

ИЗРАДА ПРЕТХОДНИХ БЕТОНСКИХ МЕШАВИНА ЗА ПРИМЕНУ У ГРАДСКИМ УСЛОВИМА**PRODUCTION OF PREVIOUS CONCRETE MIXTURES FOR USING IN URBAN CONDITIONS**

Саша Савић, Милош Шешлија, Факултет Техничких Наука, Нови Сад

Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај - У раду су дате везе између бетонских мешавина и анализа претходних бетонских мешавина за израду бетонских елемената. Упоредно су основна физичко-механичка својства бетона (чврстоћа при притиску, чврстоћа при савијању, дејство мрза, дејство мрза и соли и водонепропусност (ВДП)).

Кључне речи: Пројектовање, Бетонске мешавине

Abstract – This paper presents the connections between concrete mixtures and the analysis of previous concrete mixtures for the production of concrete elements. The basic physical and mechanical properties of concrete (compressive strength, flexural strength, frost action, frost and salt-action and watertightness (VDP)) were compared.

Keywords: Designing, Concrete mixtures

1. УВОД

Површина пута по којој се одвија саобраћај назива се коловоз или коловозна конструкција. Основни критеријум за правилно функционисање коловозне конструкције у погледу трајности, сигурности и удобности војње су:

- Да је постављена на добро носиву подлогу (постељицу),
- Да омогући ефикасно одвођење воде са површине коловоза,
- Да има површински раван слој, потребно храпав, отпоран на хабање и утицај атмосфера-лија и хемикалија.

2. САСТАВИ БЕТОНСКИХ МЕШАВИНА

Пројектовање састава бетонских мешавина је углавном ствар избора и пропорције мешања компоненталних материјала, да би се добила жељена оптимална својства бетона у конструкцији.

Примарни циљ пројектовања састава бетонске мешавине је направити економичну мешавину каменог агрегата, гранулације у граничном појасу спецификације и цемента, тако да мешавина има:

НАПОМЕНА

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

- Такаву рецептуру да се осигура трајност елемената од замора и климатских утицаја,
- Довољну стабилност да задовољи пројектно саобраћајно оптерећење без појаве оштећења и деформација,
- Оптимални садржај шупљина у збијеној бетонској мешавини,
- Добру уградљивост без склоности ка сегрегацији [1].

2.1 Везиво

У крутим коловозним конструкцијама као везивно средство најчешће се користи цемент. Цемент је хидраулично везиво тј. фино самлевени неоргански материјал, који помешан са водом, ствара пасту, која довољно дуго задржава обрадивост а затим реакцијама хидратације везује и очвршћава. Након очвршћавања задржава чврстоћу, одговарајућу запремину и стабилност. Због таквих својих особина налази широку примену у грађевинарству као основни састојак бетона.

Карактеристике цемента: оптималан почетак и крај везивања; умерена потреба за водом за стандардну конзистенцију, брз прираст чврстоће; висок ниво чврстоћа на свим терминима; могућност постизања високих марки бетона (табела 1).

Табела 1. Ознака цемента према европским стандардима [1, 2]

Табела 1	
Naziv	Oznaka
Portland cement	CEM I
Portland cement sa dodatkom zgure	CEM II/A-S CEM II/B-S
Portland cement sa dodatkom pucolana	CEM II/A-P CEM II/A-Q CEM II/B-P CEM II/B-Q
Portland kompozitni cement	CEM II/A-M CEM II/B-M
Metalurški cement	CEM III/A CEM III/B CEM III/C
Pucolanski cement	CEM IV/A CEM IV/B
Kompozitni cement	CEM V/A CEM V/B

Ознаке у табели: А – проценат учешћа од 6 до 20%; В – проценат учешћа од 21 до 35%; С – – проценат

учешћа згуре од 81 до 95%; S – згура високих пећи; P- природни поцулани; Q-активни поцулани; M-мешани додатак поцулана и згуре; V-силикатни летећи пепео; W-карбонатни летећи пепео; L-кречњак;

2.2 Агрегат

Под појмом агрегат или гранулат подразумева се уситњен камен одређене крупноће. Агрегат може бити природан и вештачки. Просејавањем кроз серију сита добијају се поједине групе зрна приближно исте крупноће. Ове групе се називају фракцијама. Примењују се следеће фракције: 0 до 4мм, од 4 до 8мм, од 8 до 12мм, од 12 до 16мм, од 16 до 31,5мм. Користе се за израду бетона, при изградњи путева и улица, за израду разних врста малтера, за насипања, као подлога за темеље и др [1, 2].

