

**УПОРЕДНИ ПРИКАЗ – ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА ПРИМЕНОМ СТАНДАРДА СРПС УЦ,4 012 И СРПС УЦ,4 015****COMPARATIVE VIEW – DIMENSIONING OF TRACK STRUCTURES BY APPLYING THE STANDARD SRPS UC.4 012 AND SRPS UC.4 015**

Јелена Јевтић, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – Теоретски треба објаснити које врсте коловозних конструкција постоје и шта је све потребно за њихово димензионисање. Након детаљног објашњења и приказа теоретских основа, треба их применити на практичном примеру. У овом случају биће приказано димензионисање два типа коловозних конструкција према оба наведена стандарда.

**Кључне речи:** Флексибилна коловозна конструкција, Полу-крута коловозна конструкција, Саобраћајно оптерећење, Калифорнијски индекс носивости CBR, Коефицијент замене.

**Abstract** – Theoretically, it should be explained which types of pavement structures exist and what is needed for their sizing. After a detailed explanation and presentation of the theoretical foundations, they should be applied on a practical example. In this case, the sizing of two types of road structures according to both standards will be shown.

**Keywords:** Flexible pavement construction, Semi-rigid pavement construction, Traffic load, California CBR load capacity index, Replacement coefficient.

**1. УВОД**

Основни типови коловозних конструкција су:

- Флексибилне коловозне конструкције
- Полукруте коловозне конструкције
- Круте коловозне конструкције

Разликују се по:

- Врсти материјала и дебљини слојева
- Начину преношења оптерећења
- Типовима оштећења која настају на њима

Приказаће се димензионисање флексибилне и полу-круте коловозне конструкције.

**1.1. Флексибилна коловозна конструкција**

Флексибилни коловози се тако називају зато што се читава коловозна конструкција еластично угиба под оптерећењем.

**НАПОМЕНА:**

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

Флексибилна коловозна конструкција се пројектује као **вишеслојан систем**. Сваки слој прихвата оптерећење слоја изнад, распоређује га на већу површину и преноси на слој испод.

Састоји се од: површинског слоја, горњег носећег слоја и доњег носећег слоја (слика 1).

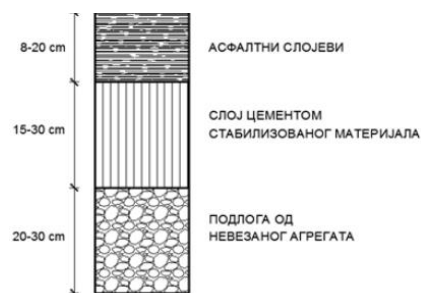


Слика 1. Слојеви флексибилне коловозне конструкције

**1.2. Полу- круте коловозне конструкције**

Полукруте коловозне конструкције појављују се у пракси као прелазни модел. Код њих је један од носећих слојева стабилизован хидрауличким везивом, што му даје **велики модул еластичности**, али мањи него код бетонских плоча.

У нашој пракси се овакав слој назива ”стабилизација” а најчешће се израђује од добро збијене мешавине природног песковито-шљунковитог материјала и цемента (”цементна стабилизација” -са око 3 до 5 тежинских процената цемента) (слика 2).



Слика 2. Слојеви полу – круте коловозне конструкције

**2. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА****2.1. Димензионисање коловозне конструкције према стандарду СРПС УЦ,4 012**

Метода димензионисања коловозних конструкција дата у овом стандарду заснована је на упутствима за

димензионасање асфалтних коловозних конструкција у *SAD - AASHTO Interim Guide* из 1972. године уз извесна поједностављења и прилагођења локалним условима.

