ТЕОРИЈА КОНСТРУКЦИЈА – Б2Х2ТК

ПРЕДАВАЊЕ 1 (21.02.2022.)

www.grf.bg.ac.rs

Студијски програм: ГРАЂЕВИНАРСТВО
Модул: ХИДРОТЕХНИКА И ВОДНО-ЕКОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО
Година / семестар: 2. година / 4. семестар
Школска година: 2021/22.

Наставници: в. проф. Витомир Рацић, доц. др Марко Радишић, доц. др Невенка Коларевић

Грађевински факултет Универзитета у Београду - Катедра за техничку механику и теорију конструкција

Сва ауторска права аутора презентације и/или видео снимака су заштићена. Снимак или презентација се могу користити само за наставу на даљину студента Грађевинског факултета Универзитета у Београду у школској 2021/2022 и не могу се користити за друге сврхе без писмене сагласности аутора материјала.

СТРУКТУРА ОЦЕНЕ и НАСТАВНИЦИ

Писмени део испита (П)

Писмени део испита полаже се у испитним роковима, у термину који се објављује на сајту факултета. **Тачан распоред по салама објављује се на огласној табли предмета** (у аули на првом спрату) и може се разликовати од распореда који је дат на студентским профилима на сајту факултета.

Полагање писменог дела испита траје 2 сата. На писменом делу испита студент може остварити максимално **15 бодова**.

Студенти који имају 25 и више ПИО бодова могу директно изаћи на усмени део испита, без полагања писменог дела испита.

Усмени део испита (У)

Усмени део испита полаже се у испитним роковима. Термин усменог испита и распоред полагања објављује се заједно са резултатима писменог дела испита.

На усмени део испита могу изаћи студенти који имају 25 и више **П+ПИО** бодова.

На усменом делу испита студент може остварити максимално **50 бодова**.

Из групе питања студент насумично извлачи цедуљу са три испитна питања. Студент нема право да замени извучена питања. Студент има минимум 20 минута да осмисли концепт одговора на извучена питања. Наставник позива студента и након дијалога са студентом оцењује квалитет одговора студента. Уколико је оцена позитивна, наставник изводи укупну оцену студента на испиту.

Студент може добити позитивну оцену ако да задовољавајуће одговоре на сва постављена питања.

У изузетним случајевима, усмени део испита полаже се у писменој форми и састоји се од низа питања везаних за теорију излагану на предавањима. У том случају, за полагање испита потребно је освојити најмање 25 бодова.

Успешним полагањем усменог дела испита студент је положио целокупан испит. Коначна оцена добија се сабирањем бодова на писменом и усменом делу испита.

ЛИТЕРАТУРА:

1. М. Петронијевић. Теорија конструкција 1, Грађевински факултет, Београд, 2011.
2. Г. Раденковић. Статика линијских носача у равни. Грађевински факултет, Београд, 2007.
3. М. Ђурић, О. Ђурић-Перић. Статика конструкција. Грађевинска књига, Београд, 2003.
4. Љ. Савић. Теорија конструкција, Грађевински факултет, Београд, 2007.
5. Љ. Савић. Теорија конструкција - збирка решених задатака, Грађевински факултет, Београд, 2001.

в. проф. **Витомир Рацић**
кабинет **145**

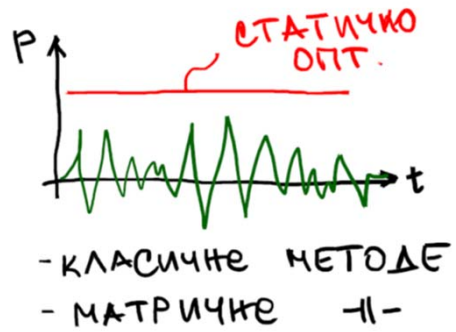
доц. др **Марко Радишић**
кабинет **144**

