

## 8. PLOČE

### OBLIKOVANJE PLOČA

#### 204

Pod *pločom* podrazumevamo ravan površinski element, relativno male debljine, opterećen upravno na svoju ravan i izložen savijanju.

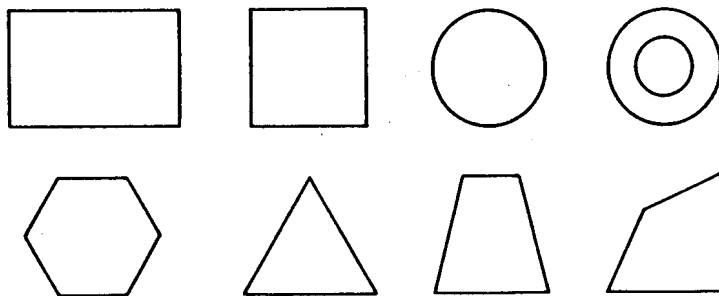
Ploče se u armiranobetonskim konstrukcijama primenjuju veoma često. Kao i grede i stubovi, i ploče se nalaze među elementima, koji se najčešće pojavljuju u armiranobetonskim konstrukcijama.

Ploče se primenjuju kao međuspratne, tavanaške i stepenišne konstrukcije stambenih i javnih zgrada, primenjuju se u garažama, magacinima i industrijskim objektima, u rezervoarima i drugim hidrotehničkim objektima, u skloništim i podzemnim objektima, na mostovima, u fundiranju i na mnogim drugim inženjerskim objektima.

Najčešća uloga armiranobetonskih ploča, pored pregrađivanja ili zatvaranja prostora, direktno je prihvatanje spoljašnjih opterećenja i njihovo prenošenje na druge elemente, čijim se posredstvom ona predaju tlu.

Međutim, iako temeljne ploče imaju sličnu ulogu, smer prenošenja sila je obrnut, odnosno temeljna ploča reakcije drugih elemenata predaje tlu. Zato se temeljne ploče i nazivaju kontraploče.

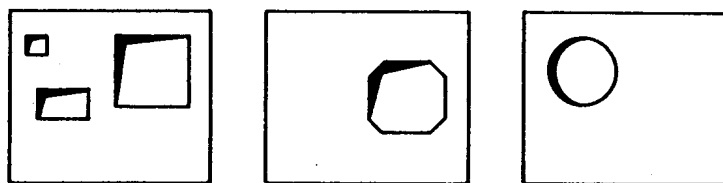
*Oblici ploča u osnovi* mogu biti veoma različiti. Najčešći oblici ploča su pravougaoni i kvadratni, kao najjednostavniji, ali ploče mogu biti i kružnog, prstenastog, poligonalnog, trougaonog, trapeznog i drugog, nepravilnog oblika, u zavisnosti od uklanjanja u konstrukcijsku celinu, slika 204/1.



Slika 204/1 Oblici ploča u osnovi

U pločama industrijskih objekata i stambenih i javnih zgrada, često postoje manji ili veći *otvori*, potrebni za odvijanje tehnološkog procesa i za sprovođenje raznih instalacija, posebno klimatizacije, slika 204/2.

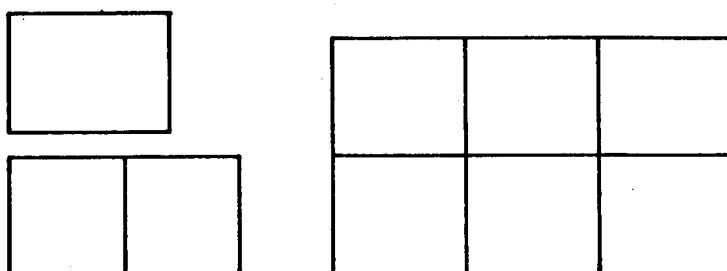
Zbog moguće pojave koncentracije napona, kružni otvori povoljniji su od pravougaonih.



Slika 204/2 Otvori u pločama

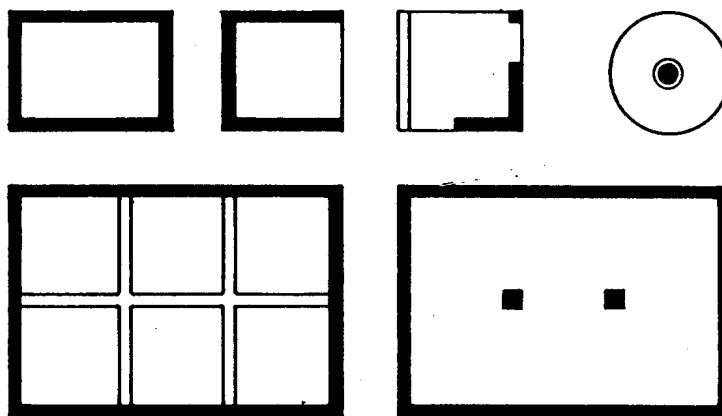
Uglove pravougaonih otvora, bolje je oblikovati sa *vutama*.

U armiranobetonskim konstrukcijama, ploče se pojavljuju kao *pojedinačne* ili kao *kontinualne*, slika 204/3.



Slika 204/3 Pojedinačne i kontinualne ploče

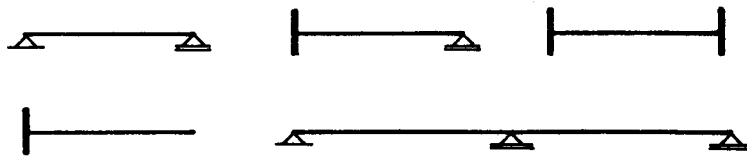
Armiranobetonske ploče mogu biti *oslonjene linijski* na zid ili na gredu, kao i *tačkasto* na stub, direktno ili preko kapitela, slika 204/4.



Slika 204/4 Načini oslanjanja ploča

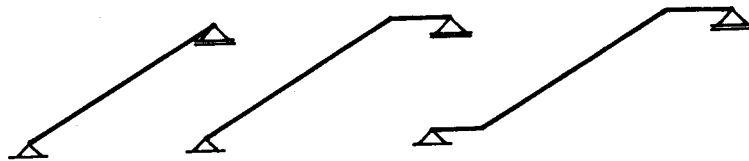
Najčešće, ploče su linijski oslonjene duž svih spoljašnjih ivica, ili su konzolne.

