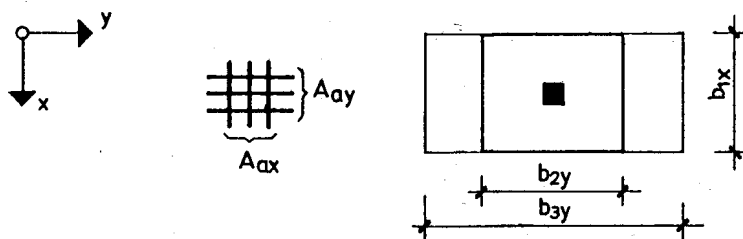


pri čemu odnos površine podelone i glavne armature A_{ay}/A_{ax} , ne sme biti veći od 0,65,

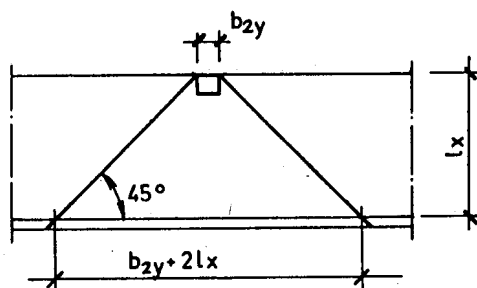
$$\frac{A_{ay}}{A_{ax}} \leq 0,65. \quad (213/2)$$

Širina b_3 rasprostiranja koncentrisane sile, prikazana je na slici 213/1.



Slika 213/1 Rasprostiranje koncentrisanih opterećenja

Kod *konzolnih* ploča, rasprostiranje koncentrisanog opterećenja, može se usvojiti, kako je prikazano na slici 213/2.



Slika 213/2 Rasprostiranje koncentrisanog opterećenja na konzolnoj ploči

Primer proračuna ploče koja prenosi opterećenje samo u *jednom pravcu*, sa planom armature, dat je u Prilogu 6.11* Priručnika.

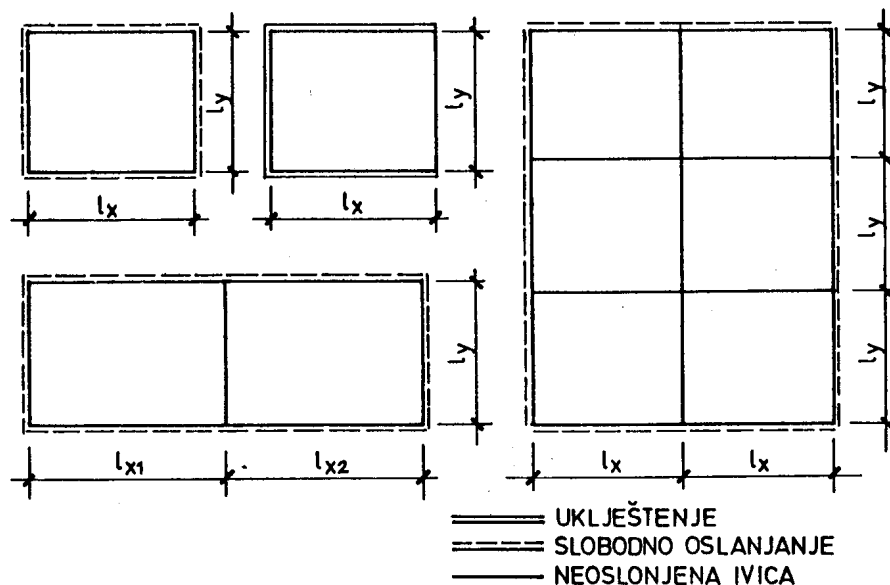
U Prilogu 6.13* Priručnika, dat je proračun kolenaste stepenišne ploče, sa planom armature.

10. PLOČE KOJE PRENOSE OPTEREĆENJE U DVA ORTOGONALNA PRAVCA

214

Pod *pločama* koje prenose opterećenje u *dva ortogonalna pravca*, podrazumevamo sve ploče, pravougaonog oblika, koje su linijski slobodno oslonjene ili uklještene u oba ortogonalna pravca x i y , slika 214/1.

* Autori N.Ojdrović i D.Ostojić



Slika 214/1 Ploče koje prenose opterećenje u dva ortogonalna pravca

Pojedinačne ploče, pravougaonog oblika, najčešće su slobodno oslonjene ili uklještene duž tri ili duž sve četiri ivice.

Kontinualne ploče, oslanjaju se na krajnje i na srednje oslonce, pa se mogu definisati i kao sistem međusobno povezanih pojedinačnih ploča.

Eventualno postojeći manji prekidi u linijskom oslanjanju na zid sa otvorom, pri proračunavanju statičkih uticaja u ploči, najčešće se zanemaruju, premošćavanjem tog otvora gredom ili skrivenom gredom u ploči.

Kao ploče, koje prenose opterećenje u dva ortogonalna pravca, proračunavaju se sve pravougaone ploče, oslonjene duž tri ili duž sve četiri ivice, čiji odnos raspona l_y i l_x u pravcima y i x , nije veći od dva,

$$\frac{l_y}{l_x} \leq 2. \quad (214/1)$$

Ove ploče, pošto imaju statičku armaturu u oba ortogonalna pravca, nazivaju se i *krstasto armirane ploče*.

Ploče trapeznog ili nepravilnog oblika, koji je blizak pravougaonom, vrlo često se, za proračun statičkih uticaja u njima, tretiraju kao pravougaone.

STATIČKI UTICAJI U KRSTASTO ARMIRANIM PLOČAMA

Za određivanje *statičkih uticaja* u pravougaonim krstasto armiranim pločama, koje se u praksi najčešće primenjuju, u literaturi postoji čitav niz *dijagrama* i *tabela koeficijenata*, zavisnih od načina oslanjanja, raspona i opterećenja ploča.

Uticajne površi ploča koriste se za određivanje ekstremnih statičkih uticaja od koncentrisanih, linijskih ili njima bliskih površinskih opterećenja.

Tabele koeficijenata najčešće se koriste za određivanje statičkih uticaja od površinskih, jednako podeljenih ili linearno promenljivih opterećenja, koja se prostiru po celoj ploči.

