

UDK : 624.078.4  
692.2:693.2  
692.2:693.5  
691.31

## UPOREDNA ANALIZA DIMENZIJA KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA I KOLIČINE ARMATURE U FUNKCIJI VRSTE MATERIJALA ZIDOVA

Dragana Veličkov<sup>1</sup>, Predrag Blagojević<sup>2</sup>

### *Rezime*

U radu je prikazana uporedna analiza dimenzija konstruktivnih elemenata i količine armature za zidove od opekarskog bloka, penobetona i zidove od gips-kartonskih ploča. U okviru analize određena je vrednost površinskog opterećenja za određenu vrstu zida, određen je uticaj vrste materijala zida na površinu poprečnog preseka betonskog stuba i površinu armature u stubu u zavisnosti od spratnosti objekta i uticaj vrste materijala zida na količinu armature u pečurkastoј ploči u zavisnosti od debljine ploče. Analiza je izvršena na novoprojektovanom objektu namenjenom višeporodičnom stanovanju, spratnosti Po+Pr+10+Pk, ukupne površine oko 5000 m<sup>2</sup>.

**Ključne reči:** opekarski blok, penobeton, gips-kartonske ploče

## COMPARATIVE ANALYSIS OF DIMENSIONS OF STRUCTURAL ELEMENTS AND AMOUNT OF REINFORCEMENT IN FUNCTION OF THE MATERIAL OF THE WALLS

### *Summary*

This paper presents a comparative analysis of the dimensions of the structural elements and amount of reinforcement for walls of brick blok, lightweight cellular concrete and plasterboard. The analysis determined the value of the surface pressure for a particular type of wall, the influence of the wall on the cross section of a concrete pillar and surface reinforcement of a pillar depending on the number of floors of the building and the influence of the wall on the amount of reinforcement in board, depending on the thickness. Analysis was performed on new building intended for multiple housing floors Po+Pr+10+Pk, the total area of around 5000 m<sup>2</sup>.

**Key words:** brick blok, lightweight cellular concrete, plasterboard

---

<sup>1</sup> Dragana Veličkov, master inženjer arhitekture, [draganavelickov@gmail.com](mailto:draganavelickov@gmail.com)

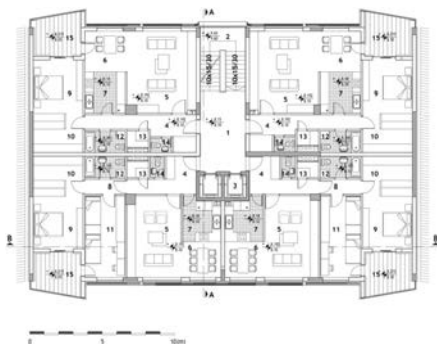
<sup>2</sup> dr Predrag Blagojević, d.i.g., docent, , Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu  
[predrag.blagojevic@gaf.ni.ac.rs](mailto:predrag.blagojevic@gaf.ni.ac.rs), [predragb@eunet.rs](mailto:predragb@eunet.rs),

## 1. UVOD

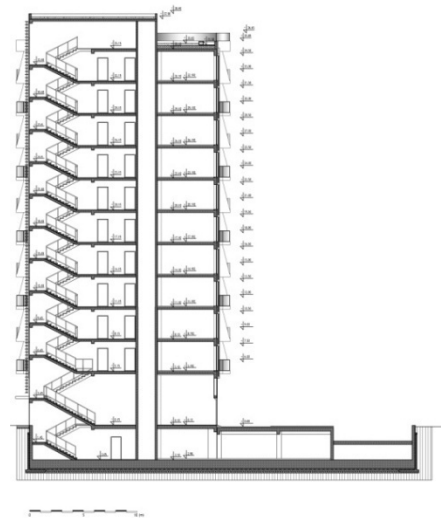
Usporedna analiza dimenzija konstruktivnih elemenata i količine armature u zavisnosti od vrste materijala zida izvršena je na novoprojektovanom objektu namenjenom višeporodičnom stanovanju spratnosti Po+Pr+10+Pk. Osnovni konstruktivni sistem objekta je armiranobetonski skelet. Proračun konstrukcije kao i data analiza izvršeni su u programu Tower 6. Analizom je određeno površinsko opterećenje za određenu vrstu zida, određen je uticaj vrste materijala zida na površinu poprečnog preseka betonskog stuba i količinu armature stuba u zavisnosti od spratnosti objekta koja se kreće od Po+Pr+Pk do Po+Pr+10+Pk. Takođe je određen uticaj vrste zida na površinu armature u pečurkastoj ploči u zavisnosti od debljine ploče koja se kreće od 15 – 20cm. Analiza obuhvata zidove od opekarskog bloka, penobetona i gipskartonskih ploča. Rad je rezultat istraživanja u okviru Master rada.