Linijski, ploče mogu biti *slobodno oslonjene*, ili mogu biti potpuno ili delimično *uključene*, slika 204/5.



Slika 204/5 Slobodno oslonjene i uklještene ploče

Za stepeništa, primenjuju se kose ili kolenaste ploče, slika 204/6.



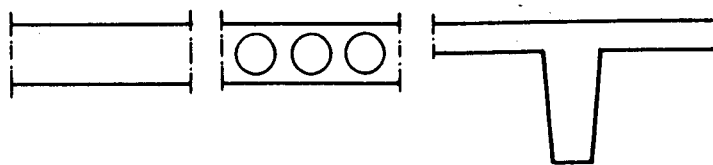
Slika 204/6 Kose i kolenaste ploče stepeništa

Kose i kolenaste ploče stepeništa, strogo uzev, nisu opterećene samo upravno na svoju ravan. Međutim, proračunavaju se i konstruišu kao i sve ploče,

Spoljašnja opterećenja ploča mogu biti površinska, linijska i koncentrisana.

Površinska opterećenja su najčešća. Ukoliko nisu već po svojoj prirodi ravnomerna, često se, u praksi, opterećenja, koja nisu izrazitije neravnomerna, aproksimiraju zamenjujućim jednako podeljenim opterećenjem po celoj površini ploče, što znatno pojednostavljuje proračun.

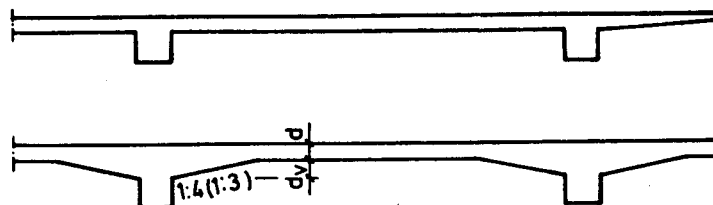
Po obliku poprečnog preseka, ploče mogu biti pune, olakšane i rebraste, slika 204/7.



Slika 204/7 Oblici poprečnog preseka ploča

Pune ploče, najjednostavnije su za izvođenje i najčešće se primenjuju.

Debljina punih ploča najčešće je konstantna za celu ploču, ili je konstantna u polju ploče, sa vutama nad osloncima, slika 204/8.



Slika 204/8 Debljina punih ploča

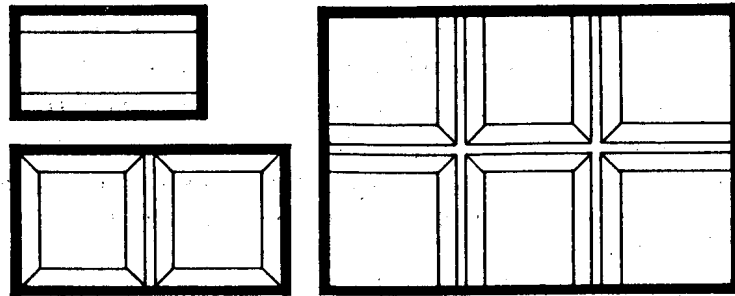
*Konzolne* pune ploče mogu biti konstantne, ali najčešće su linearno promenljive debljine.

Visina *vute* ploče  $d_v$ , najčešće se kreće u granicama od polovine do cele debljine ploče  $d$ . Suviše male visine vute, od samo nekoliko cm, više liče na grešku pri izvođenju, nego na oblikovanu vutu.

Nagib vute ploče najčešće iznosi 1:4 ili 1:3.

Kod punih ploča sa vutama, troškovi komplikovanije oplata, kompenziraju se sa uštedom u količini betona i manjom sopstvenom težinom ploče. U konkretnim uslovima, uzimajući u obzir i funkcionalne, arhitektonske i estetske parametre, bira se optimalno rešenje.

Kada se, kao rešenje, izabere puna ploča sa vutama, one su za celu ploču istih dimenzija, i postoje duž svih oslonaca ploče, u jednom ili u oba ortogonalna pravca, eventualno izuzimajući samo krajnje oslonce kontinualnih ploča, slika 204/9.

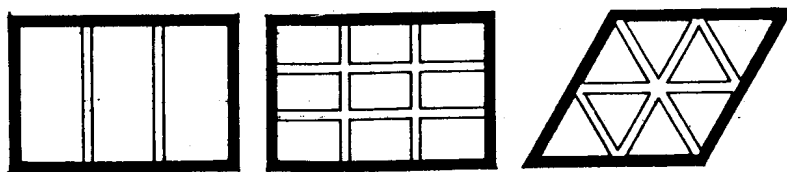


Slika 204/9 Ploče sa vutama

*Olakšane* ploče redovno se prefabrikuju i konstantne su debljine.

*Rebraste* ploče, primenjuju se za velike raspone i opterećenja velikog intenziteta.

Rebra mogu biti u jednom pravcu, u dva ortogonalna pravca ili, ređe, u tri pravca, slika 204/10.



Slika 204/10 Rebraste ploče

Ploče sa rebrima u dva ili tri pravca, tzv. *kasetirane* ploče, mogu, u različitim pravcima, da imaju rebra iste, ili različite visine.

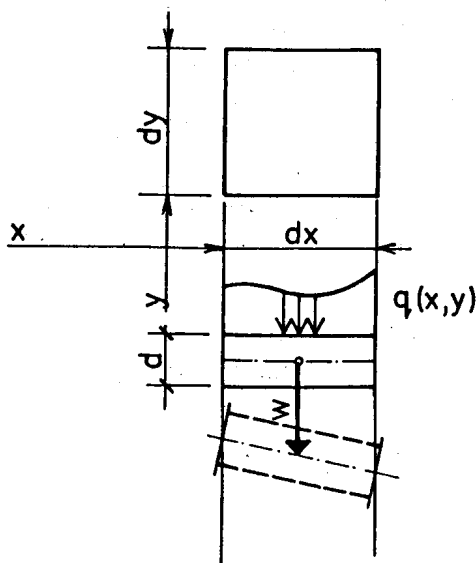
## STATIČKI UTICAJI U PLOČAMA

Statički uticaji u pločama, mogu se odrediti prema teoriji elastičnosti, prema teoriji plastičnosti, ili prema nelinearnoj teoriji.