### Меродавни параметри за димензионасање

У поступку димензионасања узимају се у обзир следећи параметри:

- пројектни период (углавном 20 до 25 година)
- возна способност површине коловозног застора на крају пројектног периода ( $p = 0$  за потпуно нови коловоз,  $p = 0$  за уништен, узима 2,5 као крајњу употребљивост КК)
- саобраћајно оптерећење (укупан број еквивалентних осовина од 82 кН
  - климатско-хидролошки услови (регионални фактор од 0,5 до 5,0, усвојен код нас 2.0)
  - носивост материјала постелице (изражена вредношћу CBR)
  - квалитет примењених материјала у коловозној конструкцији (коэффициенти замене)

### 2.2. Димензионасање коловозне конструкције према стандарду СРПС УЦ.4 015

Основни параметри:

- Пројектни период
- Ниво услуге (возна способност на крају пројектног периода)
- Саобраћајно оптерећење
- Квалитет постелице
- Квалитет материјала у слојевима коловозне конструкције
- Ниво поузданости
- Утицај околине (бубрење тла и дејство мрза)

У овом случају биће приказан прорачун флексибилне коловозне конструкције чији је  $CBR=4\%$  и средње саобраћајно оптерећење  $T_u = 1 \times 10^6 \text{ ECO } 82 \text{ kN}$ .

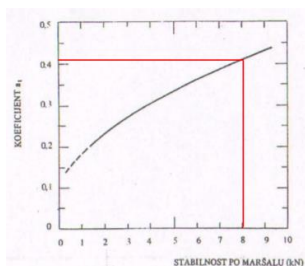
### 3. ПРОРАЧУН КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА ПРЕМА СТАНДАРДУ СРПС УЦ.4 012

#### 3.1. Флексибилне коловозне конструкције

Из стандарда за примену технолошке дебљине асфалт бетона усвоји се вредност  $d_{ab} = 5 \text{ cm}$

Усвојене су и следеће вредности:

- $S_{m_{AB}} = 8 \text{ kN}$
- $S_{m_{BNS}} = 7 \text{ kN}$
- $CBR_{0/31.5 \text{ mm}} = 35\%$
- $CBR_{0/63 \text{ mm}} = 30\%$

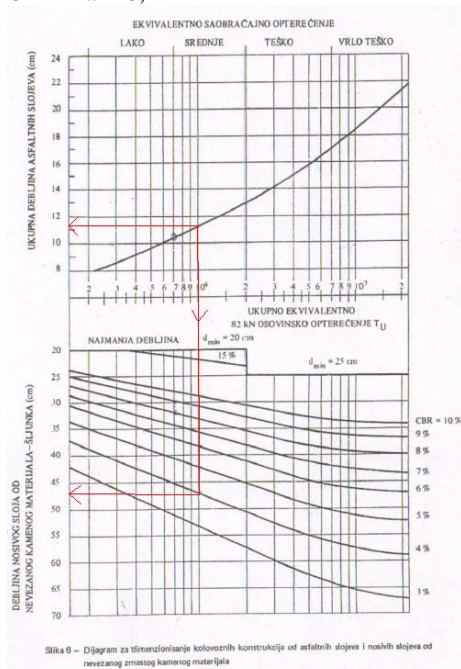


Слика 3. Дијаграм за коефицијент замене  $a_1$

Са одговарајућих дијаграма читају се вредности коефицијената замене

$$a_1 = 0,41 \quad a_2 = 0,38 \quad (\text{слика 3})$$

$$a_3 = 0,115 \quad a_4 = 0,11$$



Слика 4. Дијаграм за одређивање коефицијената замене асфалтних и носивих слојева

Са дијаграма чита се вредност (слика 4):

$$d_{as} = 11 \text{ cm} \quad d_{ns} = 46 \text{ cm}$$

Након тога ради се прорачун захтеваног структурног броја:

$$SN_{zah} = d_{as} * a_{as} + d_{ns} * a_{ns} = 11 * 0,38 + 46 * 0,09 = 8,32$$

Након тога следи одређивање асфалтних и носивих слојева помоћу следећих формула:

Асфалтни слојеви:

$$d_{as} * a_{as} = d_{ab} * a_{1ab} + d_{bns} * a_{1bns}$$

$$11 * 0,38 = 5 * 0,41 + d_{bns} * 0,38$$

$$d_{bns} = 5,61 \text{ cm}, \text{ усваја се } d_{bns} = 6 \text{ cm}$$

Носиви слојеви:

$$d_{ns} * a_{ns} = d_{dk0/31,5} * a_3 + d_{dk0/63} * a_4$$

$$\text{Усваја се } d_{dk0/31,5} = 15 \text{ cm}$$

$$46 * 0,09 = 15 * 0,115 + d_{dk0/63} * 0,11$$

$$d_{dk0/63} = 21,8 \text{ cm}, \text{ усваја се } d_{dk0/63} = 25 \text{ cm}$$

$$SN_{proj} = d_{ab} * a_1 + d_{bns} * a_2 + d_{dk0/31,5} * a_3 + d_{dk0/63} * a_4$$

$$SN_{proj} = 5 * 0,41 + 6 * 0,38 + 15 * 0,115 + 25 * 0,11 = 8,80$$

Упоредљује се вредност пројектованог и захтеваног структурног броја

$$SN_{proj} = 8,80 > SN_{zah} = 8,32$$

Како је тражени услов задовољен, усвајају се слојеви који су добијени прорачуном.

### 3.2. Полу- круте коловозне конструкције

$-\sigma_7 = 4\text{MPa}$   
 $-\text{Sm}_{\text{AB}} = 8\text{kN}$   
 $-\text{Sm}_{\text{BNS}} = 7\text{kN}$   
 $-\text{CBR}\check{s} = 30\%$

Са одговарајућих дијаграма из стандарда усвојене су вредности коефицијената:

$d_{\text{as}} = 9\text{cm}$       $a_{\text{as}} = 0,38$   
 $d_{\text{ns}} = 30\text{cm}$     $a_{\text{ns}} = 0,2$   
 $a_1 = 0,41$          $a_2 = 0,38$   
 $a_3 = 0,22$          $a_4 = 0,11$

Након тога, добије се вредност захтеваног структурног броја, и одреде се дебљине слојева коловозне конструкције

$$S_n^{\text{zah}} = d_{\text{as}} * a_{\text{as}} + d_{\text{ns}} * a_{\text{ns}} = 9 * 0,38 + 30 * 0,2 = 9,42$$

Асфалтни слојеви:

$$d_{\text{as}} * a_{\text{as}} = d_{\text{ab}} * a_{1\text{ab}} + d_{\text{bns}} * a_{1\text{bns}}$$

$$9 * 0,38 = 5 * 0,41 + d_{\text{bns}} * 0,38$$

$$d_{\text{bns}} = 4,39\text{m}, \text{ усваја се } d_{\text{bns}} = 5\text{cm}$$

Носиви слојеви:

$$d_{\text{ns}} * a_{\text{ns}} = d_{\text{cs}} * a_3 + d_{\check{s}} * a_4$$

$$\text{усвојено: } d_{\text{cs}} = 20\text{cm}$$

$$30 * 0,2 = 20 * 0,22 + d_{\check{s}} * 0,11$$

$$d_{\check{s}} = 12,4\text{cm}, \text{ усваја се } d_{\check{s}} = 25\text{cm}$$

$$S_n^{\text{proj}} = d_{\text{ab}} * a_1 + d_{\text{bns}} * a_2 + d_{\text{cs}} * a_3 + d_{\check{s}} * a_4$$

$$S_n^{\text{proj}} = 5 * 0,41 + 5 * 0,38 + 20 * 0,22 + 25 * 0,11 = 11,1$$

$$SN_{\text{proj}} = 11,1 > SN_{\text{zah}} = 9,42$$

Како је тражени услов задовољен, усвајају се слојеви који су добијени прорачуном.

## 4. ПРОРАЧУН КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА ПРЕМА СТАНДАРДУ СРПС УЦ.4 015

### 4.1. Флексибилне коловозне конструкције

Помоћу параметара за димензионисање коловозне конструкције добијен је потребан структурни број који је приказан у Табели 1.

