \times 240}{35} = 13.7 \text{ cm} \Rightarrow \text{usvojeno } d_p = 16 \text{ cm}$$

Analiza opterećenja

sopstvena težina ploče	0.16×25	= 4.0 kN/m ²
<u>dodatno stalno opterećenje</u>		= 2.0 kN/m ²
ukupno, stalno opterećenje	g	= 6.0 kN/m ²
povremeno opterećenje	p	= 5.0 kN/m ²

Ploča "A"

Konzolna ploča, raspona $L=2.4 \text{ m}$.

$$M_G = 6.0 \times 2.4^2 / 2 = 17.28 \text{ kNm/m} \quad R_G = 6.0 \times 2.4 = 14.4 \text{ kN/m}$$

$$M_P = 5.0 \times 2.4^2 / 2 = 14.40 \text{ kNm/m} \quad R_P = 5.0 \times 2.4 = 12.0 \text{ kN/m}$$

$$M_U = 1.6 \times 17.28 + 1.8 \times 14.40 = 53.57 \text{ kNm/m}$$

Ploča "B"

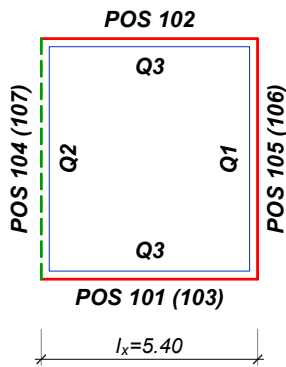
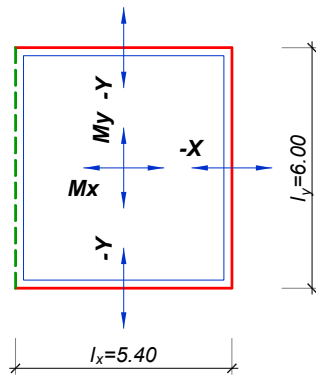
Konzolna ploča, raspona $L=1.8 \text{ m}$.

$$M_G = 6.0 \times 1.8^2 / 2 = 9.72 \text{ kNm/m} \quad R_G = 6.0 \times 1.8 = 10.8 \text{ kN/m}$$

$$M_P = 5.0 \times 1.8^2 / 2 = 8.10 \text{ kNm/m} \quad R_P = 5.0 \times 1.8 = 9.0 \text{ kN/m}$$

$$M_U = 1.6 \times 9.72 + 1.8 \times 8.10 = 30.13 \text{ kNm/m}$$

Ploča "C"



$$L_y/L_x = 6.0/5.4 = 1.11 \approx 1.1$$

$$G = g \times L_x \times L_y$$

$$G = 6.0 \times 5.4 \times 6.0 = 194.4 \text{ kN}$$

$$P = p \times L_x \times L_y$$

$$P = 5.0 \times 5.4 \times 6.0 = 162.0 \text{ kN}$$

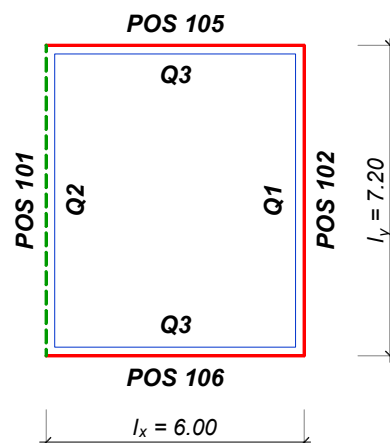
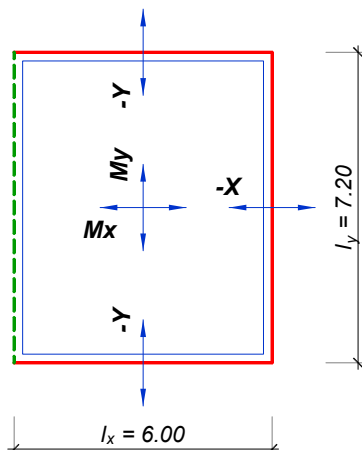
Momenti savijanja usled stalnog (G), povremenog (P) i graničnog računskog (U) opterećenja:

		k			
			G	P	U
			kNm/m	kNm/m	kNm/m
kraći pravac, polje	0.024	M_x	4.67	3.89	14.46
duži pravac, polje	0.025	M_y	4.86	4.05	15.07
kraći pravac, oslonac	0.059	X	11.47	9.56	35.56
duži pravac, oslonac	0.059	Y	11.47	9.56	35.56

Ukupne reakcije, odnosno raspodeljena opterećenja po pojedinim gredama:

		k						
			G	P	L	g	p	
			kN	kN	m	kN/m	kN/m	
duža strana, uklještenje	0.282	Q_1	54.82	45.68	6.00	9.14	7.61	POS 105 (106)
duža strana, oslonac	0.200	Q_2	38.88	32.40	6.00	6.48	5.40	POS 104 (107)
kraća strana, uklještenje	0.259	Q_3	50.35	41.96	5.40	9.32	7.77	POS 101 (103), POS 102

Ploča "D"



$$L_y/L_x = 7.2/6.0 = 1.20$$

$$G = g \times L_x \times L_y$$

$$G = 6.0 \times 6.0 \times 7.2 = 259.2 \text{ kN}$$

$$P = p \times L_x \times L_y$$

$$P = 5.0 \times 6.0 \times 7.2 = 216.0 \text{ kN}$$

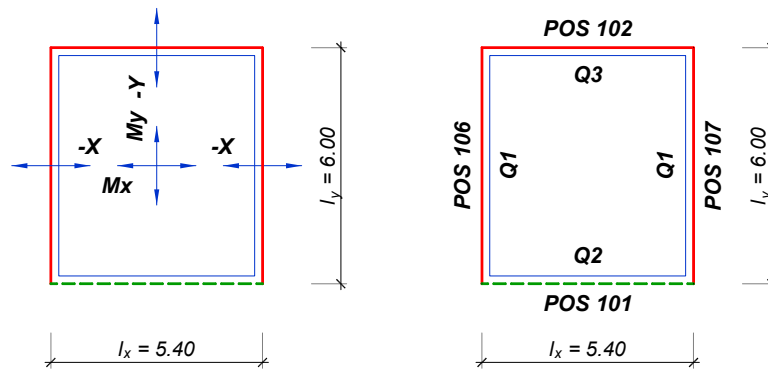
Momenti savijanja usled stalnog (G), povremenog (P) i graničnog računskog (U) opterećenja:

		k			
			G	P	U
			kNm/m	kNm/m	kNm/m
kraći pravac, polje	0.026	M_x	6.74	5.62	20.89
duži pravac, polje	0.023	M_y	5.96	4.97	18.48
kraći pravac, oslonac	0.062	X	16.07	13.39	49.82
duži pravac, oslonac	0.058	Y	15.03	12.53	46.60

Ukupne reakcije, odnosno raspodeljena opterećenja po pojedinim gredama:

	k		G	P	L	g	p	
			kN	kN	m	kN/m	kN/m	
duža strana, uklještenje	0.300	Q₁	77.76	64.80	7.20	10.80	9.00	POS 102
duža strana, oslonac	0.210	Q₂	54.43	45.36	7.20	7.56	6.30	POS 101
kraća strana, uklještenje	0.245	Q₃	63.50	52.92	6.00	10.58	8.82	POS 105, POS 106