2.3 Вода

Вода представља неопходну компоненту сваке бетонске мешавине, пошто је само уз њено присуство могуће одвијање процеса хидратације цемента. Поред тога, вода у свежем бетону је значајна и као компонента путем које се остварује потребан вискозитет бетонске смеше, односно као компонента која омогућава ефикасно уграђивање и завршну обраду бетона.

Вода за справљање бетона не сме да садржи састојке који могу неповољно да утичу на процес хидратације цемента, као ни такве састојке који могу да буду узрочници корозије арматуре (челика) у армиранобетонским конструкцијама. Вода за пиће практично увек задовољава наведене услове, па она може да се употреби за справљање бетона и без посебног доказивања подобности. Међутим, у свим осталим случајевима мора да се прибави доказ о квалитету воде за бетон [1, 2].

2.4 Хемијски додаци бетону

За побољшање особина бетона (бржи прираштај чврстоће, отпорност на мраз, обрадљивост, уградљивост...) користе се хемијски додаци. Количине које се њима додају су мале у односу на друге компоненте, али имају веома велике утицаје на остваривање захтеваних особина. Њихова цена има велики утицај на коначну вредност добијеног бетона [2].

3. ПРОЈЕКТОВАЊЕ МИНЕРАЛНЕ МЕШАВИНЕ

Добро пројектована бетонска мешавина мора поседовати следећа својства:

- стабилност (отпорност на деформацију под оптерећењем),
- трајност (отпорност на климатске утицаје и дејство саобраћаја у току времена),
- флексибилност (отпорност на замор под дејством саобраћајног оптерећења и ниских температура),
- храпавост површине (отпорност на клизање),
- водонепропустљивост,
- уградљивост.

3.1 Прорачун гранулометријског састава бетонске мешавине

Прорачун који следи важи за одређивање гранулометријског састава било које минералне мешавине за бетон и друге невезане минералне мешавине. Основна формула за прорачун дата је изразом (1) [2]:

$$P=A \times a + B \times b + V \times v + itd \quad (1)$$

P – проценат пролаза минералне мешавине састављене од материјала A , B , и V ,

A , B , V – проценат пролаза материјала на датом сити,

a , b , v – пропорције учешћа материјала у мешавини, при чему збир учешћа мора бити једнак 1 или 100 %.

4. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРЕТХОДНОГ САСТАВА БЕТОНСКЕ МЕШАВИНЕ

За потребе ипитивања кориштени су подаци из лабораторије за бетон и друге грађевинске материјале. Узети су подаци за 5 мешавина (табела 2).

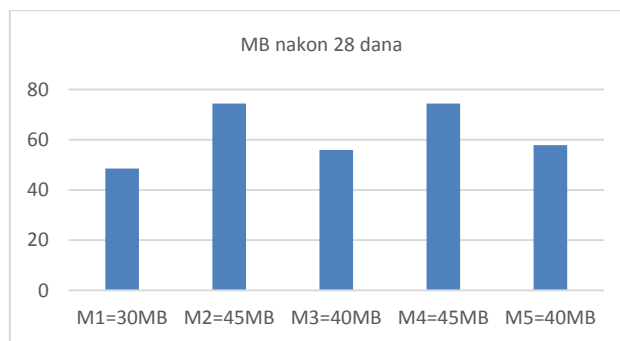
Табела 2. Приказ орјентационог састава мешавине бетона

Мешавина	Цемент kg/m ³	Вода kg/m ³	Додаци kg/m ³			Природни агрегат kg/m ³			
						0/4	4/8	8/16	16/32
M1	400	180	0,2			781	217	307	488
M2	420	165	2,94	0,17		653	333	350	403
M3	380	150	2,28	0,114		778	222	350	479
M4	400	155	2,8	0,8	0,48	764	284	729	/
M5	380	180	3,8			771,7	283,6	374,7	468,6

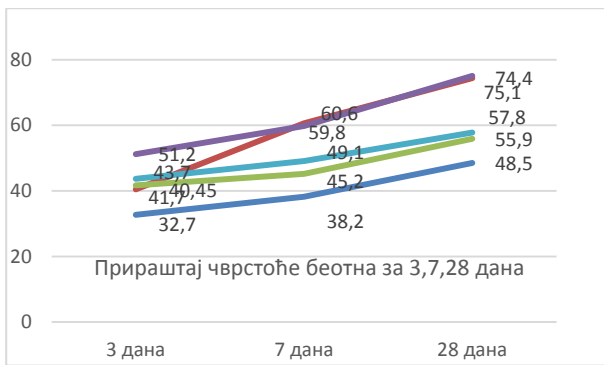
5. Физичко-механичка својства испитиваног очврслог бетона

За потребе истраживања на 5 узорак извршено је испитивање: чврстоћа при притиску; чврстоћа при савијању; отпорност на хабање; коефицијент водопропустљивости; отпорност на дејство мрза; отпорност на дејство мрза и соли за одмрзавање.