## 2. KONSTRUKCIJA OBJEKTA

Konstrukcija novoprojektovanog stambenog objekta je armiranobetonski skeletni sistem. Osnovni konstruktivni elementi objekta su armiranobetonska platna, stubovi, pečurkasta ploča i obodne grede. Objekat je po visini podeljen na 3 segmenta. Svaki segment se sastoji od 4 sprata. Na prvom segmentu elementi konstrukcije su MB50, na drugom MB40, a na trećem MB30. Takođe se i dimenzije stubova i platana menjaju po segmentima u cilju optimizacije konstruktivnih elemenata. Objekat je fundiran na AB temeljnoj ploči  $d=50$  cm. Stubovi su postavljeni na osovinskom rastojanju od 6,6 m, 4,9 m i 3,4 m u podužnom pravcu, odnosno na 5,6 m i 5,8 m u poprečnom pravcu. Pečurkasta ploča iznad podruma je debljine 30 cm, na ostalim etažama je debljine 20 cm i oslonjena je direktno na stubove. Po obodu ploča je oslonjena na obodnu gredu.



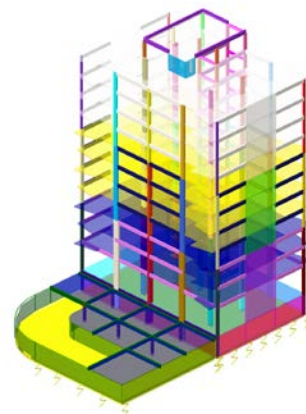
Slika 1 – Osnova tipskog sprata



Slika 2 – Presek A - A



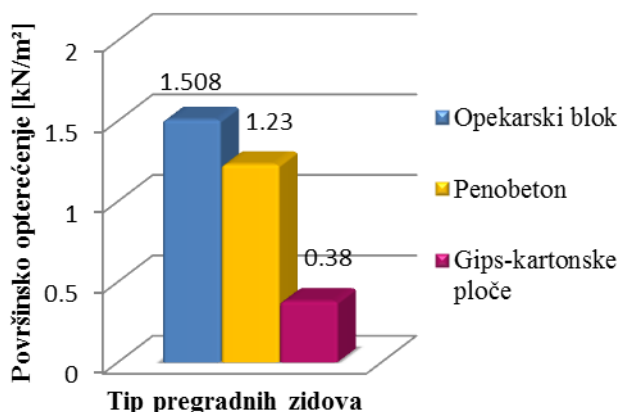
Slika 3 – 3D prikaz objekta



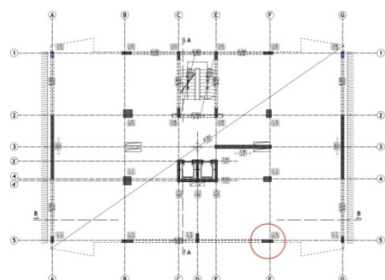
Slika 4 – Prikaz konstrukcije objekta pomoću softvera Tower 6

### 3. POVRŠINSKO OPTEREĆENJE ZA ODREĐENU VRSTU MATERIJALA ZIDA

Dijagram 1 – Dijagram vrednosti površinskog opterećenja za određenu vrstu materijala zida



### 4. UTICAJ VRSTE MATERIJALA ZIDA NA POTREBNU POVRŠINU POPREČNOG PRESEKA STUBA



Slika 5

Uticaj vrste materijala zida na površinu poprečnog preseka stuba u zavisnosti od spratnosti objekta određen je na stubu S16 MB50, čiji je položaj prikazan na slici 5. Da bi se odredio uticaj vrste zida na površinu poprečnog preseka stuba napravljena su tri proračunska modela: sa opterećenjem od zidova od opekarskog bloka, sa opterećenjem od zidova od penobetona i sa opterećenjem od zidova od gips-kartonskih ploča. Za svaki od ovih modela očitana je normalna sila od eksploatacionog opterećenja u datom stubu pri različitoj spratnosti objekta koja se kreće od Po+Pr+Pk do Po+Pr+10+Pk.