Ploča "E"



$$L_y / L_x = 6.0 / 5.4 = 1.11 \approx 1.1$$

$$G = g \times L_x \times L_y$$

$$G = 6.0 \times 5.4 \times 6.0 = 194.4 \text{ kN}$$

$$P = p \times L_x \times L_y$$

$$P = 5.0 \times 5.4 \times 6.0 = 162.0 \text{ kN}$$

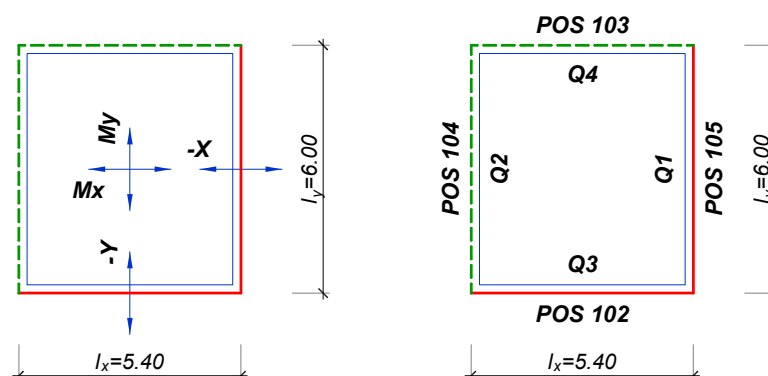
Momenti savijanja usled stalnog (G), povremenog (P) i graničnog (U) opterećenja:

	k		G	P	U
			kNm/m	kNm/m	kNm/m
kraći pravac, polje	0.026	M_X	5.05	4.21	15.67
duži pravac, polje	0.018	M_Y	3.50	2.92	10.85
kraći pravac, oslonac	0.060	X	11.66	9.72	36.16
duži pravac, oslonac	0.052	Y	10.11	8.42	31.34

Ukupne reakcije, odnosno raspodeljena opterećenja po pojedinim gredama:

	k		G	P	L	g	p	
			kN	kN	m	kN/m	kN/m	
duža strana, uklještenje	0.285	Q₁	55.40	46.17	6.00	9.23	7.70	POS 106, 107
kraća strana, oslonac	0.182	Q₂	35.38	29.48	5.40	6.55	5.46	POS 101
kraća strana, uklještenje	0.248	Q₃	48.21	40.18	5.40	8.93	7.44	POS 102

Ploča "F"



$$L_y / L_x = 6.0 / 5.4 = 1.11 \approx 1.1$$

$$G = g \times L_x \times L_y$$

$$G = 6.0 \times 5.4 \times 6.0 = 194.4 \text{ kN}$$

$$P = p \times L_x \times L_y$$

$$P = 5.0 \times 5.4 \times 6.0 = 162.0 \text{ kN}$$

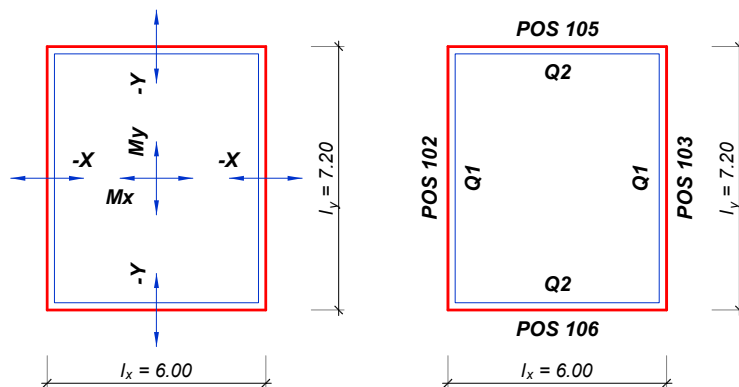
Momenti savijanja usled stalnog (G), povremenog (P) i graničnog (U) opterećenja:

			G	P	U
		k	kNm/m	kNm/m	kNm/m
kraći pravac, polje	0.030	M_x	5.83	4.86	18.08
duži pravac, polje	0.025	M_y	4.86	4.05	15.07
kraći pravac, oslonac	0.070	X	13.61	11.34	42.18
duži pravac, oslonac	0.065	Y	12.64	10.53	39.17