U praksi, statički uticaji u pločama, najčešće se određuju prema teoriji elastičnosti.

Parcijalna diferencijalna jednačina četvrtog reda, elastične površi tanke ploče  $w(x, y)$ , čiji je diferencijalni element prikazan na slici 204/11, za proizvoljno opterećenje  $q(x, y)$ , glasi

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q(x, y)}{K} \quad (204/1)$$



Slika 204/11 Diferencijalni element ploče

Krutost  $K$ , ploče debljine  $d$ , redovno se, pri određivanju statičkih uticaja, uzima za betonski, a ne za idealizovani presek,

$$K = \frac{E_b(t_o)d^3}{12(1-\nu^2)}, \quad (204/2)$$

pri čemu je  $E_b(t_o)$  modul elastičnosti betona, a  $\nu$  Poisson-ov koeficijent.

Međutim, opšti integral diferencijalne jednačine elastične površi ploče, proizvoljnog oblika, za proizvoljne granične uslove duž ivica ploče i proizvoljno opterećenje, u zatvorenom obliku, ne postoji.

Za kružne ploče, rotaciono simetrično oslonjene i rotaciono simetrično opterećene, poznata rešenja u zatvorenom obliku, redovno se primenjuju.

Međutim, poznata klasična rešenja za pravougaone ploče, data u obliku redova, nisu pogodna za svakodnevnu primenu u praksi.

Statički uticaji u pločama, najčešće se, u praksi, sračunavaju na računarima, uz primenu *gotovih programa*, izrađenih na bazi metode konačnih elemenata, diferencne metode, ili neke druge približne metode.

Za najčešće slučajeve u praksi, u literaturi su date *uticajne površi* ploča, ili su date mnogobrojne *tabele koeficijenata* za određivanje statičkih uticaja u karakterističnim presecima, pri čemu je uticaj Poisson-ovog koeficijenta  $\nu$  uzet u obzir, ili nije.

Zanemarenje uticaja Poisson-ovog koeficijenta  $\nu$ , najviše utiče na tačnost određivanja *momenata savijanja* u ploči. Međutim, ovo zanemarenje nema uticaja na određivanje momenata uklještenja ploča iznad linijskih oslonaca, jer je krivina elastične površi duž linijskih oslonaca jednaka nuli.

Zanemarenje uticaja Poisson-ovog koeficijenta nema uticaja ni na određivanje transverzalnih sila i reakcija linijskih oslonaca sa uklještenjem, a ima relativno mali uticaj na određivanje reakcija linijskih oslonaca sa slobodnim oslanjanjem i ugiba ploče.

Pošto se, u savremenoj praksi, statički uticaji u pločama redovno sračunavaju na računarima, uz primenu gotovih programa, ili se koriste uticajne površi i tabele koeficijenata, date u literaturi, nema nikakve potrebe da se, pri tome, uticaj Poisson-ovog koeficijenta zanemari.

Pri korišćenju klasičnih tabela koeficijenata za određivanje momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$ , u  $x$  i  $y$  pravcu, ili eventualno momenata uvijanja  $M_{xy}$ , u kojima je zanemaren uticaj Poisson-ovog koeficijenta  $\nu$ , lako se mogu izvršiti odgovarajuće korekcije,

$$M_{x(\nu \neq 0)} = M_{x(\nu=0)} + \nu M_{y(\nu=0)}, \quad (204/3)$$

$$M_{y(\nu \neq 0)} = M_{y(\nu=0)} + \nu M_{x(\nu=0)}, \quad (204/4)$$

$$M_{xy(\nu \neq 0)} = (1 - \nu) M_{xy(\nu=0)}. \quad (204/5)$$

Pri proračunu kontinualnih ploča, može se izvršiti *ograničena preraspodela* statičkih uticaja.

Momenti savijanja nad osloncima ploče, određeni po linearnoj elastičnoj teoriji, mogu se povećati ili smanjiti do 25%, ali samo uz istovremenu korekciju odgovarajućih momenata savijanja u polju ploče, u skladu sa uslovima ravnoteže.

Granične vrednosti statičkih uticaja u pločama skloništa ili drugih zaštitnih objekata, od incidentnih dejstava, izazvanih eksplozijama ili drugim udarima, treba odrediti prema *teoriji plastičnosti*.

Primenom *kinematičke metode* teorije plastičnosti, određuje se *gornja granica* vrednosti *granične nosivosti ploča*, a primenom *statičke metode*, određuje se *donja granica* njene vrednosti.

Granične vrednosti momenata savijanja u pločama, određene prema teoriji plastičnosti, treba da imaju potrebne koeficijente sigurnosti u odnosu na momente savijanja od merodavnih kombinacija dejstava u eksploataciji.

## 205

*Naprezanja*, upravno na pravac raspona, nastala usled sprečene slobodne deformacije, u pločama, koje prenose opterećenje samo u jednom pravcu, treba prihvatiti poprečnom, odnosno tzv. podeonom armaturom.

## 206

*Približan proračun* statičkih uticaja u pločama, po *metodi traka*, sme se primeniti samo kada je opterećenje ploča površinsko, odnosno podeljeno.

*Manji otvori* u pločama, mogu se pri proračunu statičkih uticaja zanemariti.

Pri postojanju *većih otvora*, ili većeg broja manjih, najracionalnije je statičke uticaje u ploči sračunavati na računaru.

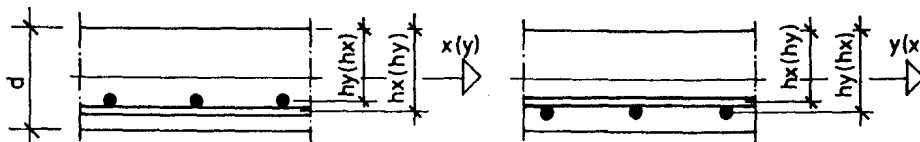
## DIMENZIONISANJE PLOČA

### 207

Potrebna *debljina pune ploče bez vuta*, određuje se, principijelno, prema, po apsolutnoj vrednosti, najvećem momentu savijanja.