Potrebna površina poprečnog preseka stuba određena je na osnovu Pravilnika o izgradnji objekata

visokogradnje u seizmičkim područjima prema datom obrascu:

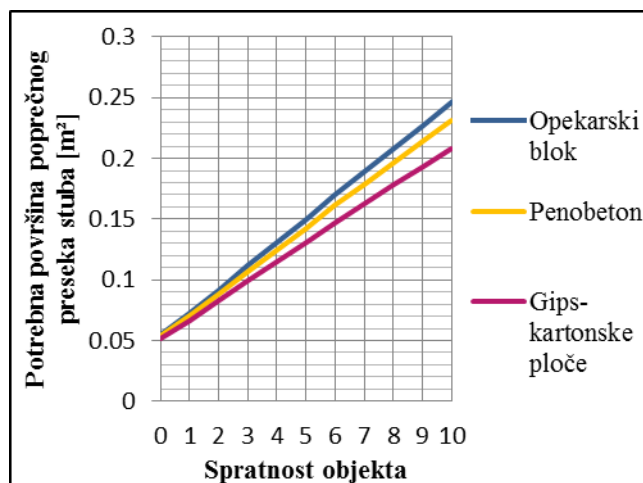
$$A_{pot} = \frac{N}{0,35 \cdot 0,7 \cdot \beta_k}$$

Vrednosti normalne sile za opterećenje od određene vrste materijala zida i određenu spratnost objekta date su u tabeli 1 i predstavljene na dijagramu 2.

Tabela 1 – Vrednosti normalne sile N i potrebne površine poprečnog preseka stuba  $A_{pot}$  u zavisnosti od vrste materijala zida i spratnosti objekta

Stub S16 MB50	Opekarski blok		Penobeton		Gips-kartonske ploče	
	N [kN]	$A_{pot}$ [m²]	N [kN]	$A_{pot}$ [m²]	N [kN]	$A_{pot}$ [m²]
Po+Pr+Pk	672	0,0548	661	0,0539	636	0,0519
Po+Pr+1+Pk	892	0,0728	866	0,0707	819	0,0669
Po+Pr+2+Pk	1130	0,0922	1088	0,0888	1017	0,0830
Po+Pr+3+Pk	1364	0,1113	1307	0,1067	1212	0,0989
Po+Pr+4+Pk	1605	0,1310	1529	0,1248	1410	0,1151
Po+Pr+5+Pk	1841	0,1503	1749	0,1428	1603	0,1309
Po+Pr+6+Pk	2079	0,1697	1974	0,1611	1800	0,1469
Po+Pr+7+Pk	2313	0,1888	2191	0,1789	1990	0,1625
Po+Pr+8+Pk	2548	0,2080	2409	0,1967	2180	0,1780
Po+Pr+9+Pk	2778	0,2268	2621	0,2140	2364	0,1930
Po+Pr+10+Pk	3008	0,2456	2835	0,2314	2547	0,2079

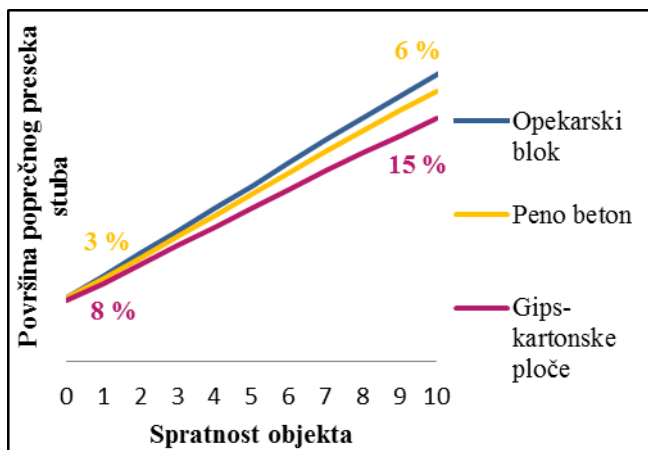
Dijagram 2 – Dijagram potrebne površine poprečnog preseka stuba u zavisnosti od vrste materijala zida i spratnosti objekta