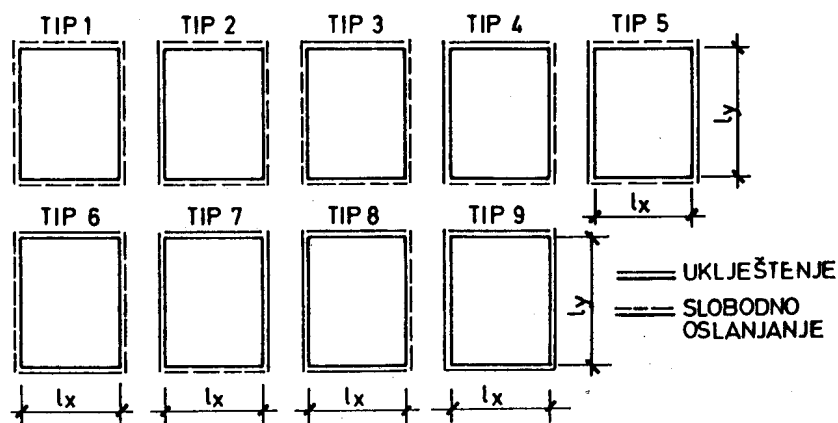
Koeficijenti za proračun statičkih uticaja u pojedinačnim krstasto armiranim pločama, oslonjenim na sve četiri ivice i opterećenim jednako podeljeno po celoj ploči, dati su u Prilogu 5.5*) Priručnika, a opterećenim linearno promenljivo, trouglastim opterećenjem, u Prilogu 5.7**) Priručnika.

U Prilogu 5.6***) Priručnika, dati su koeficijenti za proračun statičkih uticaja u pojedinačnim krstasto armiranim pločama, oslonjenim na tri ivice i opterećenim jednako podeljeno po celoj ploči.

Statičke uticaje u krstasto armiranim pločama, delimično oslonjenim, neravnomerno opterećenim ili sa otvorima, treba sračunavati na računarima, uz primenu *gotovih programa*. Primene različitih aproksimacija u ovim slučajevima, mogu uneti i veće netačnosti u proračun. Ukoliko je ovaj proračun, uopšte, na strani sigurnosti, on može dovesti do neracionalnih rešenja.

Za određivanje statičkih uticaja u pojedinačnim krstasto armiranim pločama, linijski slobodno oslonjenim ili uklještenim na sve četiri ivice i opterećenim jednako podeljeno po celoj ploči, u praksi se često koristi približan *Marcus-ov postupak*.

Po Marcus-ovom postupku, statički uticaji u krstasto armiranim pločama, mogu se odrediti, po načinu oslanjanja, za devet tipova pojedinačnih ploča, slika 214/2.



Slika 214/2 Tipovi pojedinačnih ploča po načinu oslanjanja

*) Autori N.Ojdrović i D.Ostojić

*) Autori N.Ojdrović i D. Ostojić

*) Autori N.Ojdrović i D.Ostojić

Po tom postupku, ukupno jednako podeljeno opterećenje q , po jedinici površine ploče, deli se na opterećenje q_x , koje prenose zamišljene trake ploče, jedinične širine, u x pravcu, i na opterećenje q_y , koje prenose trake u y pravcu. Jasno je da je

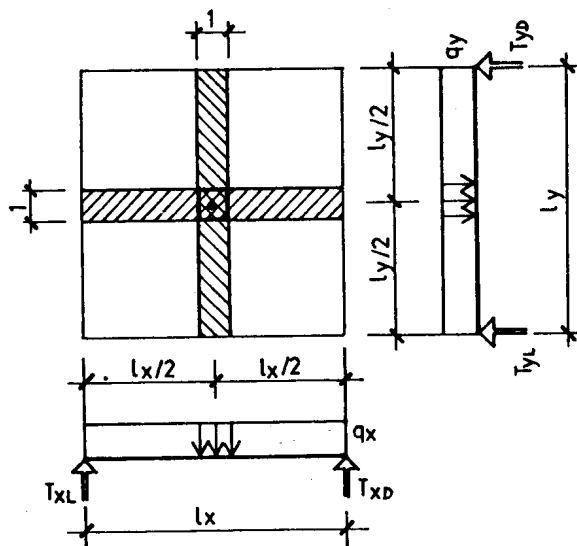
$$q = q_x + q_y. \quad (214/2)$$

Za određivanje statičkih uticaja u ploči, po Marcus-ovom postupku, pretpostavlja se, da je podela opterećenja q na q_x i q_y ista za celu ploču, odnosno da su q_x i q_y jednako podeljena opterećenja po celoj ploči.

Opterećenja q_x i q_y , koja prenose trake u x i y pravcu, određuju se iz uslova jednakosti odgovarajućih *ugiba* w_x i w_y , srednjih traka, jedinične širine, u oba ortogonalna pravca, u njihovom preseku, u sredini ploče,

$$w_x = w_y, \quad (214/3)$$

slika 214/3.



Slika 214/3 Srednje ortogonalne trake ploče, jedinične širine

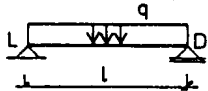
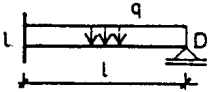
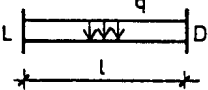
Ugibi w_x i w_y , srednjih traka ploče, u pravcima x i y , mogu se, u funkciji odgovarajućih opterećenja q_x i q_y , raspona l_x i l_y , modula elastičnosti betona $E_b(t_0)$ i momenta inercije betonskog preseka traka ploče, jedinične širine J_b , odrediti iz izraza

$$w_x = \frac{k_{wx}}{384} \frac{q_x l_x^4}{E_b(t_0) J_b}, \quad (214/4)$$

$$w_y = \frac{k_{wy}}{384} \frac{q_y l_y^4}{E_b(t_0) J_b}. \quad (214/5)$$

Vrednosti bezdimenzionalnih koeficijenata k_{wx} i k_{wy} , u zavisnosti od načina oslanjanja srednjih traka ploče, u pravcima x i y , date su u tabeli 214/1.