Ukupne reakcije, odnosno raspodeljena opterećenja po pojedinim gredama:

			G	P	L	g	p	
		k	kN	kN	m	kN/m	kN/m	
duža strana, uklještenje	0.313	Q_1	60.85	50.71	6.00	10.14	8.45	POS 105
duža strana, oslonac	0.217	Q_2	42.18	35.15	6.00	7.03	5.86	POS 104
kraća strana, uklještenje	0.274	Q_3	53.27	44.39	5.40	9.86	8.22	POS 102
kraća strana, oslonac	0.196	Q_4	38.10	31.75	5.40	7.06	5.88	POS 103

Ploča "G"



$$L_y / L_x = 7.2 / 6.0 = 1.20$$

$$G = g \times L_x \times L_y$$

$$G = 6.0 \times 6.0 \times 7.2 = 259.2 \text{ kN}$$

$$P = p \times L_x \times L_y$$

$$P = 5.0 \times 6.0 \times 7.2 = 216.0 \text{ kN}$$

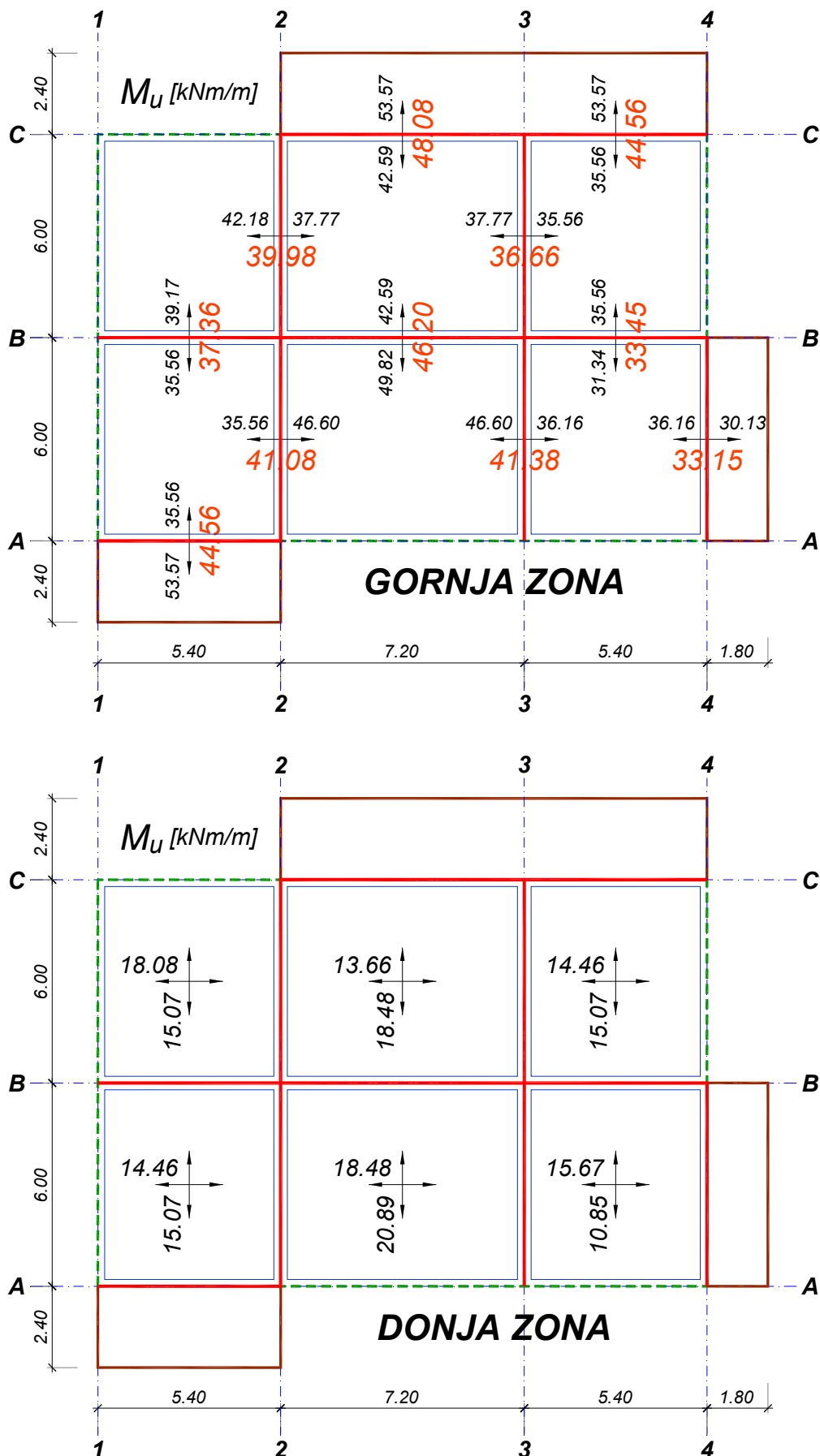
Momenti savijanja usled stalnog (G), povremenog (P) i graničnog računskog (U) opterećenja:

			G	P	U
		k	kNm/m	kNm/m	kNm/m
kraći pravac, polje	0.023	M_x	5.96	4.97	18.48
duži pravac, polje	0.017	M_y	4.41	3.67	13.66
kraći pravac, oslonac	0.053	X	13.74	11.45	42.59
duži pravac, oslonac	0.047	Y	12.18	10.15	37.77

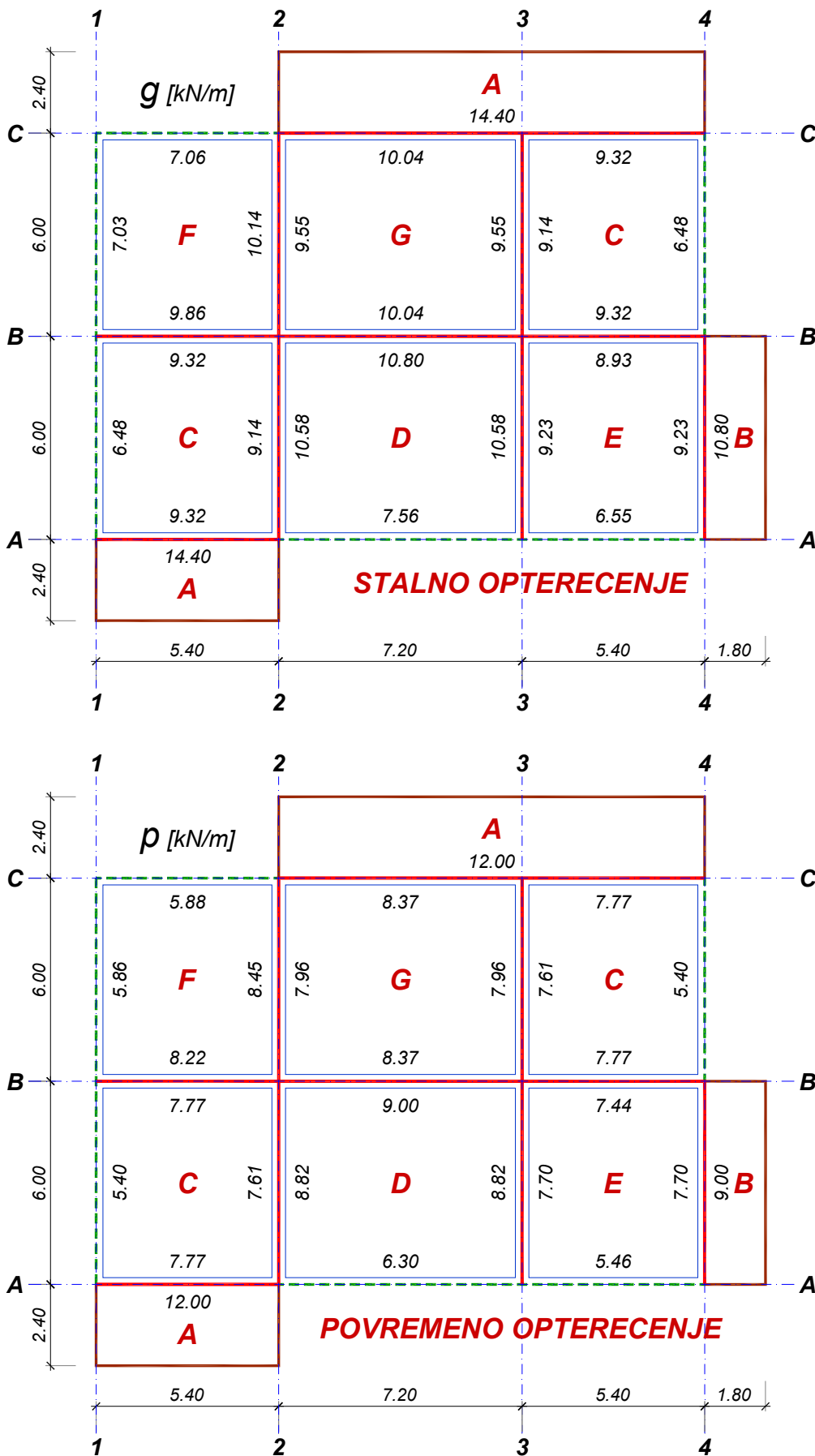
Ukupne reakcije, odnosno raspodeljena opterećenja po pojedinim gredama:

			G	P	L	g	p	
		k	kN	kN	m	kN/m	kN/m	
duža strana, uklještenje	0.279	Q_1	72.32	60.26	7.20	10.04	8.37	POS 102, POS 103
kraća strana, uklještenje	0.221	Q_2	57.28	47.74	6.00	9.55	7.96	POS 105, POS 106

Granični momenti savijanja u ploči, posebno za donju, odnosno gornju zonu su prikazani na narednoj skici. Vrednosti oslonačkih momenata iz susednih ploča su osrednjeni.



Jednako raspodeljeno opterećenje koje se sa ploče prenosi na pojedine grede, posebno za stalno, odnosno povremeno opterećenje, prikazano je na donjoj šemi. Stalnom opterećenju potrebno je dodati sopstvenu težinu greda.



Dimenzionisanje - gornja zonausvojeno: MB 30 $\Rightarrow f_B = 20.5 \text{ MPa}$ RA 400/500 $\Rightarrow \sigma_v = 400 \text{ MPa}$ max. $M_u = M_{yu} = 48.08 \text{ kNm/m}$ (Y pravac, osa C, deo 2-3)pretp. $\emptyset 14 \Rightarrow a_{1y} = 2.0 + 1.4/2 = 2.7 \text{ cm} \Rightarrow h_y = d - a_{1y} = 16 - 2.7 = 13.3 \text{ cm}$

$$k = \frac{13.3}{\sqrt{\frac{48.08 \times 10^2}{100 \times 2.05}}} = 2.746 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 2.455/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 14.362\% ; \zeta = 0.923$$

$$A_{ay} = 14.362 \times \frac{100 \times 13.3}{100} \times \frac{2.05}{40} = 9.79 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\emptyset 14 \Rightarrow a_a^{(1)} = 1.54 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow e_a = \frac{100 \times a_a^{(1)}}{A_a} = \frac{100 \times 1.54}{9.79} = 15.7 \text{ cm}$$

usvojeno: **R \emptyset 14/15** (10.26 cm²/m)

$$A_{ap} = 0.2 \times 9.79 = 1.96 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{ap, \min.} = 0.085 \times 16 = 1.36 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{pretp. } \emptyset 10 (a_{ap}^{(1)} = 0.785 \text{ cm}^2/\text{m}) \Rightarrow e_{ap} = \frac{100 \times a_{ap}^{(1)}}{A_{ap}} = \frac{100 \times 0.785}{1.96} = 40.1 \text{ cm}$$

