

**ПРЕФАБРИКОВАНИ ЕЛЕМЕНТИ – БЕХАТОН И ИВИЧЊАЦИ У НИСКОГРАДЊИ  
PREFABRICATED ELEMENTS - BEHATON AND CURBS IN CIVIL ENGINEERING**

Мирко Бурсаћ, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Област – Грађевинарство**

**Кратак садржај** – У оквиру завршеног рада дате су теоријске основе префабрикованих елемената за поплочавање, ивичњака, њихов значај и њихова основна подела. Наведени су материјали који се користе за израду префабрикованих елемената, као и њихове димензије. Приказане су врсте испитивања које су урађене за префабрикавање елемената бехатон и за ивичњаке.

**Кључне речи:** нискоградња, префабриковани елементи бехатон и ивичњаци

**Abstract** – Within the framework of the completed work, the theoretical foundations of prefabricated elements for placement, curbs, their importance and their basic division are given. The materials used for the production of prefabricated elements, as well as their dimensions, are listed. The types of tests performed for prefabrication of behaton elements and curbs are shown

**Keywords:** Low-rise construction, behaton and curbs, prefabricated elements.

**1. УВОД**

Префабриковани елементи као што су бехатон и ивичњаци играју кључну улогу у грађевини тј. у нискоградњи, посебно у изградњи путева, пешачких стаза и других инфраструктурних пројеката. Бехатон је врста префабрикованог бетонског блока који су често правоуганог или квадратног облика са глатком или храпавом површином који се често користе за поплочавање површина.

Они су направљени од бетона високе чврстоће што их чини веома издржљивим и способним да издрже тешка оптерећења, тешке временске услове и саобраћај. Та издржљивост обезбеђује дугочекност поплочаних површина смањујући улагања и трошкове одржавања током времена. Бехатон блокови долазе у различитим бојама, текстурама и величинама, које омогућавају једноставно постављање смањујући трошкове рада и време изградње.

Многи бехатон блокови производе се коришћењем рециклираних материјала, што доприноси одрживости у грађевинским пројектима.

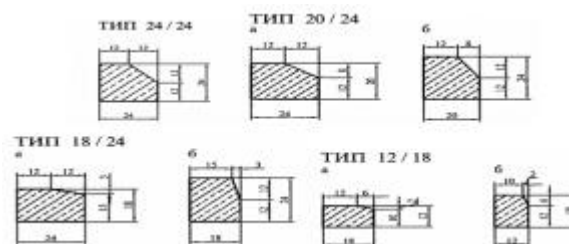
**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Милош Шешлија.

Ивичњаци су префабриковани или ливени бетонски или камени елементи постављени на ивицу коловоза тротоара и паркинга. Они помажу у раздвајању саобраћајних трака, спречавајући возила да уђу на тротоаре и у пешачке зоне. Побољшавају безбедност на путу и обезбеђују несметан ток саобраћаја. Ивичњаци су кључни у управљању токова атмосферских вода усмеравајући их на системе за одводњавање, спречавајући ерозију и смањујући ризик од поплава. Добро дизајнирани ивичњаци такође могу побољшати визуелну привлачност уличних пејзажа и урбаних подручја. Ивичњаци су неопходни за стварање приступачне инфраструктуре и неопходни су у пројектима нискоградње. Као и бехатон блокови нуде издржљивост, ефикасност, разноврсност истовремено доприносећи безбедности управљању атмосферским водама и естетици [1].