Tabela 214/1 Koeficijenti za proračun ugiba i statičkih uticaja u srednjim trakama ploče, prema načinu njihovog oslanjanja u ortogonalnim pravcima

Način oslanjanja trake	k_w	k_M	k_{M_o}		k_T	
			L	D	L	D
	5	1/8	-	-	1/2	1/2
	2	9/128	1/8	-	5/8	3/8
	1	1/24	1/12	1/12	1/2	1/2

Posle unošenja izraza (214/4) i (214/5) u (214/3), dobija se da je

$$k_{wx}q_x l_x^4 = k_{wy}q_y l_y^4. \quad (214/6)$$

Opterećenja q_x i q_y , u pravcima x i y , iz izraza (214/6), imajući u vidu (214/2), iznose

$$q_x = k_{qx}q, \quad (214/7)$$

$$q_y = k_{qy}q. \quad (214/8)$$

Bezdimenzionalni koeficijenti k_{qx} i k_{qy} , raspodele opterećenja q , na q_x i q_y , koje prenose trake u x i y pravcu, određuju se iz izraza

$$k_{qx} = \frac{k_{wy}l_y^4}{k_{wx}l_x^4 + k_{wy}l_y^4}, \quad (214/9)$$

$$k_{qy} = \frac{k_{wx}l_x^4}{k_{wx}l_x^4 + k_{wy}l_y^4}. \quad (214/10)$$

Jasno je, da je

$$k_{qx} + k_{qy} = 1. \quad (214/11)$$

Maksimalni momenti savijanja M_x i M_y , u polju ploče, u x i y pravcu, određuju se iz izraza

$$M_x = \left[1 - \frac{20}{3} \left(\frac{l_x}{l_y} \right)^2 k_{M_x} k_{qx} \right] k_{M_x} q_x l_x^2, \quad (214/12)$$

$$M_y = \left[1 - \frac{20}{3} \left(\frac{l_y}{l_x} \right)^2 k_{M_y} k_{qy} \right] k_{M_y} q_y l_y^2. \quad (214/13)$$

Vrednosti bezdimenzionalnih koeficijenata k_{M_x} i k_{M_y} , u zavisnosti od načina oslanjanja srednjih traka ploče, u pravcima x i y , date su u tabeli 214/1.

Bezdimenzionalni koeficijenti, u srednjoj zagradi izraza (214/12) i (214/13), manji su od jedinice i predstavljaju odnos maksimalnih momenata savijanja M_x i M_y , u polju ploče, u x i y pravcu, i momenata savijanja u slobodnim srednjim trakama ploče, u odgovarajućem pravcu x i y , posmatranim kao da su potpuno nezavisne od njima susednih paralelnih traka. Ugibi paralelnih traka, počev od najveće vrednosti za srednju traku, opadaju do nule, za ivičnu traku. Zbog toga, nastaju momenti uvijanja u ploči, čiji je povoljan uticaj na smanjenje momenata savijanja izražen ovim bezdimenzionalnim koeficijentima.

Minimalni momenti savijanja M_x^o i M_y^o , na uklještenim osloncima, u x i y pravcu, određuju se iz izraza

$$M_x^o = -k_{M_{ox}} q_x l_x^2, \quad (214/14)$$

$$M_y^o = -k_{M_{oy}} q_y l_y^2. \quad (214/15)$$

Vrednosti bezdimenzionalnih koeficijenata $k_{M_{ox}}$ i $k_{M_{oy}}$, u zavisnosti od načina oslanjanja srednjih traka ploče, u pravcima x i y , date su u tabeli 214/1.

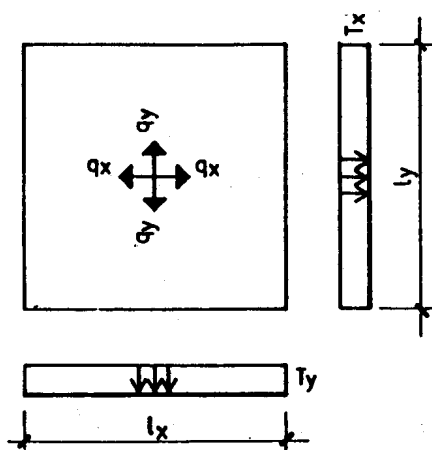
Reakcije oslonaca ploča, mogu se odrediti po metodi traka i po metodi pripadajućeg dela ploče.

Po metodi traka, reakcije oslonaca ploče u x i y pravcu, određuju se kao reakcije traka T_y i T_x , koje u ortogonalnom pravcu na oslonac prenose opterećenja q_y i q_x ,

$$T_y = k_{T_y} q_y l_y, \text{ za oslonac u } x \text{ pravcu,} \quad (214/16)$$

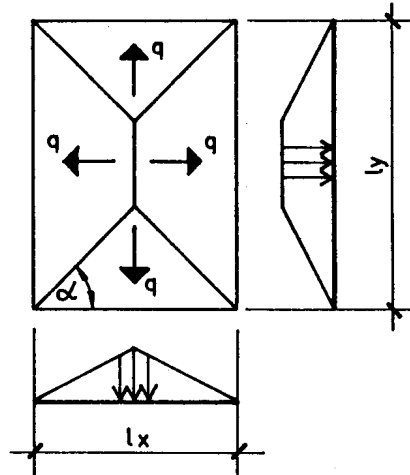
$$T_x = k_{T_x} q_x l_x, \text{ za oslonac u } y \text{ pravcu,} \quad (214/17)$$

slika 214/4.



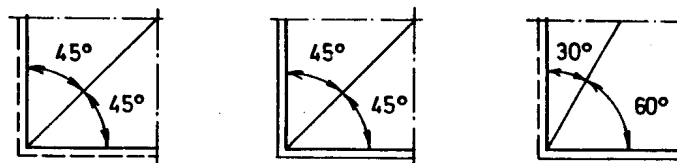
Slika 214/4 Reakcije oslonaca ploče, po metodi traka

Po metodi pripadajućeg dela ploče, cela ploča se podeli na četiri dela, pa se pretpostavlja da se celokupno opterećenje q sa dela ploče, koji pripada svakom od četiri oslonca, prenosi na taj oslonac, slika 214/5.



Slika 214/5 Reakcije oslonaca ploče, po metodi pripadajućeg dela ploče

Ugao α , prema kome se određuju delovi ploče, sa kojih se celokupno opterećenje q prenosi na pripadajući oslonac, zavisi od načina oslanjanja ploče. Za ugao ploče, u kome je isti način oslanjanja u oba ortogonalna pravca, usvaja se, da ugao α iznosi 45° , a za ugao ploče u kome je u jednom pravcu slobodno oslanjanje, a u drugom uklještenje, usvaja se da ugao α iznosi 30° prema slobodnom osloncu, a 60° prema uklještenju, slika 214/6.



