

ПРИМЕНА УВАЉАНОГ БЕТОНА У ПУТАРСТВУ APPLICATION OF ROLLER-COMPACTED CONCRETE IN ROADS

Анита Рајда, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У раду је обрађена примена уваљаног бетона као завршног слоја коловозне конструкције. Разрађене су његове предности и мане као и разлике од других врста колничке конструкције. Поред теоријског дела, циљ истраживања јесте да се кроз испитивање прикаже и примена рециклираног агрегата у мешавини, као и оправданост примене уваљаног бетона. Испитивања су одрађена у фабрици „La Farge”.

Кључне речи: уваљани бетон, цементнобетонска мешавина, агрегат

Abstract – This paper processes the application of rolled concrete as the final layer of the pavement structure. Its advantages and disadvantages as well as differences from other types of pavement construction are elaborated. In addition to the theoretical part, the aim of the research is to show the application of recycled aggregate in the mixture, as well as the justification of the use of rolled concrete. The tests were performed at the „La Farge” factory.

Keywords: roller-compacted concrete, cement concrete mix, aggregate

1. УВОД

Уваљани бетон (енг. roller-compacted concrete – RCC) је бетонска мешавина без слегања за брзу изградњу коловоза који носе велика оптерећења у областима са малим брзинама [1].

Име уваљани бетон добијено је по начину израде који се користи за постављање материјала. Баш као и асфалт, уваљани бетон постављамо финишерима, а затим се ваљцима збија.

Још увек на нашим просторима није довољно заступљен па самим тим немамо ни конкретне стандарде за уваљани бетон који користимо за коловозне конструкције.

Уваљани бетон има исте саставне материјале као и конвенционални (класичан) бетон, где се користи гранулисани агрегат, вода, цемент и додаци, међутим користимо различите пропорције смесе. Највећа разлика између бетонског коловоза и уваљаног бетонског коловоза јесте у смеси, где уваљани бетон има већи процент финих честица агрегата и мање цемента, што заправо омогућава бољу уградњу и

чвршћу као и отпорнију подлогу. Поред различитих пропорција смесе разликују се и по водоцементном фактору, својствима, технологији и брзини припреме, уградњи и начину збијања, где због недостатка слегања уваљани бетон уграђујемо финишерима (или специјалним финишерима за уградњу уваљаног бетона), а збијамо га ваљцима најчешће у слојевима дебљине 30 см. Уградња ваљаног бетона приказана је на слици 1.



Слика 1. Уградња уваљаног бетона финишером и ваљком [2]

Површину коју добијамо уграђивањем асфалтним финишерима и ваљцима није глатка као код уградње класичног бетона што се види на слици 2 и 3.



Слика 2. Изведени колник од класичног бетона (лево) и уваљаног бетона (десно) [3]



Слика 3. Разлика у текстури уваљаног бетона (лево) и класичног бетона (десно) [4]

Конзистенција мешавине уваљаног бетона је крута, довољно да остане стабилна под ваљцима за уградњу али и довољно влажна да омогући адекватно мешање и распоређивање пасте без сагрегације. Колници урађени од уваљаног бетона су чврсти, збијени и отпорни на колотражење.

НАПОМЕНА:

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

Када димензионирамо колнице од уваљаног бетона пролазимо кроз следеће кораке који обухватају:

- одабир адекватне дебљине и састава колничке конструкције, те детаља којима осигуравамо да ће плоча без оштећења пренети оптерећење које је предвиђено, на постелицу;
- избор адекватног одводњавања и расвете;
- место примене попречних и подужних привидних разделница, као и просторних разделница;
- ефикасност и економичност изградње [1].

Највећи акценат приликом пројектовања је на пројектовању дебљине колничке конструкције коју одређујемо у односу на услове тла, прометног оптерећења, својства бетона и пројектног раздобља. Плоча мора бити димензионирана тако да пренесе највеће претпостављено оптерећење које је предвиђено за деоницу без појаве критичних напрезања, у плочи и слојевима испод.