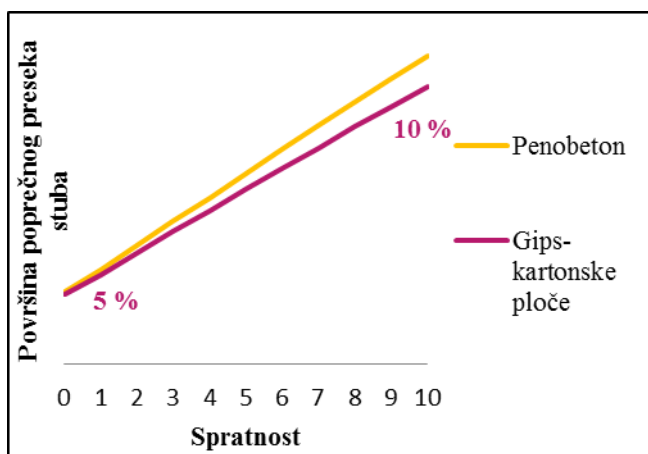
Sa dijagrama se vidi da se površina poprečnog preseka stuba linearno povećava sa povećanjem spratnosti objekta zbog linearnog priraštaja normalne sile. Najveća površina poprečnog preseka stuba potrebna je za zid od opekarskog bloka koji je najteži, nešto je manja površina za zid od penobetona, dok se najmanja površina poprečnog preseka stuba dobija za zid od gips-kartonskih ploča koji je najlakši. Sa povećanjem spratnosti objekta povećava se i razlika u površini

poprečnog preseka stuba za određenu vrstu zida, što znači da se sa smanjenjem spratnosti smanjuje i uticaj vrste zida na površinu poprečnog preseka stuba.

**Dijagram 3 – Dijagram uštede površine poprečnog preseka stuba pri upotrebi zidova od penobetona i gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od opekarskog bloka**



**Dijagram 3 – Dijagram uštede površine poprečnog preseka stuba pri upotrebi zidova od gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od penobetona**



**5. UTICAJ VRSTE MATERIJALA ZIDA NA POVRŠINU ARMATURE U STUBU**

Da bi se odredio uticaj vrste materijala zida na površinu armature stuba u zavisnosti od spratnosti objekta izvršeno je dimenzionisanje stuba u programu TOWER 6 za sva tri proračunska modela pri različitoj spratnosti objekta. Dobijene vrednosti date su u tabeli 2 i predstavljene na dijagramu 4.

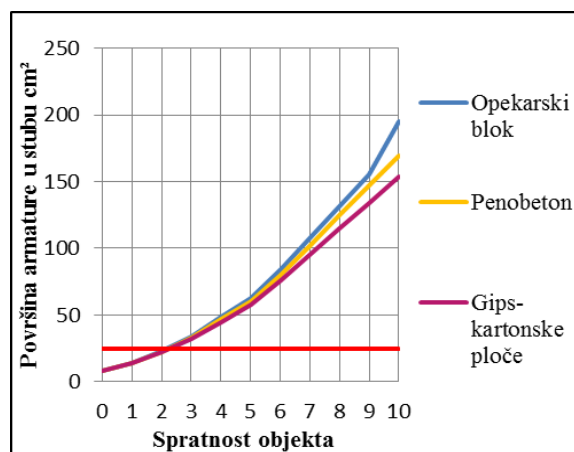
Najveća količina armature dobija se za zid od opekarskog bloka, nesto manja za zid od penobetona a najmanja za zid od gips-kartonskih ploča, što je

uslovljeno težinom datih zidova. Za spratnost objekta Po+Pr+3+Pk vrsta zida ne utiče na količinu armature pošto je u tom slučaju stub armiran minimalnom armaturom, dok se sa povećanjem spratnosti objekta povećava i razlika u armaturi stuba za određenu vrstu zida. Površina armature je za 4% manja pri upotrebi zidova od penobetona i za 8% manja pri upotrebi zidova od gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od opekarskog bloka, pri spratnosti objekta Po+Pr+5+Pk. Za spratnost Po+Pr+10+Pk može se uštedeti 13% površine armature u stubu pri upotrebi zidova od penobetona, odnosno 21% pri upotrebi zidova od gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od opekarskog bloka. Ako se poredе zidovi od penobetona i gips-kartonskih ploča, onda se može uštedeti 5% površine armature u stubu pri upotebi zidova od gips-kartonskih ploča za spratnost Po+Pr+5+Pk, odnosno 9% za spratnost Po+Pr+10+Pk.