Графички приказ за испитивање чврстоће при притиску:



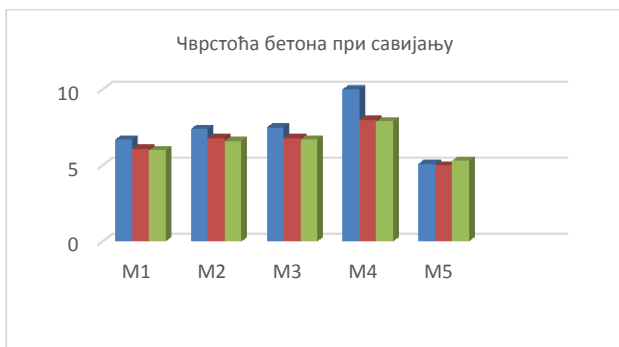
Слика 1. Чврстоћа бетона при притиску након 28 дана



Слика 2. Прираштај чврстоће бетона при притиску кроз време

Највећу вредност марке бетона на 5 узорка имају остварену узорци: M2(45) Фп=74,4 МПа, M4 (45) Фп=75,1 МПа (слика 1). Приказане остварене чврстоће за 1,3,7 дана, где се упоређивањем може видети, да узорци са највећим маркама остваре најбрже и највеће чврстоће у односу на ниже марке. Лабораторијским испитивањем је утврђено да сваки узорак задовољава захтевану марку бетона. Највећи прираштај чврстоће за 3 дана има узорак M4, за 7 дана узорак M2, док за 28 дана остварује опет узорак M4 (слика 2).

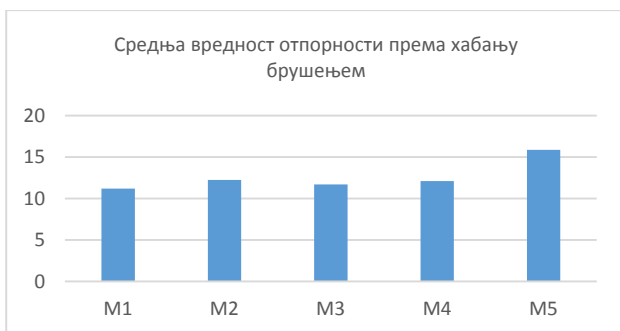
Графички приказ чврстоће бетона при савијању:



Слика 3. Чврстоћа бетона при савијању након 28 дана

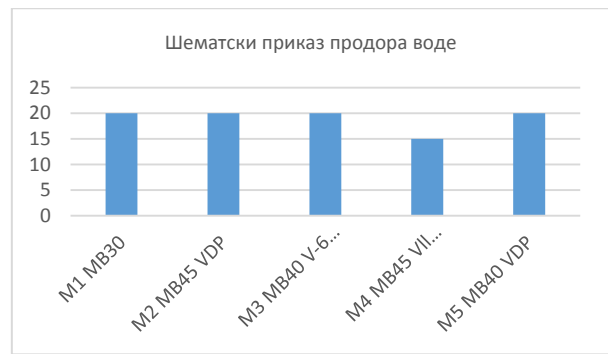
Чврстоћа при савијању је прорачуната на узорцима димензија 10*10*40 и 15*15*60 мм према правилнику ВАВ 87. Узорак број M4 има највећу остварену чврстоћу при савијању (слика 3). На основу лабораторијских испитивања сваки узорак задовољава захтевану чврстоћу на савијање.

Графички приказ отпорности бетона на хабање:



Слика 4. Отпорност према хабању

Графички приказ водонепропусливости:



Слика 5. Приказ резултата ВДП-а

Максималан продор воде је 25 мм и то је на узорку M5, а средњи продор воде је 15 мм (слика 5).

Графички приказ отпорност на дејство мраза:



Слика 6. Отпорност на дејство мраза

Минимални дозвољени однос чврстоће смрзнутих тела према несмрзнутим је 75%. Након 200 циклуса наизменичног замрзавања и одмрзавања, просечна чврстоћа при притиску замрзаваних тела износи 89,99% просечне чврстоће при притиску незамрзнутих тела еквивалентне старости (слика 6). Испитивани узорци M1, M2, M3, M4, M5 ЗАДОВОЉИЛИ су критеријуме стандарда SRPS U.M1.016:1992 за претходна испитивања бетона према Правилнику о техничким нормативима за бетон и армирани бетон [1,3].