1.1. Предности уваљаног бетона

Предности код примене коловоза од уваљаног бетона у односу на друге врсте извођења можемо поделити у четири категорије:

I Трајност

II Сигурност

III Цена, енергетски и економски аспекти

IV Еколошки аспекти

У прву категорију спадају предности које се односе на трајност и то су следеће предности:

- + смањена потреба за одржавањем, поправкама и реконструкцијом
- + велика отпорност на хабање, деловање мраза и соли за одмрзавање као и отпорност на деловање уља и горива као и велика отпорност на различите климатске промене у односу на друге материјале [1].

У другу категорију предности спадају предности сигурности у односу на друге врсте колника а то су:

- + дугорочно одржана равност
- + побољшана видљивост – бетон рефлектира од 30 % до 50 % више светлости него асфалт, што је погодно и важно за ноћну возњу;
- + добра отпорност на клизање – због текстуре горње површине;
- + смањено задржавање воде на коловозу;
- + добра приоњивост;
- + отпорност на колотраге [1].

У категорију предности које се односе на цену, енергетске и економске аспекте спадају следеће предности:

- + исплативост – колници од уваљаног бетона имају ниске почетне трошкове извођења, дугог су века трајања и имају ниске трошкове одржавања тијekom цијелог употребног века;
- + извођење уз минималну радну снагу, без оплата, арматуре, можданика, сидара те завршне обраде површине;
- + могућност извођења и за време хладнијих дана;

- + бетонски колници су енергетски врло прихватљиви - мање се загревају него друге врсте колника, смањују се летње температуре у градовима, мања је потреба за климатизацијом простора стамбених, пословних и индустријских грађевина;
- + брза извођења због које је могуће у врло кратком времену изведене деонице пустити у промет;
- + ваљани бетон је могуће користити и као носиви слој, што директно утиче на нижу цену целокупне коловозне конструкције;
- + колници од уваљаног бетона штеде гориво [1].

И поседња категорија предности су еколошки аспекти где су предности следеће:

- + бетон је еколошки прихватљив због могућности потпуне рециклаже;
- + код производње уваљаног бетона и у извођењу потребна је мања енергија те се на тај начин смањује емисија CO₂, директно и индиректно;
- + погони за производњу бетона мање загађују околицу од погона за производњу асфалта;
- + смањена емисија буке;
- + повећана брзина путовања и проток промета због смањене потребе за одржавањем колника те смањење емисије штетних плинova из возила [1].

1.2. Мане уваљаног бетона

Неке од мана и ограничења која се могу појавити код производње, транспорта, извођења и употребе коловоза од уваљаног бетона су следеће:

- процес мешања, због врло суве мешавине, мора се спроводити под стога контролисаним условима како би се добила хомогена мешавина;
- количина материјала током мешања треба бити мања од уобичајене због повећаног отпора при мешању;
- током транспорта потребно је обратити додатну пажњу и осигурати мере да се током транспорта не догоди губитак влаге произведене мешавине;
- због врло суве мешавине могућа је потреба за већим дозирањем додатака бетону у односу на уобичајене количине дозирања;
- код уградње уваљаног бетона потребно је обратити пажњу на временске услове због осетљивости уваљаног бетона на губитак влаге;
- коловоз од уваљаног бетона се користи за саобраћајнице са мањим брзинама, као што су прилазне, пољопривредне и индустријске саобраћајнице, терминали, складишта, паркиралишта и слично [1].

2. Испитивање рециклираног агрегата

На основу методе дефинисаних мерења, срачунате су привидна запреминска маса (ρ_a), запреминска маса у сувом стању (ρ_{rd}), запреминске масе засићеног и површински сувог стања (ρ_{ssd}) и упијање воде.

Упијање воде је једна од најважнијих особина рециклираног агрегата јер је тај податак неопходан при пројектовању састава бетонских мешавина.

Упијање воде је веће код рециклираног агрегата него код природног агрегата, и то износи око 78% код друге фракције, односно око 85% код треће фракције, што представља велико одступање, табела 1.

Tabela 1. Резултати својства природног и рециклираног агрегата

Врста агрегата	Природни агрегат		Рециклирани агрегат	
	4/8	8/16	4/8	8/16
Фракција				
Привидна запреминска маса (ρ_c) [kg/m ³]	2582	2659	2625	2636
Запреминска маса у сувом стању (ρ_{sd}) [kg/m ³]	2494	2602	2259	2303
Запреминска маса у засићеном и површински сувом стању (ρ_{ssd}) [kg/m ³]	2528	2624	2399	2429
Упијање воде [%]	1.35	0.83	6.16	5.48

Мера отпорности агрегата према дробљењу утврђена је методом испитивања Лос Анђелес (испитивање не обухвата дробљивост друге фракције).