Za određivanje debljine *slobodno oslonjene pojedinačne pune ploče*, merodavan je, prema tome, najveći moment savijanja u polju.

Pri određivanju debljine *d*, pune ploče, treba imati u vidu da je ona *ortogonalno armirana*. Šipke u oba ortogonalna pravca ne mogu se postaviti u istoj ravni, nego se postavljaju jedne preko drugih, slika 207/1.



Slika 207/1 Ortogonalno armiranje punih ploča

Prema tome, statičke visine  $h_x$  i  $h_y$ , u istom preseku ploče, ali u ortogonalnim pravcima  $x$  i  $y$ , nisu iste,

$$h_x \neq h_y. \quad (207/1)$$

Treba imati u vidu da, kod ploča, odnos statičkih visina  $h_x$  i  $h_y$ , i debljine ploče  $d$  treba što tačnije određivati. Naime, kod ploča, pošto su one relativno male debljine, odnos statičkih visina i debljine ploče je mali, najčešće primetno manji od odnosa statičke visine i visine greda. Pri određivanju potrebne armature u oba ortogonalna pravca, ne treba zanemarivati razliku između statičkih visina u tim pravcima.

U pločama, koje prenose opterećenje samo u *jednom* pravcu, šipke armature sa većom statičkom visinom, postavljaju se u pravcu raspona i proračunavaju se iz momenata savijanja. To su šipke *glavne*, statičke armature. Upravno na njih, sa manjom statičkom visinom, postavljaju se šipke *podeone*, konstrukcijske armature.

Njihovo prisustvo, neophodno je, kada statička armatura ne postoji u oba ortogonalna pravca.

U pločama, koje prenose opterećenje u *dva* ortogonalna pravca, u oba pravca postavlja se *statička* armatura, koja se proračunava prema odgovarajućim momentima savijanja. Šipke armature sa većom statičkom visinom, postavljaju se u pravcu najvećeg momenta savijanja u ploči.

Za određivanje *debljine* ploče, koja prenosi opterećenje u dva ortogonalna pravca, prema tome, ne mora biti merodavan najveći moment savijanja u ploči, nego to može biti, po vrednosti, manji moment, koji se javlja u istom preseku kao i najveći, ali u ortogonalnom pravcu. Ukoliko je razlika između ortogonalnih momenata mala, ili su oni čak jednaki, kao kod kvadratnih ploča, za manji od ovih momenata sa manjom statičkom visinom, može biti potrebna veća debljina ploče, nego za veći od ovih momenata sa većom statičkom visinom.

Za određivanje debljine *uklještene pojedinačne* ili *kontinualne* pune ploče, *bez vuta*, redovno je oslonački moment savijanja, po apsolutnoj vrednosti najveći, pa je i merodavan.

Potrebna debljina *pune ploče sa vutama*, pojedinačne ili kontinualne, određuje se prema najvećem momentu u polju. Pri tome, sve što je pomenuto za slobodno oslonjene pojedinačne ploče, *bez vuta*, važi i u ovom slučaju.

Osnovna uloga *vuta*, kod pojedinačnih ili kontinualnih punih ploča, prihvatanje je, po apsolutnoj vrednosti većih, oslonačkih momenata savijanja.

Visina vute, koja se usvaja za celu ploču istih dimenzija, određuje se, principijelno, prema, po apsolutnoj vrednosti, najvećem oslonačkom momentu savijanja ploče.

Međutim, kod kontinualnih punih ploča, zbog uobičajenog načina njihovog armiranja, za visinu vute, može da bude merodavan i oslonački moment savijanja, koji, po apsolutnoj vrednosti, nije najveći.

Potrebna armatura kontinualnih punih ploča, raspoređuje se tako, da se, po celoj dužini ploče, zadržava isti razmak šipki, a po potrebi menja se samo njihov prečnik.

Uobičajeno je, da se svaka druga šipka, armature u polju ploče, iz donje zone podigne, nad osloncem, u gornju zonu. Time se, nad krajnjim slobodnim osloncem, u gornjoj zoni, obezbeđuje konstrukcijski potrebna armatura za prijem delimičnog, u proračunu zanemarenog, momenta uklještenja. Nad srednjim osloncima, nađe se, na taj način, u gornjoj zoni, zbir polovine armature iz levog i polovine armature iz desnog polja.

Dakle, pri uobičajenom načinu armiranja ploča, ukoliko se nad srednjim osloncima ne dodaju posebne šipke za prijem negativnog oslonačkog momenta savijanja, jasno je, da, za određivanje potrebne visine vute, ne mora biti merodavan, po apsolutnoj vrednosti, najveći oslonački moment savijanja ploče.

Ipak, treba imati u vidu, da armature donje i gornje zone ploče mogu biti potpuno nezavisne, što je, kada se ploče armiraju zavarenim mrežama, redovno i slučaj.

Pri dimenzionisanju punih ploča, bez vuta ili sa njima, redovno nisu merodavni kosi glavni naponi zatezanja.



Minimalna *dopuštena debljina* punih ploča, čije je opterećenje površinsko, a statičkog je karaktera, iznosi 7 cm. Debljina krovnih ploča izuzetno može biti i 5 cm. Ploče sitnorebrastih i kasetiranih tavanica, koje su izvedene na gradilištu, mogu imati i debljinu od 4 cm.

Zbog moguće pojave probijanja i lokalnih prslina, minimalna dopuštena debljina punih ploča, po kojima se kreću putnička vozila, iznosi 10 cm, a po kojima se kreću teretna vozila, je 12 cm.

Ukoliko se kod punih ploča ne kontrolise *granično stanje ugiba*, što je najčešće i slučaj, zbog moguće komplikovanosti ovog proračuna, *debljina* ploče treba da bude najmanje 1/35 kraćeg raspona slobodno oslonjene ploče, odnosno 1/35 rastojanja nultih tačaka dijagrama momenata savijanja uklještene ili kontinualne ploče. Ukoliko rastojanje nultih tačaka dijagrama momenata savijanja nije sračunato, može se, za određivanje minimalne debljine pune ploče, usvojiti da iznosi 80% raspona.