доц. др **Невенка Коларевић**
кабинет **144**

УВОД

ТЕОРИЈА КОНСТРУКЦИЈА

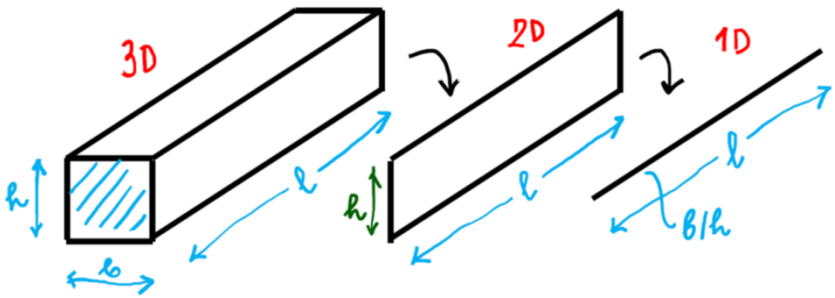
- СТАТИКА
- ДИНАМИКА
- СТАБИЛНОСТ

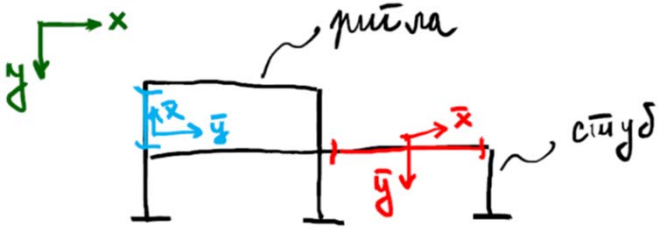


НОСАЧИ

- ЛИНИЈСКИ
- ПОВРШИНСКИ

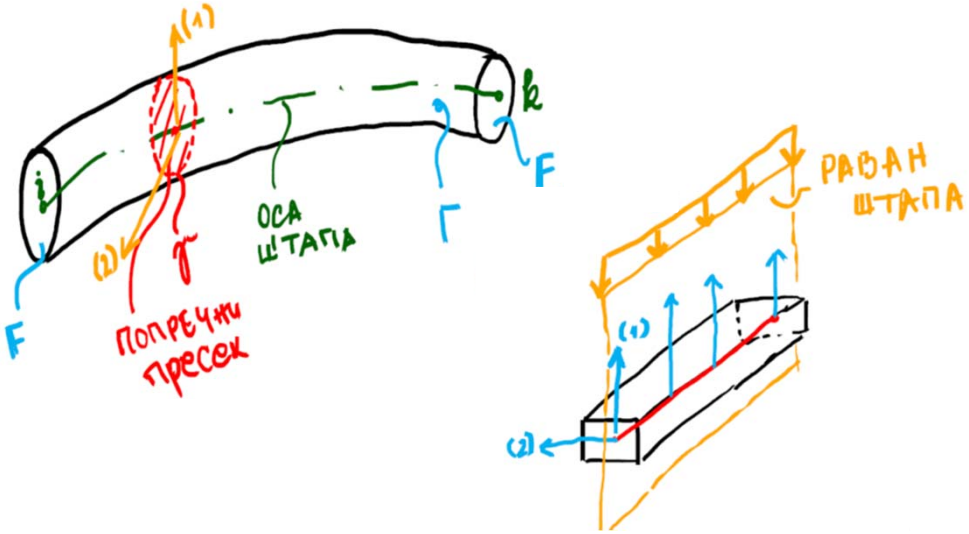
- ЕЛАСТИЧНИ
- ПЛАСТИЧНИ
- ВИСКОЗНИ





1. ОСНОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ ЛИНЕАРНЕ ТЕОРИЈЕ ШТАПА