**2. ПРЕФАБРИКОВАНА ПРАТЕЋА ОПРЕМА ЗА ОИВИЧЕЊЕ И ПОПЛОЧАВАЊЕ КОЛОВОЗА****2.1 Префабриковани елементи за оивичење коловоза**

Коловозне површине које су намењене за кретање возила оивичене су основним елементима – ивичњацима који имају улогу да својом висином физички одвајају коловоз и остале површине. На тај начин они обезбеђују адекватно отицање воде, а притом не представљају значајнију сметњу приликом кретања возила. Стандардна висина ивичњака износи 12цм. Ивичњак се израђује у фабрици од бетона МБ40 или МБ50 са видним површинама које се могу правити од белог бетона. Такав ивичњак је намењен за оивичење коловоза примарне градске путне мреже и то са или без разделних трака, као и за паркиралишта. Уобичајена дужина ивичњака износи 80цм до 100цм док је ширина ивичњака димензије 20/24 или 18/24. Тип ивичњака 20/24 има закошено лице док ивичњак 18/24 има равно лице [1].

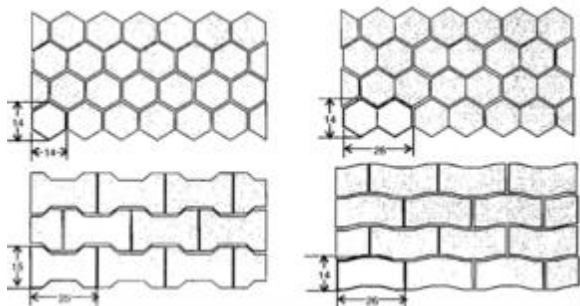


Слика 1. димензије стандардних бетонских ивичњака

## 2.2. Префабриковани елементи за поплочавање

Префабриковани елементи за поплочавање уграђују се на слој песка без или са заливањем спојница. Највећа пажња посвећује се код полагања елемента и обликовању веза са комуналним инсталацијама. Углавном су у питању елементи са односом страница  $a/b=1/1, 1/1.5$  и  $1/2$ .

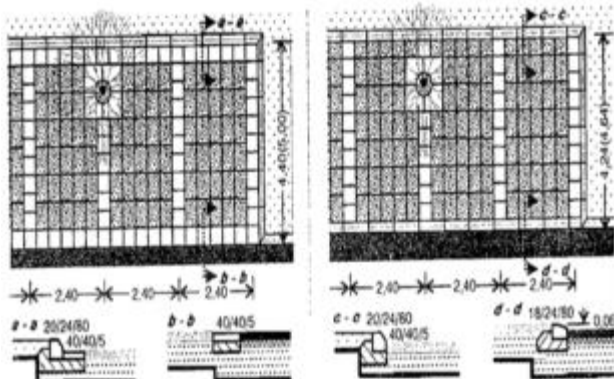
У данашње време производе се и другачији елементи за већу носивост, стабилност и трајност поплочане површине уз бољу естетику. Пар типова ових елемената приказани су на слици 2, [1].



Слика 2. Префабриковани елементи за поплочавање

Код свих врста елемената за поплочавање јавља се проблем прилагођавања кривинским облицима с тим што је код квадратних и код правоугаоних елемената најизраженији. У одређеним условима примењују се комбиновани елементи бетон трава за поплочавање великих паркинга за привремену употребу као и сервисних саобраћајница.

Однос бетона и травнате површине је најчешће 2:1. Коришћење префабрикованих елемената у случају бетон трава треба обратити пажњу на то да они нису погодни за пешаке и да представљају и потенцијалну опасност због постојећих отвора који могу бити прекривени травом где је за интензивно коришћење потребно ставити плоче за кретање пешака [1], [2].



Слика 3. Типска оивичења и обрада паркинг простора са елементима бетон трава

## 2.3 Доступни материјали који се користе за израду префабрикованих материјала

У сврху израде блокова могу се користити различити материјали. За израду горњег слоја, користе се цемент, доломит прах и фарба, док се за доњи слој користе цемент, фини агрегат (4.75 mm-150 mm) и камена ситнеж (<4.75mm). Углавном се користи

Портланд цемент, који се меша са агрегатом у адекватној размери, приликом чега се додаје и адекватна количина воде.

Доломит се меша са цементом и фарбом помоћу мешалице, а потом се полаже у калупе. Основна улога доломита јесте да унесе потребну боју на површини блока [1].