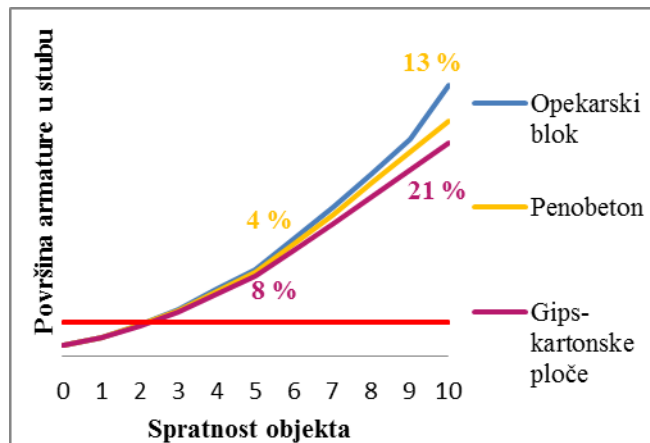
**Tabela 2 – Vrednosti potrebne površine armature u stubu u zavisnosti od vrste materijala zida i spratnosti objekta**

Stub S16 MB50	Opekarski blok	Penobeton	Gips-kartonske ploče
Spratnost	$\sum A_a [cm^2]$		
Po+Pr+Pk	7,82	8,02	8,37
Po+Pr+1+Pk	13,89	13,85	14,03
Po+Pr+2+Pk	22,91	22,47	22, 24
Po+Pr+3+Pk	34,01	32,84	32,39
Po+Pr+4+Pk	48,26	46,88	44,57
Po+Pr+5+Pk	62,58	60,24	57,42
Po+Pr+6+Pk	84,26	80,49	76,06
Po+Pr+7+Pk	107,46	102,00	95,10
Po+Pr+8+Pk	131,60	124,48	114,88
Po+Pr+9+Pk	155,80	146,95	134,77
Po+Pr+10+Pk	195,32	169,44	154,29

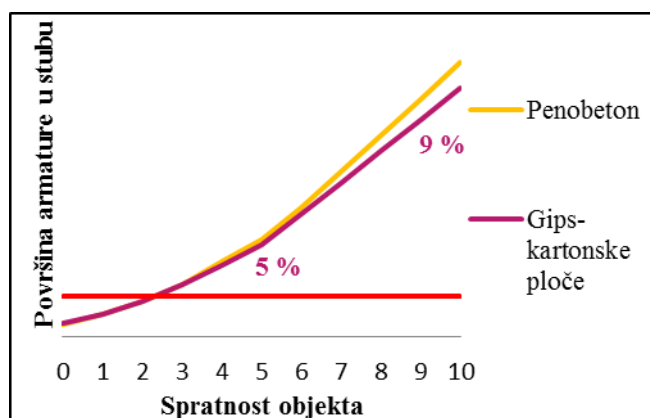
**Dijagram 5 – Dijagram potrebne površine armature stuba u zaisnosti od vrste materijala zida i spratnosti objekta**



**Dijagram 6 – Dijagram uštede armature u stubu pri upotrebi zidova od penobetona i gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od opekarskog bloka u zavisnosti od spratnosti objekta**



**Dijagram 7 – Dijagram uštede površine armature stuba pri upotrebi zidova od gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od penobetona**



## 6. UTICAJ VRSTE MATERIJALA ZIDA NA POVRŠINU ARMATURE U PEČURKASTOJ PLOČI U ZAVISNOSTI OD DEBLJINE PLOČE

U cilju utvrđivanja uticaja vrste zida na površinu armature u pečurkastoju ploči posmatrana je ploča tipskog sprata MB50. Napravljena su tri proračunska modela sa opterećenjima od tri različite vrste zida: opekarskog bloka, penobetona i gips-kartonskih ploča. Za svaki od ovih modela debljina ploče se kreće od 15 cm – 20 cm. Dimenzionisanje ploča izvršeno je u programu Tower 6 i očitane su vrednosti površine armature u određenim tačkama u ploči u gornjoj i donjoj zoni u oba pravca (tabela 3).