1.1. Дефиниција штапа

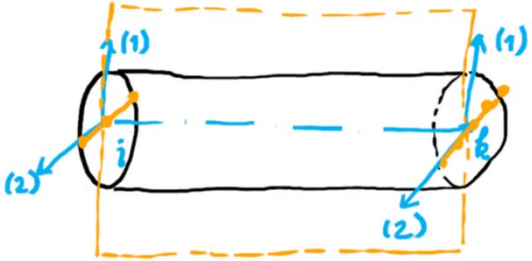


- Тело ограничено површи Г и површинама F у тачкама i и k називамо штапом

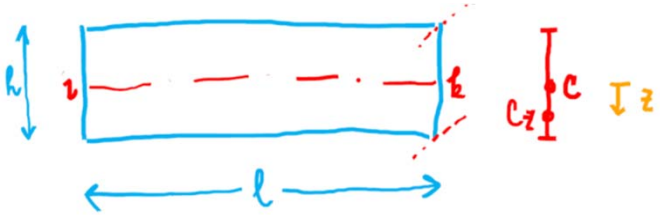
- раван штап
- прав стап

1.2. Деформација осе штапа

- РАВНА ДЕФОРМАЦИЈА !



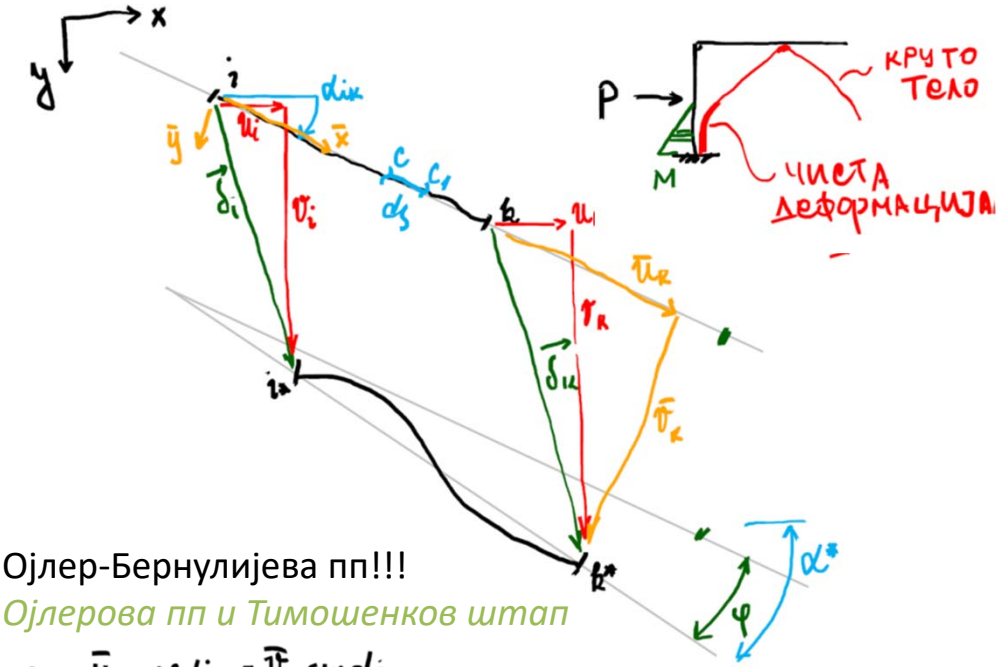
3D → 2D



$C_z = f(C) = ?$

1. ОСНОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ ЛИНЕАРНЕ ТЕОРИЈЕ ШТАПА

- **1.2. Деформација осе штапа**



Ојлер-Бернулијева пп!!!