Slika 214/6 Zavisnost pripadajućeg dela ploče od načina oslanjanja

Po apsolutnoj vrednosti najveći statički uticaji pojedinačnih krstasto armiranih ploča, određuju se za najveće, ukupno opterećenje q , koje se sastoji od stalnog opterećenja g i korisnog opterećenja p ,

$$q = g + p. \quad (214/18)$$

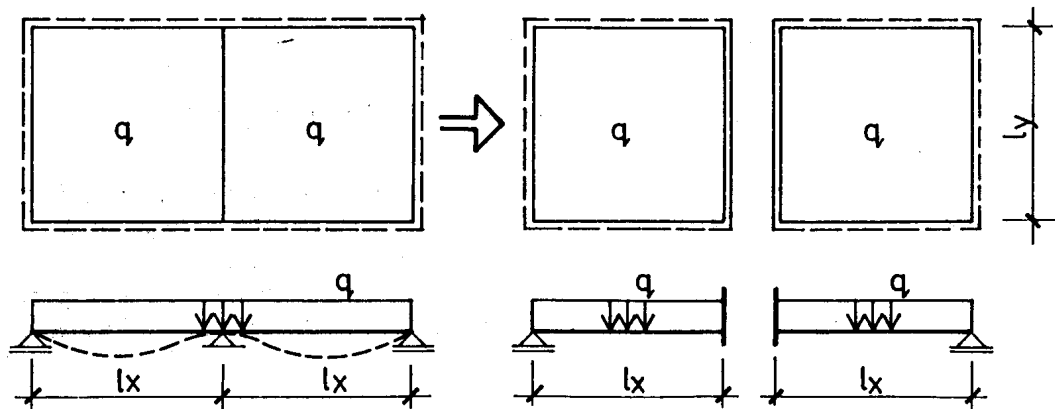
Po apsolutnoj vrednosti najmanji statički uticaji pojedinačnih ploča, određuju se za najmanje, stalno opterećenje g .

Podrazumeva se, da su za određivanje *graničnih statičkih uticaja*, sva eksploataciona opterećenja prethodno pomnožena sa odgovarajućim *koeficijentima sigurnosti*.

Kontinualne krstasto armirane ploče, veoma često se, u praksi, posebno u zgradarstvu, mogu tretirati, kao *sistem pojedinačnih krstasto armiranih ploča*, linijski slobodno oslonjenih ili uklještenih na sve četiri ivice, i opterećenih jednako podeljeno po svakoj ploči u sistemu.

Statički uticaji, u kontinualnim krstasto armiranim pločama, mogu se, tada, ukoliko su rasponi l_x i l_y svih pojedinačnih ploča sistema približno jednaki, dovoljno tačno odrediti, *rastavljanjem sistema na pojedinačne ploče*, čiji se statički uticaji lako sračunavaju korišćenjem odgovarajućih koeficijenata iz tabela, datih u Prilogu 5.5 Priručnika, ili postojećih u literaturi.

Kontinualne krstasto armirane ploče, kod kojih *sve pojedinačne ploče* u sistemu, zbog prirode spoljašnjih dejstava, *imaju*, u svakom trenutku, međusobno *isti intenzitet* jednako podeljenog opterećenja, mogu se, dovoljno tačno, rastaviti na pojedinačne ploče, zamenom srednjih oslonaca *uklještenjem*, slika 214/7.



Slika 214/7 Rastavljanje kontinualnih krstasto armiranih ploča na pojedinačne, ukoliko su sve pojedinačne ploče isto opterećene

Pri ovakvom rastavljanju, pretpostavljeno je, ustvari, da je tangenta na elastičnu liniju, kontinualne krstasto armirane ploče, nad srednjim osloncem, za isto opterećenje susednih ploča, horizontalna.

Međutim, može se dogoditi da momenti savijanja nad srednjim osloncem, kod koga je došlo do rastavljanja kontinualne ploče, sračunati iz pojedinačne ploče sa leve, i pojedinačne ploče sa desne strane oslonca, zbog različitog načina oslanjanja ili nebitno različitih raspona, ne daju istu vrednost.

U tom slučaju, moment savijanja nad srednjim osloncem kontinualne krstasto armirane ploče, može se odrediti izjednačavanjem momenata, Cross-ovim postupkom duž odgovarajuće trake ploče.

Ipak, najčešće je, za praksu, dovoljno tačno, da se, za moment savijanja M^o , nad srednjim osloncem kontinualne krstasto armirane ploče, usvoji aritmetička sredina

momenata uklještenja M_L^o i M_D^o , sračunatih za pojedinačne ploče levo i desno od srednjeg oslonca, kod koga je izvršeno rastavljanje kontinualne ploče na pojedinačne,

$$M^o = \frac{M_L^o + M_D^o}{2}. \quad (214/19)$$

Tipičan primer kontinualnih krstasto armiranih ploča, kod kojih sve pojedinačne ploče u sistemu, u svakom trenutku, imaju međusobno isti intenzitet jednako podeljenog opterećenja, je dno rezervoara.

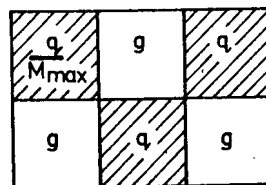
Po apsolutnoj vrednosti najveći statički uticaji ovakvih kontinualnih krstasto armiranih ploča, određuju se, isto kao i kod pojedinačnih ploča, za najveće, ukupno, opterećenje q , a po apsolutnoj vrednosti najmanji statički uticaji, određuju se za najmanje, stalno, opterećenje g .

Podrazumeva se, da su za određivanje *graničnih statičkih uticaja*, sva eksploataciona opterećenja prethodno pomnožena sa odgovarajućim *koficijentima sigurnosti*.

Kontinualne krstasto armirane ploče, kod kojih *sve* pojedinačne ploče u sistemu, zbog prirode spoljašnjih dejstava, *nemaju*, u svakom trenutku, međusobno *isti intenzitet* jednako podeljenog opterećenja, mogu se, isto tako, dovoljno tačno, rastaviti na pojedinačne ploče, ali na drugi način, nego kada je intenzitet jednako podeljenog opterećenja svih ploča međusobno isti.

Tipičan primer kontinualnih krstasto armiranih ploča, kod kojih sve pojedinačne ploče u sistemu, u svakom trenutku, *nemaju* međusobno isti intenzitet jednako podeljenog opterećenja je pod magacina.

U tom slučaju, šema opterećenja, koja daje najveće vrednosti momenta savijanja u polju M_{max} , kontinualne krstasto armirane ploče, tzv. šahovska šema opterećenja, prikazana je na slici 214/8.