usvojeno: **R \emptyset 10/30** (2.62 cm²/m)max. $M_{xu} = 41.38 \text{ kNm/m}$ (X pravac, osa 3, deo A-B)pretp. $\emptyset 14 \Rightarrow a_{1x} = 2.0 + 1.4 + 1.4/2 = 4.1 \text{ cm} \Rightarrow h_x = d - a_{1x} = 16 - 4.1 = 11.9 \text{ cm}$

$$k = \frac{11.9}{\sqrt{\frac{41.38 \times 10^2}{100 \times 2.05}}} = 2.649 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 2.628/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 15.529\% ; \zeta = 0.918$$

$$A_{ax} = 15.529 \times \frac{100 \times 11.9}{100} \times \frac{2.05}{40} = 9.47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\emptyset 14 \Rightarrow a_a^{(1)} = 1.54 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow e_a = \frac{100 \times a_a^{(1)}}{A_a} = \frac{100 \times 1.54}{9.47} = 16.2 \text{ cm}$$

usvojeno: **R \emptyset 14/15** (10.26 cm²/m) - glavna armaturausvojeno: **R \emptyset 10/30** (2.62 cm²/m) - podeona armatura

Ostali preseći dimenzionisani su pomoću približnog izraza:

$$A_{ax} \approx \frac{M_{xu}}{0.9 \times h_x \times \sigma_v} ; \text{ odnosno } A_{ay} \approx \frac{M_{yu}}{0.9 \times h_y \times \sigma_v}$$

Rezultati proračuna prikazani su tabelarno i grafički.

GORNJA ZONA

osa	deo	pravac	h	M _u	A _{a,potr.}	Ø	e _a	A _{a,usv.}
			cm	kNm/m	cm ² /m	mm	cm	cm ² /m
2	A-B	X	11.9	41.08	9.59	14	15	10.26
2	B-C	X	11.9	39.98	9.33	14	15	10.26
3	A-B	X	11.9	41.38	9.66	14	15	10.26
3	B-C	X	11.9	36.56	8.53	14	15	10.26
4	A-B	X	11.9	33.15	7.74	12	15	7.54
A	1-2	Y	13.3	44.56	9.31	14	15	10.26
B	1-2	Y	13.3	37.36	7.80	12	15	7.54
B	2-3	Y	13.3	46.2	9.65	14	15	10.26
C	2-3	Y	13.3	48.08	10.04	14	15	10.26
B	3-4	Y	13.3	33.45	6.99	12	15	7.54
C	3-4	Y	13.3	44.56	9.31	14	15	10.26

DONJA ZONA

osa	deo	pravac	h	M _u	A _{a,potr.}	Ø	e _a	A _{a,usv.}
			cm	kNm/m	cm ² /m	mm	cm	cm ² /m
1-2	A-B	X	11.9	14.46	3.38	8	15	3.35
1-2	B-C	X	11.9	18.08	4.22	10	15	5.24
2-3	A-B	X	11.9	18.48	4.31	10	15	5.24
2-3	B-C	X	11.9	13.66	3.19	8	15	3.35
3-4	A-B	X	11.9	15.67	3.66	10	20	3.93
3-4	B-C	X	11.9	14.46	3.38	8	15	3.35
1-2	A-B	Y	13.3	15.07	3.15	8	15	3.35
1-2	B-C	Y	13.3	15.07	3.15	8	15	3.35
2-3	A-B	Y	13.3	20.89	4.36	10	15	5.24
2-3	B-C	Y	13.3	18.48	3.86	10	20	3.93
3-4	A-B	Y	13.3	10.85	2.27	8	20	2.51
3-4	B-C	Y	13.3	15.07	3.15	8	15	3.35