Ојлерова пп и Тимошенков штап

$u_k = \bar{u}_k \cos\alpha_{ik} - \bar{v}_k \sin\alpha_{ik}$

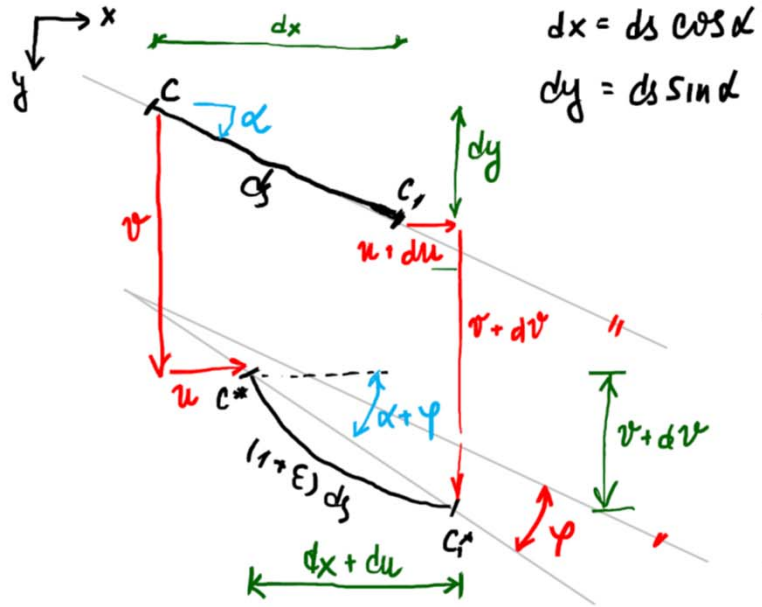
$v_k = \bar{u}_k \sin\alpha_{ik} + \bar{v}_k \cos\alpha_{ik}$

φ = ИНВАРИЈАНТА

$\bar{u}_k = u_k \cos\alpha_{ik} + v_k \sin\alpha_{ik}$

$\bar{v}_k = -u_k \sin\alpha_{ik} + v_k \cos\alpha_{ik}$

- 1.2.1. Везе померања и деформације диференцијално малог елемента штапа



$dx = ds \cos\alpha$

$dy = ds \sin\alpha$

ε = ДИЛАТАЦИЈА ОСЕ ШТАПА

$\varepsilon \cdot \varphi$

НЕЛИНЕАРНЕ Ј-НЕ

$dx + du = (1+\varepsilon)\, ds \cdot \cos(\alpha+\varphi)$

$dy + dv = (1+\varepsilon)\, ds \cdot \sin(\alpha+\varphi)$

ЈЕДНАЧИНЕ ТЕОРИЈЕ ВЕЛИКИХ ДЕФОРМАЦИЈА

1. ОСНОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ ЛИНЕАРНЕ ТЕОРИЈЕ ШТАПА

- **1.2. Деформација осе штапа**
  - 1.2.1. Везе померања и деформације диференцијално малог елемента штапа

ε, φ = МАЛЕ ВЕЛИЧИНЕ

$$\cos\varphi \approx 1 - \cancel{\frac{\varphi^2}{2!}} + \cancel{\frac{\varphi^4}{4!}} - \dots$$

$$\sin\varphi \approx \varphi - \cancel{\frac{\varphi^3}{3!}} + \cancel{\frac{\varphi^5}{5!}} - \dots$$

- ПРЕТП. О МАЛИМ ДЕФОРМАЦИЈАМА
  (-||- ГЕОМЕТРИЈСКОЈ ЛИНЕАРНОСТИ ПРОБЛЕМА) $\longrightarrow$ $\cos\varphi \sim 1$, $\sin\varphi \sim \varphi$ $\qquad \varphi \cdot \varepsilon \sim 0$

$u, v, \varphi, \varepsilon$ = МАЛЕ ВЕЛИЧИНЕ

$u, v, \varphi \leftrightarrow \varepsilon$

ПОМЕРАЊА И ОБРТАЊА — ДИЛАТАЦ.