Za pune ploče, po kojima se samo povremeno hoda, radi čišćenja i popravki, minimalna debljina ploče iznosi 1/40 kraćeg raspona, odnosno 1/40 rastojanja nultih tačaka dijagrama momenata savijanja, ali ne manje od 5 cm.

Potrebna *armatura pune ploče*, lako se proračunava, u zavisnosti od momenata savijanja u karakterističnim presecima i ortogonalnim pravcima, kao i od usvojene debljine ploče.

Potrebna debljina *olakšanih ploča*, kao i odgovarajuća armatura, određuju se isto kao i debljina i armatura punih ploča, bez vüta.

Međutim, kose glavne napone i ugibe ovih ploča, treba, svakako, kontrolisati.

Potrebna debljina *ploča sa rebrima*, kao i odgovarajuća armatura, određuju se, isto tako, kao i kod punih kontinualnih ploča.

Potrebna visina rebara ovih ploča, i odgovarajuća armatura, ukoliko su rebra u jednom pravcu, određuju se kao i kod grede T preseka.

Za kasetiranu ploču, potrebna visina rebara, i odgovarajuća armatura, određuju se prema momentima savijanja pojedinih greda, T preseka, u sklopu roštilja.

## ARMIRANJE PLOČA

### 208

Najveće *rastojanje šipki e glavne*, odnosno statičke armature, u pločama, opterećenim površinski, jednako podeljeno, u presecima, u kojima su naprezanja najveća, sme da iznosi dve debljine ploče *d*, kao i 20 cm,

$$e = \min \left\{ \begin{array}{l} 2d \\ 20 \text{ cm} \end{array} \right\}. \quad (208/1)$$

U pločama, opterećenim koncentrisano, najveće rastojanje šipki *e*, glavne armature, u presecima u kojima su naprezanja najveća, sme da iznosi jednu i po debljinu ploče *d*, kao i 20 cm,

$$e = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,5d \\ 20 \text{ cm} \end{array} \right\}. \quad (208/2)$$

U presecima ploča, u kojima se, zbog smanjenja momenata savijanja, smanjuje i količina armature, rastojanje šipki  $e$  armature, ne sme biti veće od 40 cm,

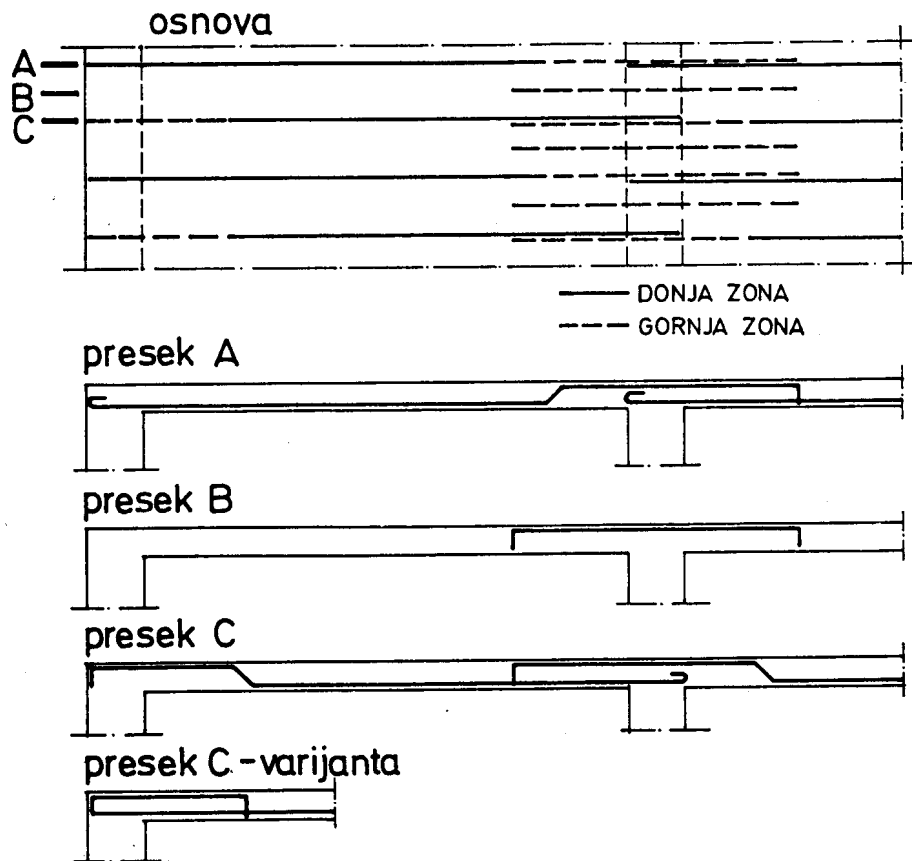
$$e_{\max} = 40 \text{ cm} \quad (208/3)$$

Najmanje čisto rastojanje šipki armature u pločama, sme da bude 4 cm.

U gornjoj zoni ploča, usvojena gustina šipki, treba da bude takva, da pravilno razastiranje i ugrađivanje betona bude obezbeđeno.

## 209

Uobičajen način armiranja punih ploča, bez vuta, prikazan je



Slika 209/1 Uobičajen način armiranja punih ploča, bez vuta

Prikazanim načinom armiranja punih ploča, bez vuta, postiže se ravnomeran raspored armature u svim preseccima.

Svaka druga šipka, armature u polju ploče, iz donje zone, podiže se, nad osloncem, u gornju zonu.

Time se, nad krajnjim slobodnim osloncima ploče, u gornjoj zoni, obezbeđuje konstrukcijski potrebna armatura, za prijem delimičnog, u proračunu zanemarenog, momenta uklještenja.

Prema Pravilniku BAB 87, minimalna potrebna površina armature nad krajnjim slobodnim osloncem ploče, u gornjoj zoni, iznosi od trećine do polovine glavne armature u polju.

