



АНАЛИЗА ПРОБЛЕМА ТЕРМИЧКЕ ДИЛАТАЦИЈЕ L КОМПЕНЗАТОРА ПРЕМА СТАНДАРДУ АД 2000 И ДРУГИМ МЕТОДАМА

Милан Травица
Иновациони центар Машински факултет
Универзитет у Београду
Краљице Марије 16, 11000 Београд
mtravica@mas.bg.ac.rs

Ван. проф. др Ненад Митровић
Машински факултет
Универзитет у Београду
Краљице Марије 16, 11000 Београд
nmitrovic@mas.bg.ac.rs

Проф. др Александар Петровић
Машински факултет
Универзитет у Београду
Краљице Марије 16, 11000 Београд
apetrovic@mas.bg.ac.rs



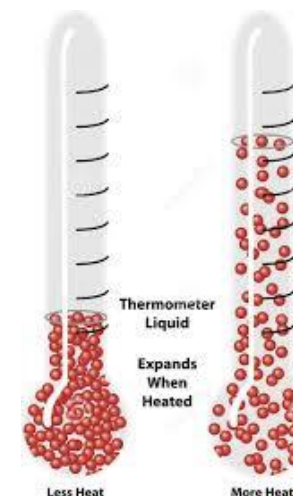
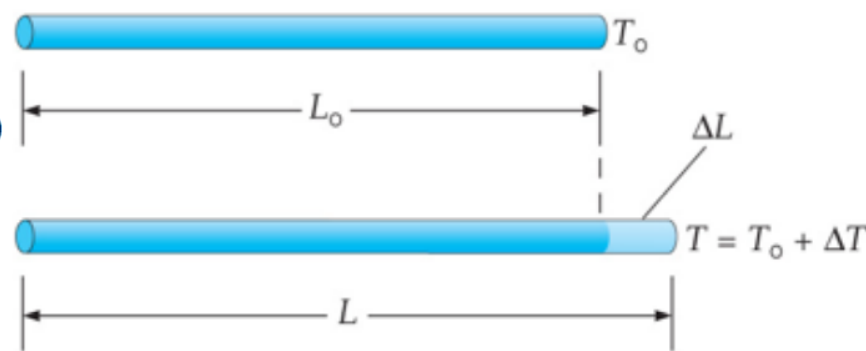
ТЕРМИЧКА ДИЛАТАЦИЈА

- Својство материје да мења запремину у зависности од температуре.
- Промене димензија приликом загревања су мале, али о њима мора да се води рачуна у многим областима.
- Ширење тела је сразмерно промени температуре, а однос који постоји између ове две величине се зове **коэффициент топлотног ширења** и углавном се мења с температуром.