Узорак отпорност на дејство мраза и соли за одмрзавање:



Слика 7. Испитивање на дејство мраза и соли

Визуелним прегледом пре почетка и на крају 7,14,28 циклуса наизменичног замрзавања и одмрзавања у присуству соли за одмрзавање, нису уочене пукотине, љуспања зрна агрегата, нити цурења воде и раствора

ни на једном од узорака. Сви узорци су отпорни на дејство мрза и соли за одмрзавање (слика 7) [1-4].

6. ЗАКЉУЧАК

На основу табеле вредности чврстоће за предвиђена саобраћајна оптерећења утврђујемо, да претходне бетонске мешавине узорак М2, М3, М4, М5 задовољавају ВРЛО ТЕШКО предвиђено саобраћајно оптерећење, док узорак М1 задовољава ОСТАЛА саобраћајна оптерећења, односно намена им је за коловозе намењене мањим саобраћајним оптерећењима (пешачке и бицикличке стазе, прилази, паркинг места за аутомобиле). Мешавина М1 може да се користи и за ТЕШКО и ВРЛО ТЕШКО саобраћајно оптерећење јер је утврђено да је бетон достигао марку бетона већу од 40 МПа ($M_{128 \text{ ДАНА}} = 48,5 \text{ МПа}$).

Сви узорци на основу испитивања чврстоће при савијању утврђено је, да задобољавају ВРЛО ТЕШКО саобраћајно оптерећење, јер сви имају чврстоће веће од 5 МПа. Највећу просечну чврстоћу при савијању има узорак М4 ($M_{428 \text{ ДАНА}} = 8,63 \text{ МПа}$), док најмању узорак М5 ($M_{528 \text{ ДАНА}} = 5,13 \text{ МПа}$).

Хабање хабајућег слоја бушењем, испитано према стандарду JUS B.8.015 при старости бетона од 28 дана, не сме бити већи од $18 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ у сувом стању и $35 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ у водом засићеном стању. Свих 5 узорак задовољава отпност на хабање. Најмању чврстоћу на хабање има узорак М1 ($11,2 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$) док највећу узорак М5 ($15,86 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$).

Марка водонепропустљивости према стандарду JUS U.M1.015 при старости бетона од 28 дана не сме бити нижи од V6 за бетоне у цементно бетонским плочама које су непосредно изложене атмосферским утицајима. Дубина продирања не сме бити већа од 25 мм. Испитивања водонепропустљивости на 5 узорак утврђено је, да сви узорци задовољавају ВДП. Највећа дубина продора воде од 20 мм остварена је на свим узорцима, сем узорку М4 чији је продор био нешто мањи, односно 15 мм.

Бетон носивог слоја цементно-бетонског коловоза, који је изложен циклусима смрзавања и одмрзавања, мора одговарати минимално марки смрзавања 200 према стандарду JUS U.M1.016 при старости бетона од 28 дана. Отпорност површине бетона хабајућег слоја и подручјима где се употребљава со за одмрзавање леда мора одговарати степену оштећења „0“ према стандарду JUS U.M1.055 (табела 3).

Табела 3. Критеријуми за оцену дејства мрза и соли

Степен оштећења:	Критеријум за оцену:
0 - без љуштења	отпорна
1 - слабо љуштење	отпорна
2 - средње љуштење	неотпорна
3 - јако љуштење	неотпорна

Испитивањем је утврђено да сви узорци задовољавају отпорност на мраз, замрзавање и одмрзавање од 200 циклуса, као и да им је свима степен оштећења 0, односно без љуштења, тј трагова љуштења на површинском слоју нема.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ачански В.: Правилник о механичким нормативима за бетон и армирани бетон-ВАН 87. Београд, Грађевинска књига
- [2] Мурављев М. : Основи теорије у технологији бетона. Београд: Грађевинска књига, 2000
- [3] Храниловић А., Узелац С. : Методе испитивања отпорности бетона на смрзавање. Стручни рад, Грађевинар 57, 2005
- [4] Проф. др Брчић.: Бетонске конструкције 1. Нови Сад, Основне академске студије, предавања.

Кратка биографија:



Саша Савић, рођен је у Лозници 1991. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви, железнице и аеродроми одбранио је 2021. године.

Контакт: savic1991@hotmail.com



Милош Шешлија, рођен је у Новом Саду 1987. год.. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2018. год., а од 2019. год. је у звању доцента на Катедри за геотехнику и саобраћајнице.