Slika 214/8 Šema opterećenja kontinualne krstasto armirane ploče, koja daje najveću vrednost momenta savijanja u označenom polju

Maksimalni moment savijanja M_{max} , u označenom polju kontinualne krstasto armirane ploče, dobija se, kada se na sve ploče sistema, šrafirane na slici 214/8, nanese najveće, ukupno opterećenje q , a na sve nešrafirane ploče, nanese najmanje, stalno opterećenje g .

Šema opterećenja, prikazana na slici 214/8, može se rastaviti na simetrično opterećenje q_s i antisimetrično opterećenje q_a , pri čemu je

$$q_s = g + \frac{p}{2}, \quad (214/20)$$

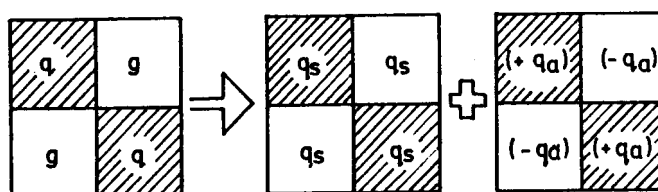
$$q_a = \frac{p}{2}. \quad (214/21)$$

Iz izraza (214/20) i (214/21), ukupno opterećenje q i stalno opterećenje g , iznose

$$q = g + p = q_s + q_a, \quad (214/22)$$

$$g = q_s - q_a. \quad (214/23)$$

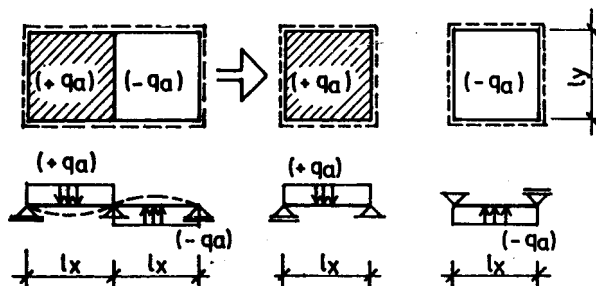
Prema tome, šema opterećenja, po kojoj je, na sve šrafirane ploče, naneto najveće opterećenje q , a na sve nešrafirane ploče najmanje opterećenje g , ekvivalentna je šemi opterećenja, po kojoj je na *sve ploče* naneto *simetrično* opterećenje q_s i *antimetrično* opterećenje q_a , čiji je intenzitet na svim šrafiranim pločama $(+q_a)$, a na nešrafiranim $(-q_a)$, slika 214/9.



Slika 214/9 Rastavljanje šeme opterećenja na simetrično i antimetrično opterećenje

Kontinualna krstasto armirana ploča, za *simetrično* opterećenje q_s , može se, dovoljno tačno, rastaviti na pojedinačne ploče, zamenom srednjih oslonaca *uklještenjem*, kako je to prikazano na slici 214/7.

Za *antimetrično* opterećenje q_a , kontinualna krstasto armirana ploča, može se, dovoljno tačno, rastaviti na pojedinačne ploče, zamenom srednjih oslonaca *slobodnim oslanjanjem*, slika 214/10.



Slika 214/10 Rastavljanje kontinualnih krstasto armiranih ploča na pojedinačne, ukoliko su pojedinačne ploče antimetrično opterećene

Pri ovakvom rastavljanju, pretpostavljeno je, ustvari, da je tangenta na elastičnu liniju kontinualne krstasto armirane ploče, nad srednjim osloncem, za antimetrično opterećenje susednih ploča, ista, kao da nad srednjim osloncem postoji zglobna veza.

Najveća vrednost momenta savijanja M_{\max} , u polju kontinualne krstasto armirane ploče, dobija se superpozicijom momenata savijanja, u polju pojedinačnih ploča, M_s i M_a , od simetričnog i antimetričnog opterećenja q_s i q_a , pri čemu je način oslanjanja pojedinačnih ploča, usvojen prema navedenim pojednostavljenjima,

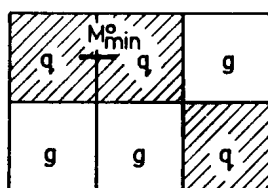
$$M_{\max} = M_s + M_a. \quad (214/24)$$

Minimalni moment savijanja M_{\min} , u označenom polju kontinualne krstasto armirane ploče, prikazane na slici 214/8, dobija se, kada se na sve šrafirane ploče sistema, nanese najmanje, stalno opterećenje g , a na sve nešrafirane ploče nanese najveće, ukupno opterećenje q . Lako je uočiti, da se najmanja vrednost momenta savijanja M_{\min} , dobija isto kao i najveća M_{\max} , uz promenu znaka antimetričnog opterećenja q_a , pa je

$$M_{\min} = M_s - M_a. \quad (214/25)$$

Za veće vrednosti korisnog opterećenja p , minimalni moment savijanja u polju ploče M_{\min} , može biti i negativan.

Šema opterećenja, koja daje, po apsolutnoj vrednosti najveći, minimalni moment savijanja nad osloncem M_{\min}^o , kontinualne krstasto armirane ploče, prikazana je na slici 214/11.



Slika 214/11 Šema opterećenja kontinualne krstasto armirane ploče, koja daje, po apsolutnoj vrednosti najveći, minimalni moment savijanja nad označenim osloncem

Minimalni moment savijanja M_{\min}^o , nad označenim osloncem, kontinualne krstasto armirane ploče, dobija se, kada se na sve ploče sistema, šrafirane na slici 214/11, nanese najveće, ukupno opterećenje q , a na sve nešrafirane ploče, nanese najmanje, stalno opterećenje g .

Posle rastavljanja šeme opterećenja, prikazane na slici 214/11, na simetrično i antimetrično opterećenje q_s i q_a , kao i rastavljanja kontinualne krstasto armirane ploče na pojedinačne ploče, po istim principima kao i pri određivanju maksimalnog momenta savijanja u polju M_{\max} , minimalni moment savijanja nad osloncem M_{\min}^o , određuje se superpozicijom momenata savijanja nad osloncem odgovarajuće oslonjenih pojedinačnih ploča M_s^o i M_a^o , od simetričnog i antimetričnog opterećenja q_s i q_a ,

$$M_{\min}^o = M_s^o + M_a^o. \quad (214/26)$$

Sve vrednosti momenata savijanja u izrazu (214/26) su negativne.