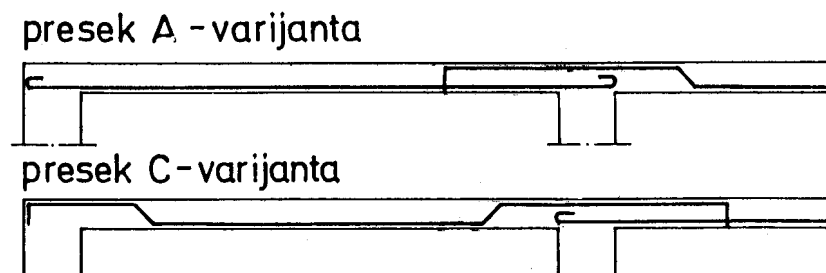
Nad srednjim osloncima, u gornjoj zoni, zbir podignute polovine armature iz levog polja i polovine armature iz desnog polja, redovno je nedovoljan za prijem, po apsolutnoj vrednosti, većeg oslonačkog momenta savijanja.

Između šipki, podignutih iz levog i desnog polja, ubacuju se, zato, u gornjoj zoni, dodatne šipke.

Sve šipke u ploči treba da budu sidrene sa standardnim kukama.

Šipke u gornjoj zoni, redovno se sidre sa pravim kukama, oslonjenim na oplatu, čime se obezbeđuje i održavanje njihovog položaja pri betoniranju.

Uobičajeni način armiranja punih ploča, prikazan na slici 209/1, može se, varijantno, rešiti i kombinacijom preseka A i C. Naime, umesto što se svaka šipka u polju, iz donje zone, naizmenično nad levim i desnim osloncem, podiže u gornju zonu, može, naizmenično, jedna šipka da ostane u donjoj zoni, kao prava, a druga da se podigne nad oba oslonca, slika 209/2.

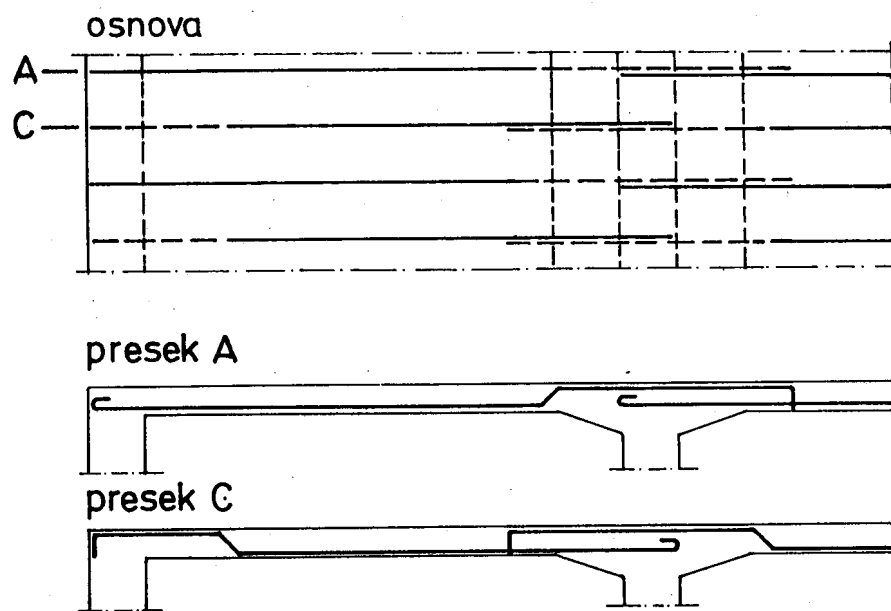


Slika 209/2 Varijanta uobičajenog načina armiranja punih ploča, bez vuta, prikazanog na slici 209/1

Uobičajeni način armiranja punih ploča, sa vutama, isti je kao i kad vuta nema, ali, potreba za dodatnim šipkama u gornjoj zoni, nad srednjim osloncima, najčešće otpada, slika 209/3.

Potpuno je jasno, da se varijanta uobičajenog načina armiranja, prikazana na slici 209/2, može i ovde primeniti.

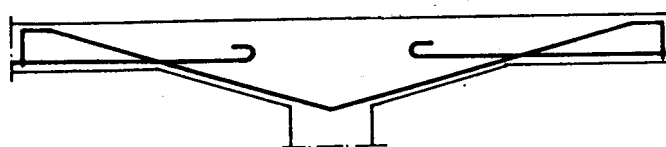
Vutu, kada je ploča opterećena površinski, približno jednako podeljeno, ne treba armirati.



Slika 209/3 Uobičajeni način armiranja punih ploča, sa vutama

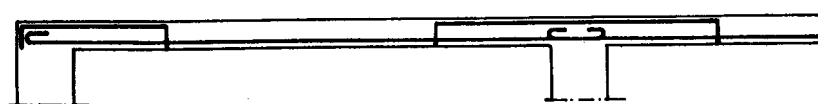
Ukoliko je korisno površinsko opterećenje ploče veliko ili neravnomerno, ili ukoliko je ploča opterećena koncentrisano, pa može doći do zatezanja donje zone ploče u blizini oslonaca, vutu treba armirati.

Način armiranja vute prikazan je na slici 209/4.



Slika 209/4 Armatura vute

Armatura pune ploče bez vuta, ili sa njima, može, u donjoj i u gornjoj zoni, da bude potpuno nezavisna jedna od druge, slika 209/5.



Slika 209/5 Armiranje punih ploča, nezavisno u donjoj i gornjoj zoni

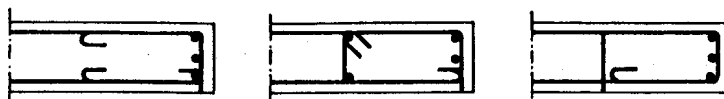
Pri armiranju punih ploča zavarenim mrežama, armatura u donjoj i u gornjoj zoni, isto tako, potpuno je nezavisna jedna od druge.

Potrebne dužine armiranja gornje zone ploče i mesta povijanja šipki, bez obzira o kome se načinu armiranja radi, određuju se prema *liniji zatežućih sila* i potrebnim dužinama sidrenja šipki.