Дробљивост рециклираног агрегата је за око 25% већа него код природног агрегата, што је последица присуства старог цементног малтера у зрну рециклираног агрегата, табела 2.

Tabela 2. Резултати дробљивости

Врста фракције	Природни	Рециклирани
Фракција	8/16	8/16
Дробљивост [%]	28.0	37.0

Применом рециклираног бетона, само порекло агрегата је другачије: уместо од природних депозита, агрегат је добијен од бетона контролних коцки.

Дробљени рециклирани бетон се може користити као суви агрегат за нови бетон уколико је без загађивача. На основу методе испитивања утврђено је да постоје: малтерске и бетонске честице (R_c), природни агрегат (R_u), материјали на бази битумена (R_a) и остале честице (шкољке, пластика, гума, дрво,...) (X), табела 3.

Учешће природног агрегата у рециклираном агрегату је највеће, што је било очекивано, јер агрегат учествује око 70% до 80% приликом справљања бетонске мешавине, а одмах после тога је учешће малтерских и бетонских честица.

Tabela 3. Удели различитих честица у рециклираном агрегату

Фракција	4/8	8/16
M_{RC} [%]	30.7	46.7
M_{Ru} [%]	66.4	51.8
M_{Rb} [%]	0	0
M_{Ra} [%]	2.7	0
M_{Rg} [%]	0	0
M_X [%]	0.2	1.5
Укупно [%]	100	100
Врста рециклираног агрегата према EN 12620	Тип Б	Тип Б

За коначну мешавину је изабрана мешавина у којој је коришћен СЕМ I 42,5R од 350kg по кубичку и рециклирани агрегат, који су дали најбоље резултате уз коришћење најмање количине цемента, табела 5.

Tabela 5. Приказ свих мешавина са својствима

Ознака	RCC P-1	RCC P-2	RCC P3	RCC R-1	RCC R-2	RCC R-3
Врста цемента	СЕМ I 42,5 R					
Врста агрегата	Природни			Рециклирани		
Чврстоћа при притиску након 1 дана [MPa]	21,41	22,83	22,50	32,10	36,07	36,12
Чврстоћа при притиску након 3 дана [MPa]	28,85	35,04	29,10	40,50	47,09	48,10
Чврстоћа при притиску након 7 дана [MPa]	47,54	38,36	47,34	49,87	48,21	49,32
Чврстоћа при притиску након 28 дана [MPa]	49,27	44,11	51,89	62,02	59,72	55,92
Продор воде [mm]	30	30	35	49	52	40

3. ЗАКЉУЧАК

Уваљани бетон је рационално и технолошки прикладно решење за изградњу коловозних конструкција из разлога који потичу од особина саставних

материјала, производног процеса и технологије уградње те карактеристика трајности.

Када сагледамо све предности које нам пружа уваљани бетон, у комбинацији са брзом уградњом и економичношћу долазимо до закључка да је уваљани бетон погодан за колничке конструкције као алтернативу за паркинге, складишне просторе, као и лучне и војне објекте, улице и деонице са мањом фреквенцијом саобраћаја, а са великим осовинским оптерећењем.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] “Смјернице за колничке конструкције изведене уваљаним бетоном”, ИНСТИТУТ ИГХ д.д., Загреб, 2015. године
- [2] Dale Harrington, Snyder and Associates, “*Guide for Roller-Compacted Concrete Pavements*”, avgust 2010. године
- [3] [RCC proves ‘A-OK’ for Rebuilding Rural Roads – Concrete Products](#), (pristupljeno u septembru 2021. године)
- [4] Dan Zollinger, Ph.D., P.E., “*Roller-Compacted Concrete Pavements*”, јун 2016. године

Кратка биографија:



Анита Рајда рођена је у Новом Саду 1996. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области грађевинарства – путеви, железнице и аеродроми одбранила је 2021. године.
контакт: anitarajda061@gmail.com