Linear Expansion

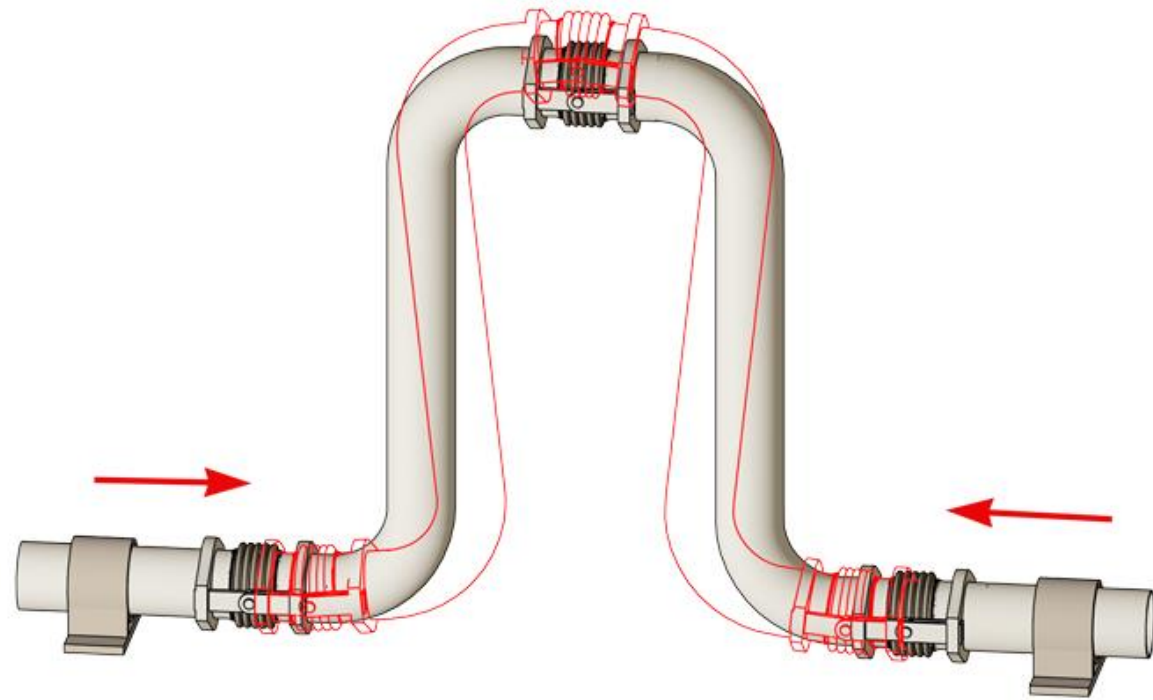
$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta T \quad L = L_0(1 + \alpha \Delta T)$$