ESO 80kN	1*10 <sup>6</sup> ESO 80 kN
Поузданост (R)	<b>90%</b>
Стандардно нормално одступање (Z <sub>r</sub> )	<b>-1,282</b>
Стандардно одступање (S <sub>o</sub> )	<b>0,44</b>
Почетни индекс возне способности коловоза (P <sub>o</sub> )	<b>4,2</b>
Пад индекса возне способности на крају пројектног периода (Δp)	<b>1,7</b>
Резилијентни модул постелејце (M <sub>r</sub> )	<b>41,408</b>
Захтеван структурни број (SN <sub>zah</sub> )	<b>9,55</b>

Табела 1. Усвојени параметри за димензионисање коловозне конструкције

Са одговарајућих дијаграма из стандарда усвојене су вредности коефицијената:

$a_1 = 0,37$       $a_2 = 0,33$   
 $a_3 = 0,14$       $a_4 = 0,12$

Добијен је стварни структурни број за усвојене врсте и дебљине слојева:

$$S_n^{\text{proj}} = d_{\text{ab}} * a_1 + d_{\text{bns}} * a_2 + d_{\text{dk}0/31,5} * a_3 + d_{\text{dk}0/63} * a_4$$

$$S_n^{\text{proj}} = 5 * 0,37 + 6 * 0,33 + 20 * 0,14 + 25 * 0,12 = 9,74$$

$$SN_{\text{proj}} = 9,74 > SN_{\text{zah}} = 9,55$$

Како је тражени услов задовољен, усвајају се слојеви који су добијени прорачуном.

### 4.2. Полу - круте коловозне конструкције

Помоћу параметара за димензионисање коловозне конструкције добијен је потребан структурни број који је приказан у Табели 2.

ESO 80kN	1*10 <sup>6</sup> ESO 80 kN
Поузданост (R)	<b>90%</b>
Стандардно нормално одступање (Z <sub>r</sub> )	<b>-1,282</b>
Стандардно одступање (S <sub>o</sub> )	<b>0,44</b>
Почетни индекс возне способности коловоза (P <sub>o</sub> )	<b>4,2</b>
Пад индекса возне способности на крају пројектног периода (Δp)	<b>1,7</b>
Резилијентни модул постелејце (M <sub>r</sub> )	<b>31,056</b>
Захтеван структурни број (SN <sub>zah</sub> )	<b>10,6</b>

Табела 2. Усвојени параметри за димензионисање коловозне конструкције

Са одговарајућих дијаграма из стандарда усвојене су вредности коефицијената:

$a_1 = 0,37$       $a_2 = 0,33$   
 $a_3 = 0,20$       $a_4 = 0,12$

Добијен је стварни структурни број за усвојене врсте и дебљине слојева:

$$S_n^{\text{proj}} = d_{\text{ab}} * a_1 + d_{\text{bns}} * a_2 + d_{\text{cs}} * a_3 + d_{\check{s}} * a_4$$

$$S_n^{\text{proj}} = 5 * 0,37 + 5 * 0,33 + 20 * 0,20 + 25 * 0,12 = 10,66$$

$$SN_{\text{proj}} = 10,6 > SN_{\text{zah}} = 10,66$$

Како је тражени услов задовољен, усвајају се слојеви који су добијени прорачуном.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Коловозну конструкцију треба пројектовати тако да она испуњава услове у погледу трајности, функционалности и флексибилности, као и економичности.

На основу приказаних прорачуна закључено је да су за исте вредности саобраћајног оптерећења и СВР-а дебљине коловозне конструкције веће применом стандарда СРПС УЦ.4 015 у односу на стандард СРПС УЦ.4 012.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

[1] Коловозне конструкције - Александар Цветановић, Боровоје Банић Београд, 2007

[2] Стандард СРПС УЦ.4 012

[3] Стандард СРПС УЦ.4 015

### Кратка биографија:



**Јелена Јевтић** рођена је у Ваљеву 1996. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви, железнице и аеродроми одбранила је 2021. Године

контакт: [jelena.96.jevtic@gmail.com](mailto:jelena.96.jevtic@gmail.com)