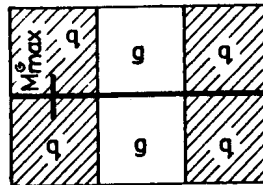
Maksimalni moment savijanja M_{\max}^o , nad osloncem, kontinualne krstasto armirane ploče, dobija se, na osnovu izloženog, iz izraza

$$M_{\max}^o = M_s^o - M_a^o. \quad (214/27)$$

Za veće vrednosti korisnog opterećenja p , maksimalni moment savijanja nad osloncem ploče M_{\max}^o , može biti i pozitivan.

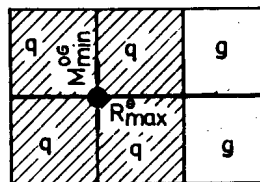
Pri određivanju ekstremnih vrednosti drugih statičkih uticaja, postupa se na sličan način.

Šema opterećenja, koja daje maksimalni moment savijanja u polju grede M_{\max}^G , koja predstavlja srednji oslonac kontinualne krstasto armirane ploče, prikazana je na slici 214/12.



Slika 214/12 Šema opterećenja za maksimalni moment savijanja u polju, grede, koja predstavlja srednji oslonac kontinualne krstasto armirane ploče

Šema opterećenja, koja daje minimalni moment savijanja nad osloncem grede M_{\min}^{oG} , koja predstavlja srednji oslonac kontinualne krstasto armirane ploče, kao i maksimalnu reakciju R_{\max}^G te grede na stub ispod istog oslonca, prikazana je na slici 214/13.



Slika 214/13 Šema opterećenja za minimalni moment savijanja nad osloncem, grede, koja predstavlja srednji oslonac kontinualne krstasto armirane ploče, kao i za maksimalnu reakciju stuba ispod grede

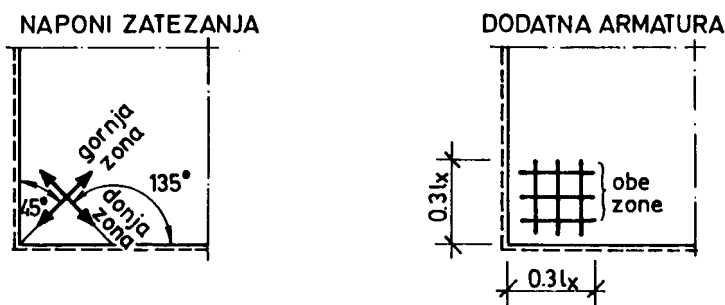
ARMIRANJE KRSTASTO ARMIRANIH PLOČA

Minimalni koeficijenti armiranja $\mu_{x,\min}$ i $\mu_{y,\min}$, statičkom armaturom, u oba ortogonalna pravca ploče, u preseccima, u kojima su naprezanja najveća, iznosi 0,15% za glatku armaturu GA 240/360, 0,10% za rebrastu armaturu RA 400/500, a 0,075% za zavarene mreže MA 500/560,

$$\mu_{x,\min}(\mu_{y,\min}) = \left\{ \begin{array}{ll} 0,15\%, & \text{za GA 240/360} \\ 0,10\%, & \text{za RA 400/500} \\ 0,075\%, & \text{za MA 500/560} \end{array} \right\}. \quad (214/28)$$

215

U uglovima slobodno oslonjenih, krstasto armiranih ploča, kada su ti uglovi, posebnim ankerima ili dodatnim opterećenjem odozgo, osigurani protiv odizanja, nastaju momenti uvijanja M_{xy} , odnosno odgovarajući naponi zatezanja u donjoj i gornjoj zoni ugla ploče, pod uglovima od 135° i 45° u odnosu na oslonac, koja treba prihvatiti dodatnom armaturom, slika 215/1.



Slika 215/1 Naponi zatezanja i dodatna armatura u uglovima slobodno oslonjene krstasto armirane ploče, osiguranim protiv odizanja

Ovi naponi zatezanja, redovno se, u praksi, prihvataju mrežom u obe zone ugla ploče.

Prema /72/, mreža treba da se prostire do trećine kraćeg raspona l_x , a odgovara momentima savijanja M , koji iznose

$$M = \left\{ \begin{array}{l} 0,0463ql_x^2, \text{ za } l_y/l_x = 1 \\ 0,0662ql_x^2, \text{ za } l_y/l_x = 2 \end{array} \right\}. \quad (215/1)$$

Sila R , na koju treba dimenzionisati ankere protiv odizanja ugla ploče, iznosi

$$R = \left\{ \begin{array}{l} 0,0926ql_x^2, \text{ za } l_y/l_x = 1 \\ 0,1324ql_x^2, \text{ za } l_y/l_x = 2 \end{array} \right\}. \quad (215/2)$$

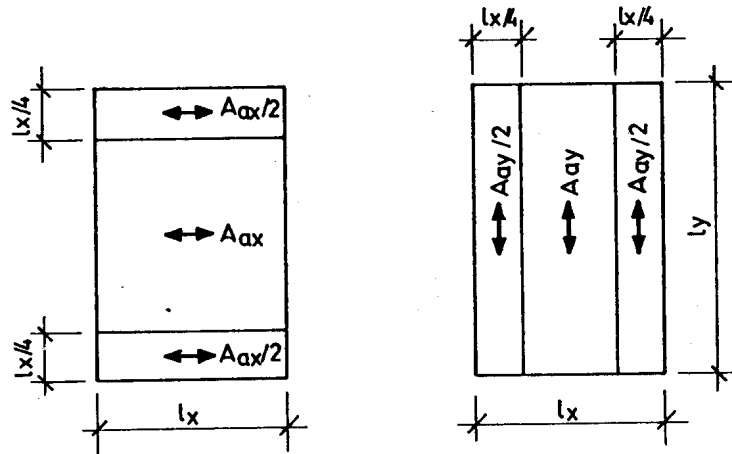
Nad slobodnim osloncima ploče, u gornjoj zoni, treba obezbediti konstrukcijski potrebnu armaturu, za prijem delimičnog, u proračunu zanemarenog, momenta uklještenja.

Uobičajenim načinom, podizanjem iz donje zone, svake druge šipke armature u polju ploče, nad osloncem, u gornju zonu, to se redovno postiže.

216

Konstruisanje armature krstasto armirane ploče, treba da bude u skladu sa linijom zatežućih sila.

Za krstasto armirane ploče, opterećene jednako podeljeno po celoj ploči, potrebna površina armature u sredini ploče, redovno se smanjuje na polovinu u pojasevima ploče, udaljenim za četvrtinu kraćeg raspona l_x od oslonca, slika 216/1.