**Tabela 3 – Vrednosti potrebne površine armature u ploči u zavisnosti od vrste materijala zida i debljine ploče**

TAČKA 2	Opekarski blok	Penobeton	Gips-kartonske ploče	
Debljina ploče	Površina armature [cm <sup>2</sup> /m]			
d=15	A <sub>g1</sub>	39,28	36,95	31,91
	A <sub>g2</sub>	28,53	27,02	23,79
	A <sub>d1</sub>	0,20	0,19	0,16
	A <sub>d2</sub>	0,14	0,14	0,12
d=16	A <sub>g1</sub>	36,19	34,19	29,84
	A <sub>g2</sub>	26,65	25,32	22,44
	A <sub>d1</sub>	0,18	0,17	0,15
	A <sub>d2</sub>	0,13	0,13	0,11
d=17	A <sub>g1</sub>	33,81	32,05	28,20
	A <sub>g2</sub>	25,14	23,93	21,37
	A <sub>d1</sub>	0,17	0,16	0,14
	A <sub>d2</sub>	0,13	0,12	0,11
d=18	A <sub>g1</sub>	31,89	30,33	26,85
	A <sub>g2</sub>	23,90	22,81	20,45
	A <sub>d1</sub>	0,16	0,15	0,13
	A <sub>d2</sub>	0,12	0,11	0,10
d=19	A <sub>g1</sub>	30,33	28,89	25,74
	A <sub>g2</sub>	22,88	21,87	19,68
	A <sub>d1</sub>	0,15	0,15	0,13
	A <sub>d2</sub>	0,11	0,11	0,10
d=20	A <sub>g1</sub>	29,00	27,69	24,81
	A <sub>g2</sub>	22,00	21,06	19,02
	A <sub>d1</sub>	0,15	0,14	0,12
	A <sub>d2</sub>	0,11	0,11	0,10

Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da površina armature u ploči opada sa povećanjem debljine ploče. Najveća površina armature u ploči dobija se za opterećenje od zidova od opekarskog bloka, koji su i najteži, dok se najmanje armature dobije za opterećenje od zidova od gips-kartonskih ploča koji su najlakši. Takođe je utvrđeno da sa povećanjem debljine ploče postepeno opada razlika u površini armature za različite vrste materijala zidova.

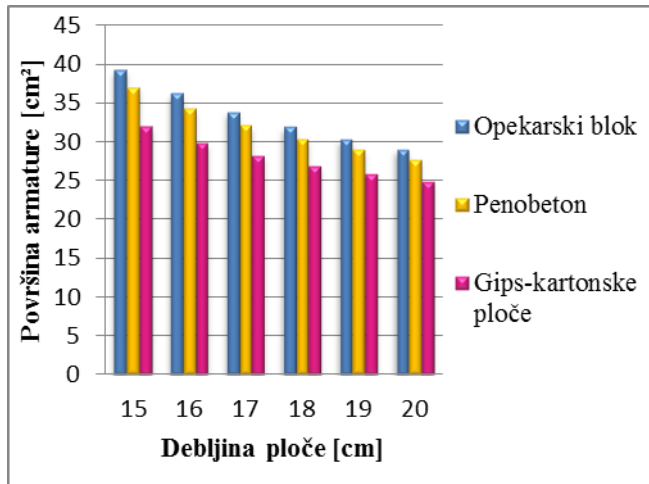
U tački 2, koja se nalazi iznad oslonca, može se uštedeti 6% površine armature u gornjoj zoni za pravac 1 pri upotrebi zidova od penobetona, odnosno 19% pri upotrebi zidova od gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od opekarskog bloka, pri debljini ploče od 15 cm. Za debljinu ploče od 20 cm ušteda se smanjuje i iznosi 5% pri upotrebi zidova od penobetona, odnosno 14% za zidove od gips-kartonskih ploča. Ušteda koja se može ostvariti pri upotrebi zidova od gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od penobetona iznosi 14% za ploču d=15 cm, a za ploču d=20 cm smanjuje se i iznosi 10%