## 2.4 Димензије префабрикованих елемената

Најобимније димензионисање колвоза од бетонских елемената је креиран у складу са Aashto методом за флексибилне конструкције, приликом чега се водило рачуна о особинама материјала у горњем и доњем носећем слоју, заменском слоју (уколико га има) у постелици, као и у слоју који је сачињен од хидроизолационог материјала (према потребама).

Главни проблем када је у питању димензионисање материјала, јесте приказ застора од блокова и слоја песка. Према бројним истраживањима, сложени моду (блок+ песок) после изградње би требао да износи око 350 Мра, а након 10000 понављања прелаза уобичајеног оптерећења требало би да износи око 3100 Мра. Коefицијент носивости сложеног слоја (блок+ песок) износи:

$e_{b/s}$  - модул сложеног слоја [psi] ( $psi = 0.0069 \text{ Мра}$ ),  
 $\alpha_{b/s}$  - коefицијент сложеног слоја.

Модул сложеног слоја сличан је и за асфалт једнаке дебљине. У поређењу са асфалтом, коловоз сачињен од бетонских елемената не опада како расте температура, а не постаје ни ломљив како температура опада. Препоручене марке бетона у односу на саобраћајна оптерећења у нашим условима, дате су у

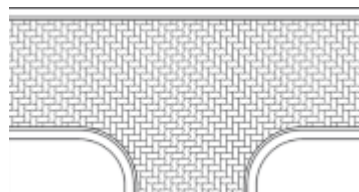
Табели 2.

Саобраћајно оптерећење	МВ(МПа)
Врло тешко	40
Тешко	35
Остало	30

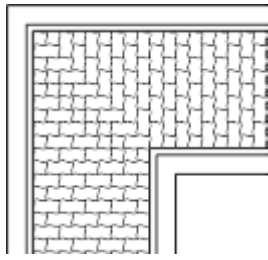
Тип материјала у подлози	Е (МПа)
Цементом стабилизован шљунак	7000 - 14000
Цементом стабилизован локални материјал	3500 - 7000

## 2.5 Могућност полагања префабрикованих бетонских елемената

Префабриковани бетонски елементи на деловима пута где се врши раздвајање коловоза или кривина, могу се поставити на различите начине, а најчешће укључују:



Слика 4. Непромењени шема и угао приликом постављања



Слика 5. Непромењена шема али промењен угао за постављање

### 3. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА ОТПОРНОСТИ

У испитивању су вршене анализе бетона од којег су израђени ивичњаци и префабриковани материјали и представљају следећа испитивања: Отпорност на затезање при савијању, отпорност на хабање.

#### 3.1 Отпорност бетонских ивичњака при савијању

Oznaka ispitnog uzorka / Specimen mark	Datum ispitivanja / Date of test	Starost betona na dan ispitivanja / Concrete Age on Test Day (dan/day)	Maksimalna debljina / Maximum thickness (mm)	Rastojanje između obojaca / Distance apart of the supports (mm)	Rastojanje od ivice do suprotno ivice / Distance from edge to the opposite edge (mm)	Sila loma / Failure load (N)	Čvrstoća pri zatezanju savijanjem / Bending strength (MPa)	
							pojedinačni / individual	srednja / average
BB1	17.02.2022	36	102896388	800	88.18	28450	5,3	5,7
BB2	17.02.2022	36	103696388	800	88.18	30880	5,8	
BB3	17.02.2022	36	102924430	800	88.09	31250	5,9	
Uslov kvaliteta prema standardu / Quality requirement according to standard: SRPS U.N2.060.1989.1.5.2**							≥ 4,0	≥ 5,0

Слика 6. Одређивање бетонске чврстоће при затезању, савијањем

Приликом анализе узето је 3 узорка. Метода која је коришћена је SRPS U.N2060: 1989 t.6.2. Добијени резултати испитивања крећу се у границама од 5,3 до 5,9. Према истраживању, сва три узорка бетонских ивичњака испунили су услов квалитета чврстоће у складу са стандардом, који износи  $\geq 4,0$  за појединачни узорак и  $\geq 5,0$  за сва три узорка.