Slika 216/1 Smanjenje armature krstasto armirane ploče, u pojasevima uz oslonce

Primer proračuna kontinualne krstasto armirane ploče, sa planom armature, dat je u Prilogu 6.12*) Priručnika

11. KRUŽNE PLOČE

STATIČKI UTICAJI U KRUŽNIM PLOČAMA

217

Kružne ploče, proračunavaju se prema statičkim uticajima u radijalnom i tangencijalnom pravcu.

Statički uticaji za kružne ploče, rotaciono simetrično oslonjene i rotaciono simetrično opterećene, sračunavaju se iz poznatih rešenja u zatvorenom obliku.

Za kružnu ploču, prečnika D , slobodno oslonjenu po obimu, i jednako podeljeno opterećenu sa q , slika 217/1, momenti savijanja M_r i M_φ , u radijalnom i tangencijalnom pravcu r i φ , kao i ugibi w , u funkciji bezdimenzionalne tekuće koordinate ρ ,

$$\rho = \frac{2r}{D}, \quad (217/1)$$

*) Autori N.Ojdrović i D.Ostojić

određuju se iz izraza

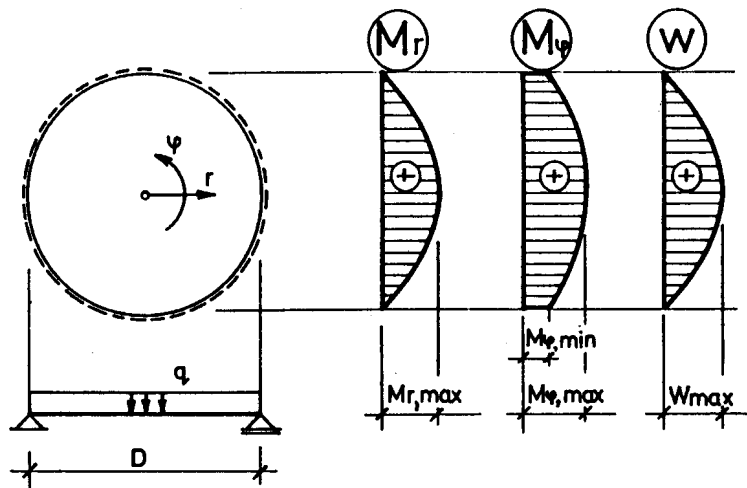
$$M_r = \frac{qD^2}{64}[(1 - \rho^2)(3 + \nu)], \quad (217/2)$$

$$M_\varphi = \frac{qD^2}{64}[(3 + \nu) - \rho^2(1 + 3\nu)], \quad (217/3)$$

$$w = \frac{qD^4}{1024K}(1 - \rho^2) \left(\frac{5 + \nu}{1 + \nu} - \rho^2 \right), \quad (217/4)$$

pri čemu je ν Poisson-ov koeficijent, a K krutost ploče, koja u funkciji modula elastičnosti betona $E_b(t_o)$ i debljine ploče d , iznosi

$$K = \frac{E_b(t_o)d^3}{12(1 - \nu^2)}. \quad (217/5)$$



Slika 217/1 Kružna ploča, slobodno oslonjena po obimu i jednako podjeljeno opterećena

Maksimalne vrednosti momenata savijanja $M_{r,max}$ i $M_{\varphi,max}$, u radijalnom i tangencijalnom pravcu r i φ , kao i ugiba w_{max} , u sredini ploče, iznose

$$M_{r,max} = M_{\varphi,max} = \frac{qD^2}{64}(3 + \nu), \quad (217/6)$$

$$w_{max} = \frac{qD^4}{1024K} \frac{5 + \nu}{1 + \nu}. \quad (217/7)$$

Minimalna vrednost momenta savijanja $M_{\varphi,min}$, u tangencijalnom pravcu φ , iznad slobodnog oslonca, iznosi

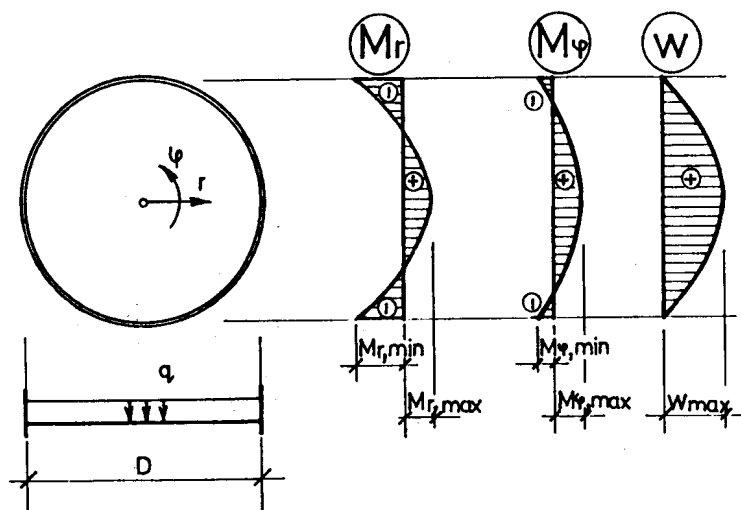
$$M_{\varphi,min} = \frac{qD^2}{32}(1 - \nu). \quad (217/8)$$

Za kružnu ploču, prečnika D , uklještenu po obimu, i jednako podeljeno opterećenu sa q , slika 217/2, momenti savijanja M_r i M_φ , u radijalnom i tangencijalnom pravcu r i φ , kao i ugibi w , određuju se iz izraza

$$M_r = \frac{qD^2}{64} [1 + \nu - (3 + \nu)\rho^2], \quad (217/9)$$

$$M_\varphi = \frac{qD^2}{64} [1 + \nu - (1 + 3\nu)\rho^2], \quad (217/10)$$

$$w = \frac{qD^4}{1024K} (1 - \rho^2)^2. \quad (217/11)$$



Slika 217/2 Kružna ploča, uklještena po obimu i jednako podeljeno opterećena

Maksimalne vrednosti momenata savijanja $M_{r,max}$ i $M_{\varphi,max}$, u radijalnom i tangencijalnom pravcu r i φ , kao i ugiba w_{max} , u sredini ploče, iznose

$$M_{r,max} = M_{\varphi,max} = \frac{qD^2}{64} (1 + \nu), \quad (217/12)$$

$$w_{max} = \frac{qD^4}{1024K}. \quad (217/13)$$

Minimalne vrednosti momenata savijanja $M_{r,min}$ i $M_{\varphi,min}$, u radijalnom i tangencijalnom pravcu r i φ , iznad uklještenog oslonca, iznose

$$M_{r,min} = -\frac{qD^2}{32}, \quad (217/14)$$

$$M_{\varphi,min} = -\frac{qD^2}{32} \nu. \quad (217/15)$$

Statički uticaji za kružne ploče, oslonjene po obimu, dati su u Prilogu 5.8*) Priručnika.