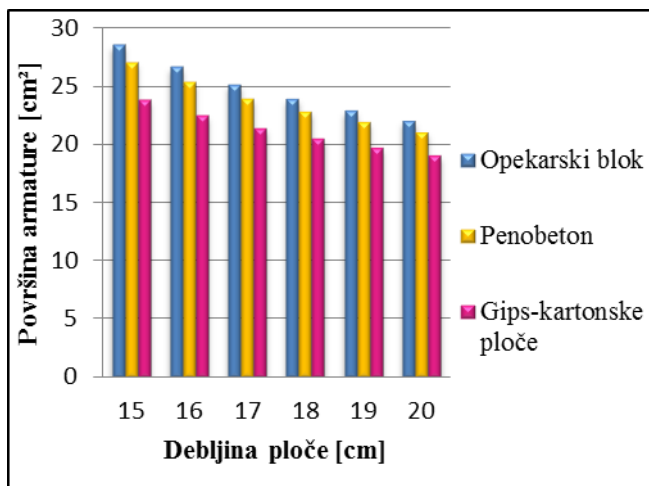
Slična ušteda ostvaruje se i za armaturu u pravcu 2 u gornjoj zoni ploče. U ovom slučaju može se uštedeti 5% pri upotrebi zidova od penobetona, odnosno 16% pri upotrebi zidova od gips-kartonskih ploča, za debljinu ploče od 15 cm. Za debljinu ploče od 20 cm ušteda se smanjuje i iznosi 4% za zid od penobetona i 14% za zid od gips-kartonskih ploča. Primenom zidova od gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od penobetona može se uštedeti 12% površine armature pri debljini ploče od 15 cm, odnosno 10% za d=20 cm (dijagram 7 – dijagram 12).

Vrednosti armature u donjoj zoni ploče za oba pravca i sve tri vrste zida su jako male, manje od minimalne potrebne armature, pa u donjoj zoni nije moguća ušteda u armaturi primenom zidova manje težine.

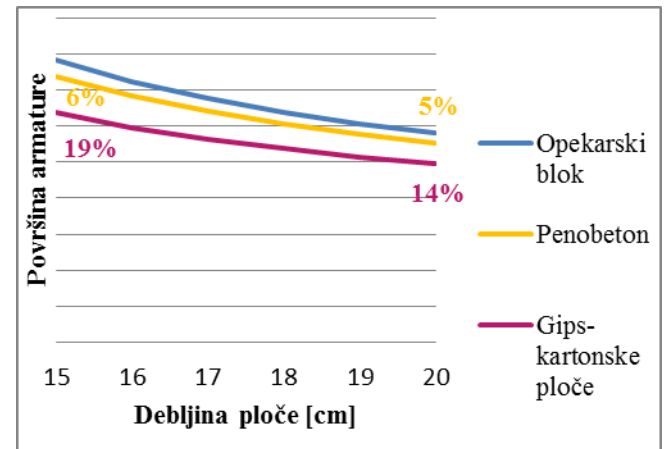
**Dijagram 8 – Dijagram površine armature u gornjoj zoni ploče za pravac 1 u zavisnosti od debljine ploče (tačka 2 iznad oslonca)**



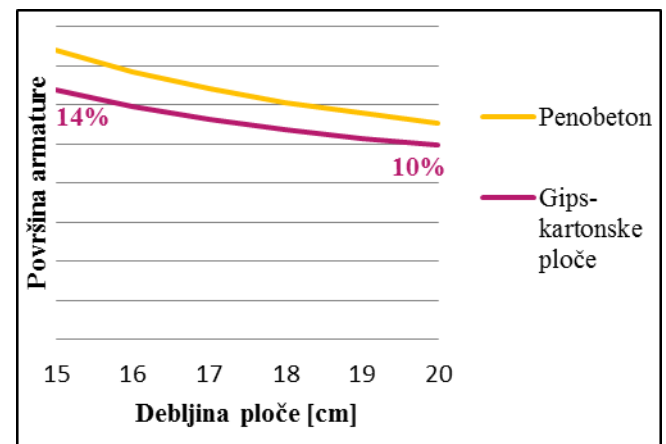
**Dijagram 9 – Dijagram površine armature u gornjoj zoni ploče za pravac 2 u zavisnosti od debljine ploče (tačka 2 iznad oslonca)**



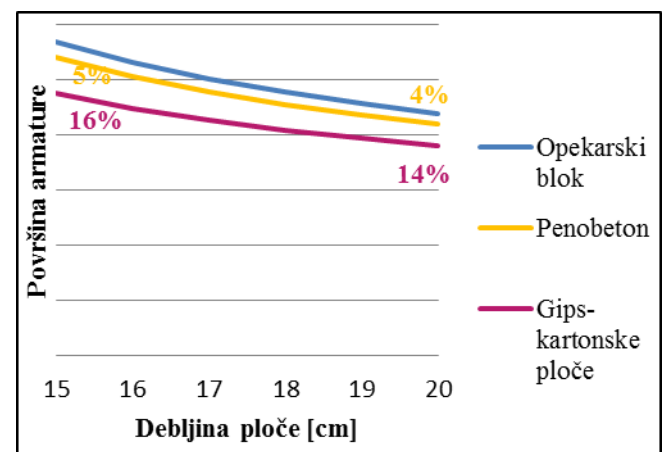
**Dijagram 10 – Dijagram uštede površine armature u gornjoj zoni ploče za pravac 1 pri upotrebi zidova od penobetona i gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od opekarskog bloka**