#### 3.2 Отпорност бетонских ивичњака на хабање

Oznaka ispitnog uzorka / Specimen mark	Datum ispitivanja / Date of test	Starost betona na dan ispitivanja / Concrete age on test day (dan/day)	Epruvete pre habanja / Specimens before wearing				Epruvete posle habanja / Specimens after wearing				Otpornost prema habanju / Wearing resistance (mm <sup>3</sup> /50-cm <sup>2</sup> )	
			Dimenzija / Dimension (mm)	Debljina / Thickness (mm)	Debljina / Thickness (mm)	Debljina / Thickness (mm)	Masa / Mass (g)	Masa / Mass (g)	Debljina / Thickness (mm)	Masa / Mass (g)		
H1	23.02.2022	40	6,95	6,98	6,98	335,5	700,3	2,395	6,7	680,9	38,4	8,5
H2	23.02.2022	40	6,96	6,97	6,98	335,6	712,2	2,303	6,7	685,8	36,4	7,6
H3	23.02.2022	40	6,99	6,97	6,98	340,1	705,9	2,876	6,72	688,3	17,6	8,1
Uslov kvaliteta prema standardu / Quality requirement according to standard: SRPS U.N2.060.1989.1.5.3**											≥ 21	≥ 38

Слика 7. Испитивање отпорности према хабању брушењем на узорцима бетонских ивичњака

Приликом анализе узето је 3 узорка. Метода која је коришћена је В-В8 015: 1984. Добијени резултати испитивања крећу се у границама од 7,6 до 8,5 са средњом вредношћу од 8,1. Услов квалитета према стандарду са аспекта отпорности на хабање бетонских ивичњака у овом случају су испуњени.

### 3.3 Отпорност префабрикованих елемената при савијању затезањем

Oznaka ispitnog uzorka / Mark of test sample	Datum ispitivanja / Date of test	Starost betona na dan ispitivanja / Concrete Age on Test Day (dan/day)	Dužina loma / Failure length (mm)	Debljina bloka na mestu ravnog loma / Thickness of the block at the failure plane (mm)	Korektivni faktor za debljinu bloka / Correction factor for block thickness	Opterećenje pri lomu / Failure load (N)	Opterećenje pri lomu po jedinici dužine / Failure load per unit length (N/mm)	Čvrstoća pri zatezanju cepanje / Tensile Splitting Strength (MPa)	
								pojedinačni / individual	srednja / average
BB1	23.02.2022	40	200	100	1.11	104100	520	3,7	3,8
BB2	23.02.2022	40	200	99	1.11	115780	580	4,1	
BB3	23.02.2022	40	200	99	1.11	110320	550	3,9	
BB4	23.02.2022	40	199	99	1.11	105620	530	3,8	
BB5	23.02.2022	40	200	100	1.11	102980	510	3,6	
BB6	23.02.2022	40	200	100	1.11	103520	520	3,7	
BB7	23.02.2022	40	200	99	1.11	111200	560	4	
BB8	23.02.2022	40	200	100	1.11	108620	540	3,9	
Uslov kvaliteta prema standardu / Quality requirement according to standard: SRPS EN1208.2012.1.5.3**							≥ 2,90	≥ 3,6	

Слика 8. Одређивање чврстоће при затезању, цепањем

Приликом анализе узето је 8 узорка. Добијени резултати испитивања крећу се у границама од 3,7 до 4,1. Средња вредност отпорности узорка износи 3,8. Према истраживању, свих осам узорка бетонских елемената за поплочавање испунили су услов квалитета чврстоће у складу са стандардом, који износи  $\geq 2,9$  за појединачну вредност и  $\geq 3,6$  за средњу вредност свих узорка.