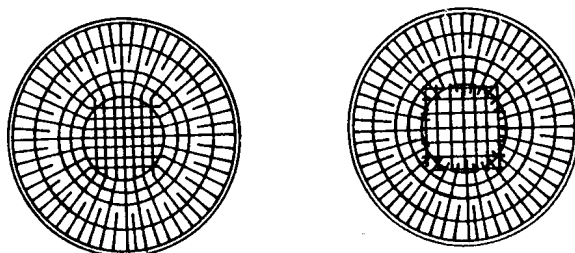
Za ploče, oblika pravilnog mnogougla, često se u praksi primenjuju rešenja za kružnu ploču.

DIMENZIONISANJE I ARMIRANJE KRUŽNIH PLOČA

Debljina kružne ploče, najčešće je konstantna. Određuje se prema, po apsolutnoj vrednosti, najvećim momentima savijanja, koji se pojavljuju u sredini ploče ili iznad uklještenja po obimu ploče.

Uklještenene ploče po obimu, mogu imati vute za prijem, po apsolutnoj vrednosti najvećih, momenata uklještenja u radijalnom pravcu.

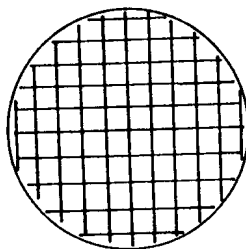
Kružna ploča, *armira* se šipkama u *radijalnom* i *tangencijalnom* pravcu. Pri tome, radijalne šipke ne mogu da se vode do centra kružne ploče, jer bi se sve ukrštale u jednoj tački. Pojedine se prekidaju ranije, daleko pre centra ploče, a srednji deo kružne ploče armira se ortogonalno, redovno po jednom od načina prikazanih na slici 217/3.



Slika 217/3 Armiranje kružnih ploča u radijalnom i tangencijalnom pravcu

Uobičajeno je, da se svaka druga šipka armature u polju kružne ploče, podigne iz donje zone, nad osloncem po obimu ploče, u gornju zonu. Time se primaju postojeća delimična uklještenja, po obimu slobodno oslonjenih kružnih ploča.

Kružne ploče, manjeg raspona, mogu se proračunavati i armirati ortogonalno, kao kvadratne, slika 217/4.



Slika 217/4 Armiranje kružne ploče u ortogonalnim pravcima

*) Autori N.Ojdrović i D.Ostojić

Raspon kvadratne ploče l_x , prema kome se proračunava kružna ploča raspona D , treba da bude

$$l_x = 0,9D. \quad (217/16)$$

Primer proračuna kružne ploče, sa planom armature, dat je u Prilogu 6.16*) Autori N.Ojdrović i D.Ostojić Priručnika.

12. PEČURKASTE PLOČE

218

Kao što je poznato, pečurkaste ploče su ploče koje su direktno oslonjene na stubove bez gređa-podvlaka kao posrednika između ploče i stubova. Ako pri tome deo stuba u blizini ploče (glava stuba), idući ka ploči, postepeno ili skokovito povećava dimenzije poprečnog preseka, formirajući telo (kapitel) slično pečurki, govorimo o pečurkastim pločama. Ako izostane ovo pojačanje stuba, pečurkasta ploča se transformiše u ploču direktno oslonjenu na stubove, kod koje pitanje potrebne sigurnosti, u odnosu na proboj stuba, kroz ploču, postaje veoma izraženo. U prvom slučaju, kada se, ustvari, radi smanjenja napona smicanja i obezbeđanja ploče od proboja, kao i radi smanjenja uticaja od savijanja, između ploče i stuba, formira kapitel (pa se uticaji sa ploče na stub i obratno prenose preko kapitela), tada se proračun uticaja zasniva na krutoj vezi ploča-stub, a u drugom slučaju, gde se ploča oslanja direktno na stub, najčešće se u praksi zadovoljavamo usvajanjem zglobne veze ploča-stub.

Pečurkaste ploče i ploče direktno oslonjene na stubove, kao specijalni slučaj pečurkastih ploča, imaju vrlo široku primenu u građevinarstvu. Zbog svoje ekonomičnosti i jednostavne izrade, ove ploče se naročito primenjuju u skladištima, hladnjačama, sudovima za vodu (rezervoari i dr.), javnim i stambenim objektima (ploče direktno oslonjene na stubove), javnim garažama, temeljima, uopšte u industrijskim objektima i sl. U odnosu na krstato armirane ploče i uopšte na ploče koje se oslanjaju na linijske nosače (podvlake) imaju niz prednosti. Pre svega, visina (međuspratne) konstrukcije ovih ploča je znatno manja nego visina konstrukcije ploča oslonjenih na podvlake, pa se za višespratne objekte u ukupnoj visini objekta može postići značajna ušteda. Osim toga, bolje je iskorišćenje prostora, bolja ventilacija prostora i refleksija osvetljenja. Jednostavnost izrade oplata, posebno kod ploča direktno oslonjenih na stubove, čine ove ploče privlačnim za graditelje i investitore.

Pečurkaste ploče su ravni površinski nosači kod kojih se statički uticaji javljaju u dva (upravna) pravca. Dakle, i one se krstato armiraju. Stubovi su najčešće raspoređeni u dva ortogonalna pravca, ali je moguć i drugačiji raspored, što zavisi od namene objekta i drugih uslova. Kapitel može imati oblik konusa, piramide, prizme, kao i kombinaciju prizme i piramide i sl. Dakle, u osnovi je kružan, ili poligonalan.

Po slobodnoj ivici ploče daju se polukapiteli, a u uglovima - četvrtkapiteli. Kada je to moguće, bolje je ploču prepustiti preko krajnjeg reda stubova, čime se poboljšava naponsko deformacijsko stanje u ploči, posebno u okolini stuba, a postiže se i efikas-

*) Autori N.Ojdrović i D.Ostojić