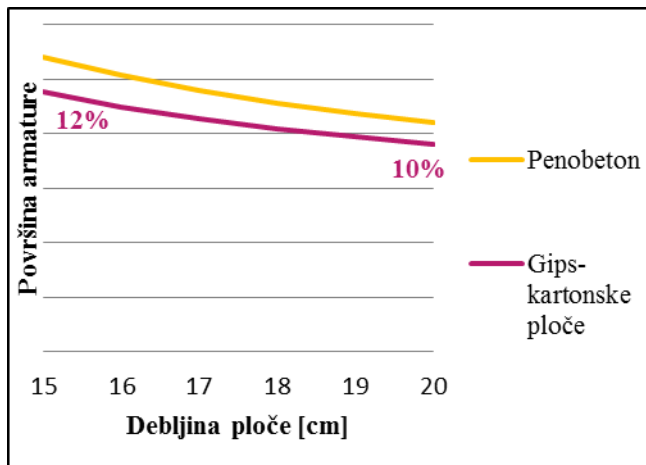
**Dijagram 11 – Dijagram uštede površine armature u gornjoj zoni ploče za pravac 1 pri upotrebi zidova od gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od penobetona**



**Dijagram 12 – dijagram uštede armature u gornjoj zoni ploče za pravac 2 pri upotrebi zidova od peno betona i gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od opekarskog bloka**



**Dijagram 13 – Dijagram uštede površine armature u gornjoj zoni ploče za pravac 2 pri upotrebi zidova od gips-kartonskih ploča u odnosu na zidove od penobetona**



2. *Evrokod 2: Proracun betonskih konstrukcija – Deo 1: Opsta pravila i pravila za zgrade (ENV 1992-1-1), CEN/TC 250/ SC 2, December 1991, prevod na srpski jezik u redakciji prof. dr Ž. Perišića, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1994;*
3. *Beton i armirani beton prema BAB 87, tom 1 i 2, grupa autora, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, četvrto izdanje, maj 2000.*
4. *Evrokodovi i jugoslovensko građevinsko konstrukterstvo, Jugoslovensko savetovanje, Zbornik saopštenja, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu sa JDGK i SZS, Beograd, 1995;*
5. *Evrokodovi i jugoslovensko građevinsko konstrukterstvo, Drugo jugoslovensko savetovanje, Zbornik saopštenja, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu sa JDGK i SZS, Beograd, 1997.*
6. *D. Veličkov, Master rad „Uporedna analiza dimenzija konstruktivnih elemenata i količine armature u funkciji vrste materijala zidova“, 2015. godina.*

## 7. ZAKLJUČAK

Primenom zidova od gips-kartonskih ploča može se ostvariti znatna ušteda, kako u količini utrošenog betona tako i u količini armature.

U odnosu na klasične sisteme gradnje, opekarskim blokom ili blokovima od penobetona, primenom zidova od gipsanih ploča može se ostvariti ušteda u površini poprečnog preseka stuba do 15%, dok ušteda u armaturi stuba iznosi do 20%. Izvršena analiza pokazuje da se sa povećanjem spratnosti objekta povećava ušteda u betonu i armaturi primenom zidova od gips-kartonskih ploča.

U slučaju pečurkaste ploče takođe se može ostvariti ušteda u količini armature, do 19%, primenom zidova od gips-kartonskih ploča u odnosu na opekarski blok i blokove od penobetona. Sa smanjenjem debljine ploče povećava se i ušteda u armaturi primenom zidova od gips-kartonskih ploča.

To znači da se za dati objekat površine oko 5000 m<sup>2</sup> može uštedeti oko 50000 kg armature, odnosno 50000€ ako je cena armature 1 €/kg

## 8. LITERATURA

1. *Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1: General rules and rules for buildings (prEN 1992-1-1), CEN/TC 250/ SC 2, jul 2002;*