#### 3.4 Отпорност префабрикованих елемената за поплочавање на хабање

Oznaka ispitnog uzorka / Mark of test sample	Datum početka / završetka ispitivanja / Date of start / End of test	Starost betona na dan ispitivanja / Concrete Age on Test Day (dan/day)	Masa ispitnog uzorka pre habanja / Mass of test sample before abrasion (g)	Zapreminska masa ispitnog uzorka pre habanja / Density of test sample before abrasion (g/mm <sup>3</sup> )	Masa ispitnog uzorka posle habanja / Mass of test sample after abrasion (g)	Gubitak mase epruvete posle 16 ciklusa / Loss in mass after 16 cycles (g)	Gubitak zapremine epruvete posle 16 ciklusa / Loss in volume after 16 cycles [1000mm <sup>3</sup> /50000mm <sup>2</sup> ]	Uslov kvaliteta prema standardu SRPS EN 1338:2012 F klasa / class 1	
								pojedinačni / individual	srednja / average
H1 <sup>2</sup>	23.02.2022	40	732,6	0,00223	723,9	8,7	3731	4117	
H2 <sup>2</sup>			735,7	0,00222	725,6	10,1	4371		
H3 <sup>2</sup>			730,5	0,00218	720,9	9,6	4249		
Uslov kvaliteta prema standardu SRPS EN 1338:2012 F klasa / class 1								bez izmerenih performansi / no performance measured	
Uslov kvaliteta prema standardu SRPS EN 1338:2012 H klasa / class 3								≤ 20000	
Uslov kvaliteta prema standardu SRPS EN 1338:2012 I klasa / class 4								≤ 18000	

Слика 9. Испитивање отпорности на хабање префабрикованих елемената

Приликом анализе узето је 3 узорка. Добијени резултати испитивања крећу се у границама од 3731 до 4249 са средњом вредношћу од 4117. Услов квалитета према стандарду са аспекта отпорности на хабање префабрикованих елемената за поплочавање у овом случају су испуњени.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Префабриковани елементи су се појавили као револуционарно решење за решавање изазова ефикасности и издржљивости. Међу најсвестранијим и најшире коришћеним монтажним елементима су бехатон и ивичњаци. Овај завршни рад истражио је предности за примену ових елемената у савременој грађевини. Бехатон је све популарнији у грађевинарству из неколико разлога:

- Издржљивост и дуговечност
- Естетска привлачност
- Једноставна инсталација
- Одрживост

Ивичњаци су још један битан монтажни префабриковани елемент који се користи у грађевинарству, посебно у путној инфраструктури и пејзажном уређењу. Улоге ивичњака су:

- Контрола саобраћаја
- Отицање атмосферских вода
- Једноставна примена
- Улепшавају стамбене прилазе

Ови монтажни елементи могу да трансформишу уличне пејзаже, прилазне путеве и пројекте пејзажног уређења, побољшавајући укупни квалитет изграђеног окружења. Напредовање грађевинске индустрије, обећава да ће ови монтажни елементи вероватно остати суштинске компоненте иновативних и ефикасних грађевинских пракси [3].

#### 5. ЛИТЕРАТУРА

[1] М. Малетин, Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима, 2009.

[2] Закон о јавним путевима, Београд (Службени гласник РС бр.-101/2005)".

[3] Узелац Ђ.: „Путеви и градске саобраћајнице”, ФТН издаваштво, Нови Сад, 2015.

##### Кратка биографија:



**Мирко Бурсаћ** рођен је у Шапцу 1997. год. Основне академске студије грађевинарства завршио је 2022. год на Факултету техничких наука. Мастер рад из Грађевинарства – Саобраћајнице одбранио је 2023. године

Контакт:  
[mirkobursac97@yahoo.com](mailto:mirkobursac97@yahoo.com)