$$\cos(\alpha+\varphi) = \cos\alpha \underbrace{\cancel{\cos\varphi}}_{1} - \sin\alpha \underbrace{\cancel{\sin\varphi}}_{\varphi}$$

$$\sin(\alpha+\varphi) = \sin\alpha \underbrace{\cancel{\cos\varphi}}_{1} + \underbrace{\cancel{\sin\varphi}}_{\varphi} \cos\alpha$$

$$\longrightarrow \quad \cos(\alpha+\varphi) = \cos\alpha - \varphi\sin\alpha$$

$$\sin(\alpha+\varphi) = \sin\alpha + \varphi\cos\alpha$$

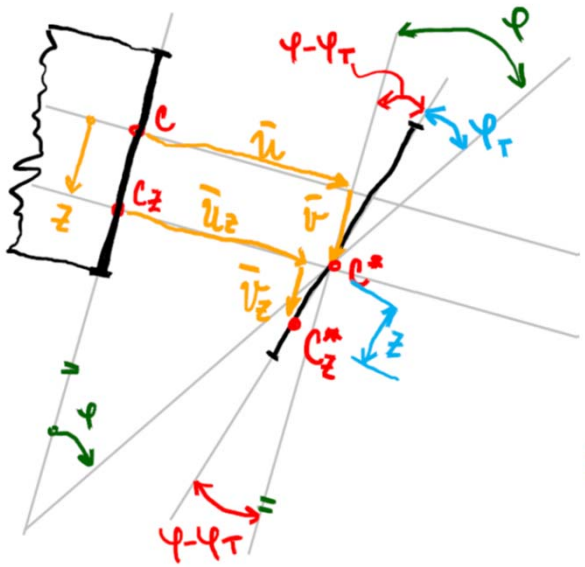
$$\cancel{dx} + du = (1+\varepsilon)\, ds\, (\cos\alpha - \varphi\sin\alpha) = ds \underbrace{\cancel{\cos\alpha}}_{dx} - ds \underbrace{\cancel{\varphi\sin\alpha}}_{dy} + \varepsilon ds \underbrace{\cancel{\cos\alpha}}_{dx} - \varepsilon \underbrace{\cancel{ds\varphi}}_{0}\sin\alpha = \cancel{dx} - \varphi dy + \varepsilon dx$$

$$\boxed{du = \varepsilon dx - \varphi dy}$$

АНАЛОГНО: $\boxed{dv = \varepsilon dy + \varphi dx}$ КИНЕМАТИЧКЕ РЕЛАЦИЈЕ

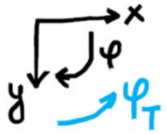
1. ОСНОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ ЛИНЕАРНЕ ТЕОРИЈЕ ШТАПА

- **1.3. Деформација елемента штапа**



Ојлерова пп!!!

φ_T = КЛИЗАЊЕ ШТАПА



$$\bar{u}_z = \bar{u} - z\sin(\varphi-\varphi_T)$$

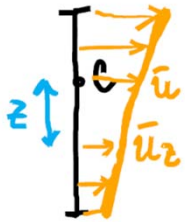
$$\bar{v}_z + \cancel{z} = \bar{v} + \cancel{z}\cos(\varphi-\varphi_T)$$

$\varphi \sim 0$ $\qquad (\varphi-\varphi_T) \sim 0$

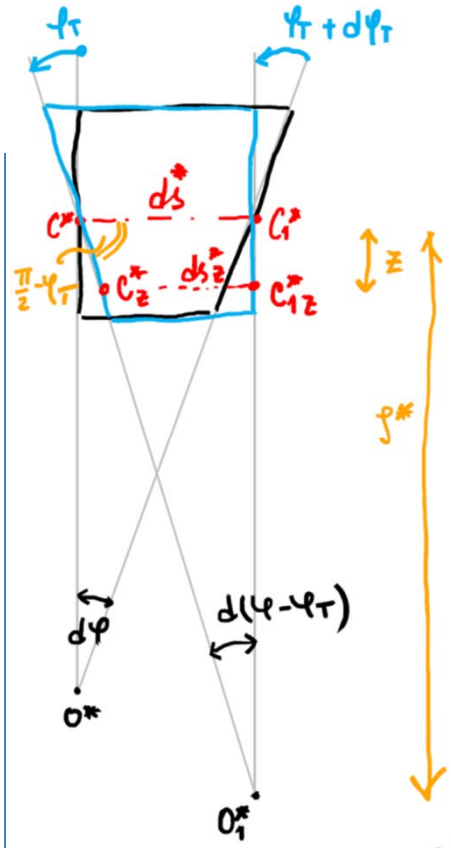
$$\sin(\varphi-\varphi_T) = \varphi-\varphi_T$$