Pri raspoređivanju šipki statičke ili podeone armature u ortogonalnom pravcu, treba voditi računa da se, na svim mestima povijanja šipki, predvidi odgovarajuća šipka u ortogonalnom pravcu.

## 210

*Slobodne, neoslonjene ivice* pune ploče, pored statički potrebne armature, treba, po dužini, konstrukcijski armirati, bar sa po jednom šipkom u donjoj i gornjoj zoni, na čelu ploče, slika 210/1.



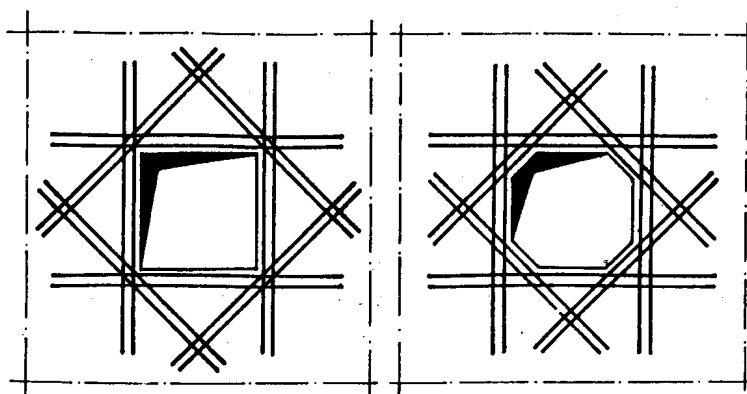
Slika 210/1 Detalj armiranja slobodne ivice pune ploče

Čelo slobodne ivice deblje pune ploče, treba i po visini konstrukcijski armirati podužnim šipkama.

Poprečna armatura slobodne ivice, koja obuhvata njenu podužnu armaturu, može se formirati od *U* uzengija, zatvorenih uzengija ili od postojećih šipki statičke armature upravno na slobodnu ivicu.

Principi armiranja ivice *otvora* u ploči isti su kao i za armiranje slobodne ivice.

Međutim, radi prijema skretnih sila, oko otvora se dodaje i kosa armatura, slika 210/2.



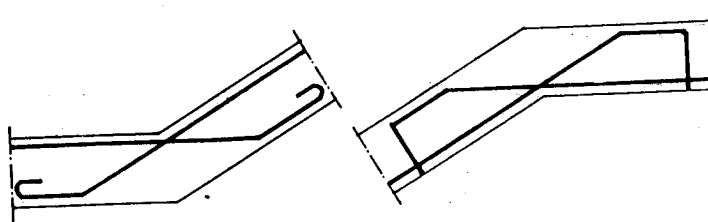
Slika 210/2 Dodatna armatura oko otvora u punoj ploči

Ukoliko proračunom nije preciznije određeno, potrebno je bar sve otvorom presečene šipke, nadoknaditi oko otvora dodatnim šipkama iste površine.

Preporučuje se, da dodatna kosa armatura bude iste površine kao i dodatna podužna i poprečna armatura oko otvora.

*Kolenaste* pune ploče, armiraju se potpuno isto, kao i pune ploče u ravni.

Detalji armiranja konkavnih uglova kolenastih punih ploča, prikazani su na slici 210/3.



Slika 210/3 Detalji armiranja konkavnih uglova kolenastih punih ploča

*Olakšane ploče i ploče sa rebrima*, armiraju se po istim principima kao i pune kontinualne ploče.

Kod olakšanih ploča, armatura donje i gornje zone međusobno je nezavisna.

Rebra se armiraju po principima armiranja greda T preseka.

## 9. PLOČE KOJE PRENOSE OPTEREĆENJE SAMO U JEDNOM PRAVCU

### 211

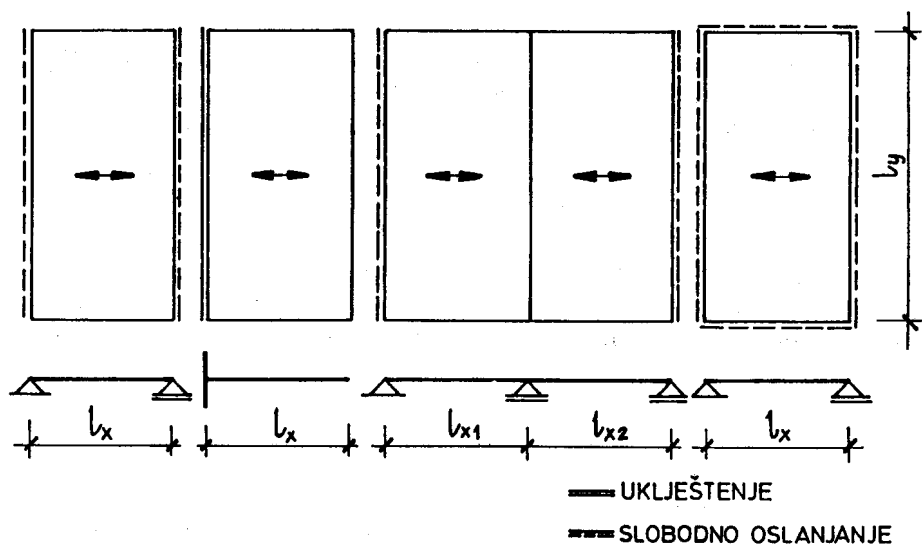
Pod *pločama* koje prenose opterećenje samo u *jednom pravcu*, podrazumevamo sve ploče, pravougaonog oblika, koje su linijski slobodno oslonjene ili uklještene samo u jednom pravcu, odnosno upravno na raspon  $l_x$ , ili raspone, ako ih ima više, slika 211/1.

Kao ploče, koje prenose opterećenje samo u jednom pravcu, proračunavaju se i pravougaone ploče, oslonjene na sve četiri ivice, čiji je odnos raspona  $l_y$  i  $l_x$ , u pravcima  $y$  i  $x$ , veći od dva,

$$\frac{l_y}{l_x} > 2. \quad (211/1)$$

Takve ploče, praktično, celokupno opterećenje, koje se nalazi oko sredine ploče, prenose u pravcu kraćeg raspona  $l_x$ . Kada bi se proračunavale kao ploče, koje prenose svoje opterećenje u dva ortogonalna pravca, dobio bi se, približno isti rezultat.