$$\cos(\varphi-\varphi_T) = 1$$

$$\boxed{\begin{aligned} \bar{u}_z &= \bar{u} - z\underbrace{(\varphi-\varphi_T)}_{\text{const}} \\ \bar{v}_z &= \bar{v} \end{aligned}}$$



$\bar{v}$ = const



$$d\varphi + \cancel{\varphi_T} - \cancel{\varphi_T} - d\varphi_T = d(\varphi-\varphi_T)$$

$$ds^* = (1+\varepsilon)\,ds$$

$$ds^*_z = (1+\boxed{\varepsilon_z})\,ds$$

$$\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\gamma}$$

$\Delta C^* C_1^* O_1^*$

$$\frac{\rho^*}{\sin(\frac{\pi}{2}-\varphi_T)} = \frac{ds^*}{\sin d(\varphi-\varphi_T)}$$

$\Delta C^*_z C^*_{1z} O^*_1$

$$\frac{\rho^* - z}{\sin(\frac{\pi}{2}-\varphi_T)} = \frac{ds^*_z}{\sin d(\varphi-\varphi_T)}$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2}-\varphi_T\right) = \cos\varphi_T$$

$$\sin d(\varphi-\varphi_T)\cdot\rho^* = ds^*\cdot\cos\varphi_T$$

$$\sin d(\varphi-\varphi_T)\,(\rho^*-z) = ds^*_z\cos\varphi_T$$

$$ds^*\cos\varphi_T - z\cdot\sin d(\varphi-\varphi_T) = \cos\varphi_T\cdot ds^*_z$$

$$(1+\varepsilon)\,ds\,\cancel{\cos\varphi_T}^{\,1} - z\,\cancel{\sin}\,d(\varphi-\varphi_T) = \cancel{\cos\varphi_T}^{\,1}\cdot(1+\varepsilon_z)\cdot ds$$

1. ОСНОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ ЛИНЕАРНЕ ТЕОРИЈЕ ШТАПА

- **1.3. Деформација елемента штапа**

$\cos\varphi_T \sim 1$

$\sin d(\varphi-\varphi_T) \sim d(\varphi-\varphi_T)$

$$\rightarrow (1+\varepsilon)ds - z\,d(\varphi-\varphi_T) = (1+\varepsilon_z)ds$$

$$-z\,d(\varphi-\varphi_T) = ds(\varepsilon_z-\varepsilon)$$

$$\varepsilon_z - \varepsilon = -z\frac{d(\varphi-\varphi_T)}{ds}$$

$$\boxed{\varepsilon_z = \varepsilon - z\frac{d(\varphi-\varphi_T)}{ds}}$$

$$-\frac{d(\varphi-\varphi_T)}{ds} = \varkappa$$

деформац. величина

промена кривине штапа

$$\boxed{\begin{aligned} du &= \varepsilon dx - \varphi dy \\ dv &= \varepsilon dy + \varphi dx \\ \varkappa &= -\frac{d(\varphi-\varphi_T)}{ds} \end{aligned}}$$

ПП о малим деф.

$$\underbrace{\begin{bmatrix} u \\ v \\ \varphi \end{bmatrix}}_{\text{померај}} \longleftrightarrow \underbrace{\begin{bmatrix} \varepsilon \\ \varkappa \\ \varphi_T \end{bmatrix}}_{\text{чиста деформација}}$$