Ploče, koje prenose opterećenje samo u jednom pravcu, proračunavaju se kao *linijski nosači*, raspona  $l_x$ .



Slika 211/1 Ploče koje prenose opterećenje samo u jednom pravcu

Prema tako određenim statičkim uticajima, određuje se potrebna *debljina* ploče  $d$  i površina *glavne armature*  $A_{ax}$ , u pravcu  $x$ .

*Minimalni koeficijent armiranja*  $\mu_{x,\min}$  glavnom armaturom 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,

$$\mu_{x,\min} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,15\%, & \text{za GA 240/360} \\ 0,10\%, & \text{za RA 400/500} \\ 0,075\%, & \text{za MA 500/560} \end{array} \right\}. \quad (211/2)$$

Upravno na glavnu armaturu, u pravcu  $y$ , postavlja se *podeona armatura*  $A_{ay}$ , čija površina, imajući u vidu Poisson-ov koeficijent za beton, treba da bude 20% od površine glavne armature,

$$A_{ay} = 0,2A_{ax}. \quad (211/3)$$

*Minimalni koeficijent armiranja*  $\mu_{y,\min}$ , podeonom armaturom ploče, iznosi 0,10% za glatku armaturu, 0,085% za rebrastu armaturu, a 0,075% za zavarene mreže,

$$\mu_{y,\min} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,10\%, & \text{za GA 240/360} \\ 0,085\%, & \text{za RA 400/500} \\ 0,075\%, & \text{za MA 500/560} \end{array} \right\}. \quad (211/4)$$

Propisani minimalni koeficijent armiranja podeonom armaturom za zavarene mreže je previsok. Realnija vrednost bi bila 0,05%.

## 212

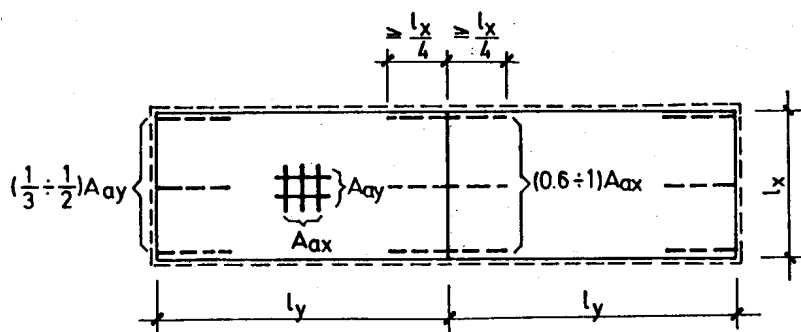
Najveće rastojanje šipki  $e_p$ , podeone armature, u pločama, opterećenim površinski, jednako podeljeno, sme da iznosi četiri debljine ploče  $d$ , kao i 30 cm u preseccima, u kojima su naprezanja najveća, odnosno 40 cm u ostalim preseccima,

$$e_p = \min \left\{ \begin{array}{l} 4d \\ 30(40) \text{ cm} \end{array} \right\} \quad (212/1)$$

U pločama, opterećenim koncentrisano, najveće rastojanje šipki  $e_p$ , podeone armature sme da iznosi tri debljine ploče  $d$ , kao i 30 cm u preseccima, u kojima su naprezanja najveća, odnosno 40 cm u ostalim preseccima,

$$e_p = \min \left\{ \begin{array}{l} 3d \\ 30(40) \text{ cm} \end{array} \right\} \quad (212/2)$$

Pravougaone ploče, oslonjene na sve četiri ivice, koje su proračunate kao ploče, koje prenose opterećenje samo u pravcu kraćeg raspona  $l_x$ , treba nad osloncima u pravcu dužeg raspona  $l_y$ , u gornjoj zoni, konstrukcijski armirati. Ta konstrukcijska armatura, nad krajnjim slobodnim osloncima, trebalo bi da iznosi od  $1/3$  do  $1/2$  podeone armature  $A_{ay}$  u polju, a nad srednjim osloncima, preporučuje se, /72/ da bude od 60% do 100% glavne armature  $A_{ax}$  u polju, u pravcu  $x$ , slika 212/1.



Slika 212/1 Konstrukcijska armatura nad osloncima u pravcu dužeg raspona

## 213

Koncentrisana opterećenja, mogu se, radi smanjenja statičkih uticaja, uvesti u proračun kao lokalna ravnomerno podeljena opterećenja.

Pri tome, širina rasprostiranja  $b_{2y}$  u pravcu podeone armature, prema članu 177 Pravilnika BAB 87, sme se u funkciji odnosa površine podeone armature  $A_{ay}$  i glavne armature  $A_{ax}$ , kao i raspona  $l_x$ , povećati na širinu rasprostiranja  $b_{3y}$ ,

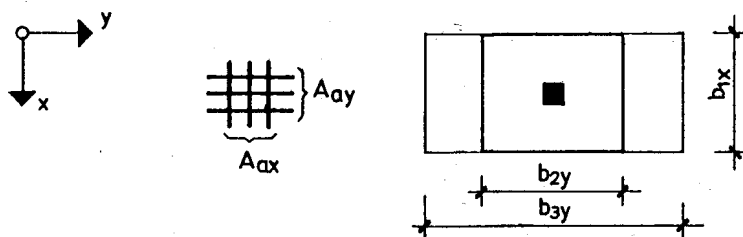
$$b_{3y} = b_{2y} + \frac{A_{ay} l_x}{A_{ax}} \quad (213/1)$$



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

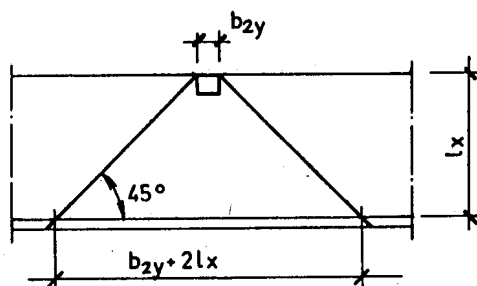
$$\frac{A_{ay}}{A_{ax}} \leq 0,65. \quad (213/2)$$

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