α – thermal coefficient
of linear expansion



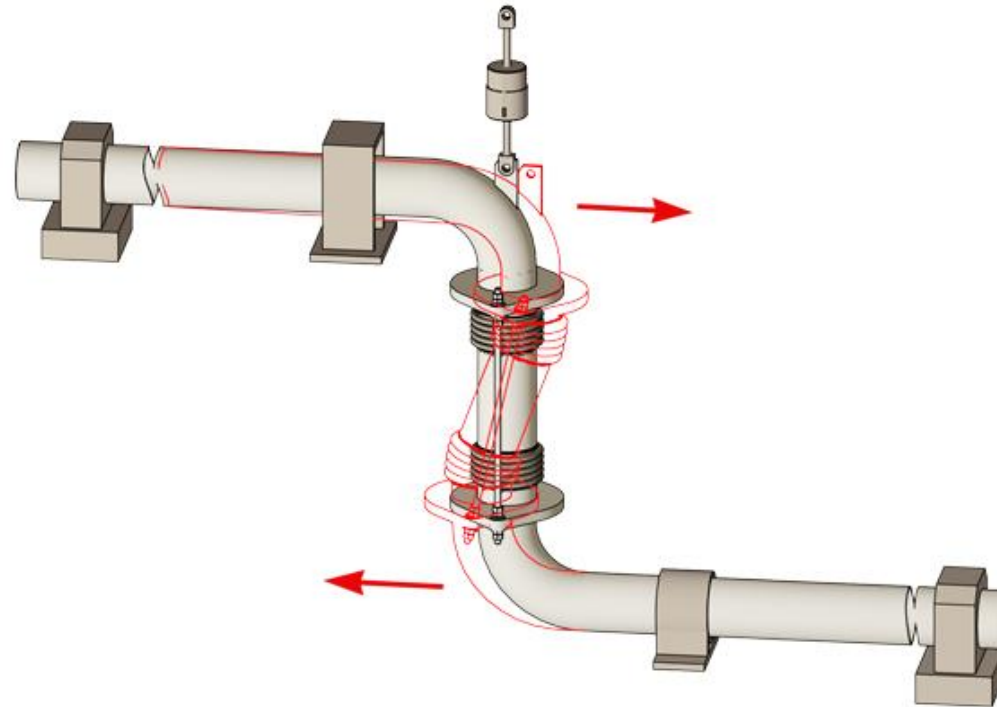


САМОКОМПЕНЗАЦИЈА- П САМОКОМПЕНЗАТОР



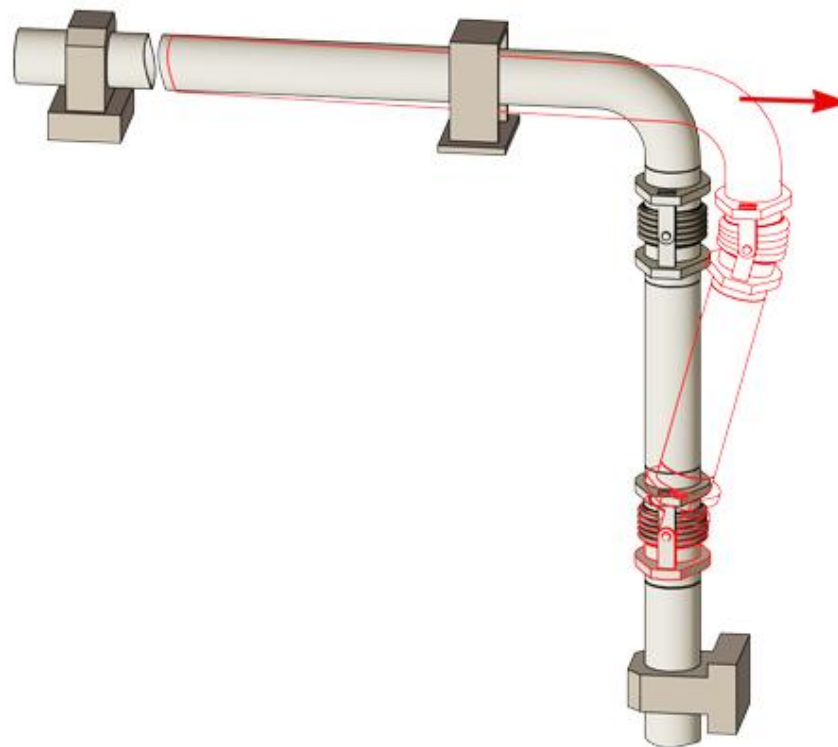


САМОКОМПЕНЗАЦИЈА- Z САМОКОМПЕНЗАТОР





САМОКОМПЕНЗАЦИЈА- L САМОКОМПЕНЗАТОР





УЛАЗНИ ПРОЈЕКТНИ ПАРАМЕТРИ

Материјал цеви	Димензије цеви и колена	Угао између колена	Дужина краћег и дужег крака
P235GH	DN300(φ323,9x7,1mm)-цев DN300(φ323,9x 9,53mm)-колено	90°	$l_d=12m / l_m=6m$
Притисак	Температура при монтажи	Радна температура флуида	Температурска разлика
$p=10bar$	$t_{min}=20^{\circ}C$	$t_{max}=200^{\circ}C$	$\Delta t=180^{\circ}C$

AD 2000

Руска метода

SRPS EN 13480-3

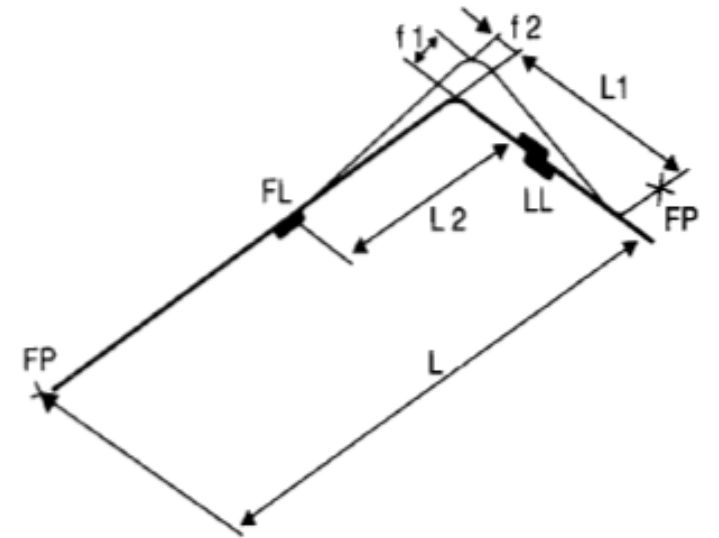
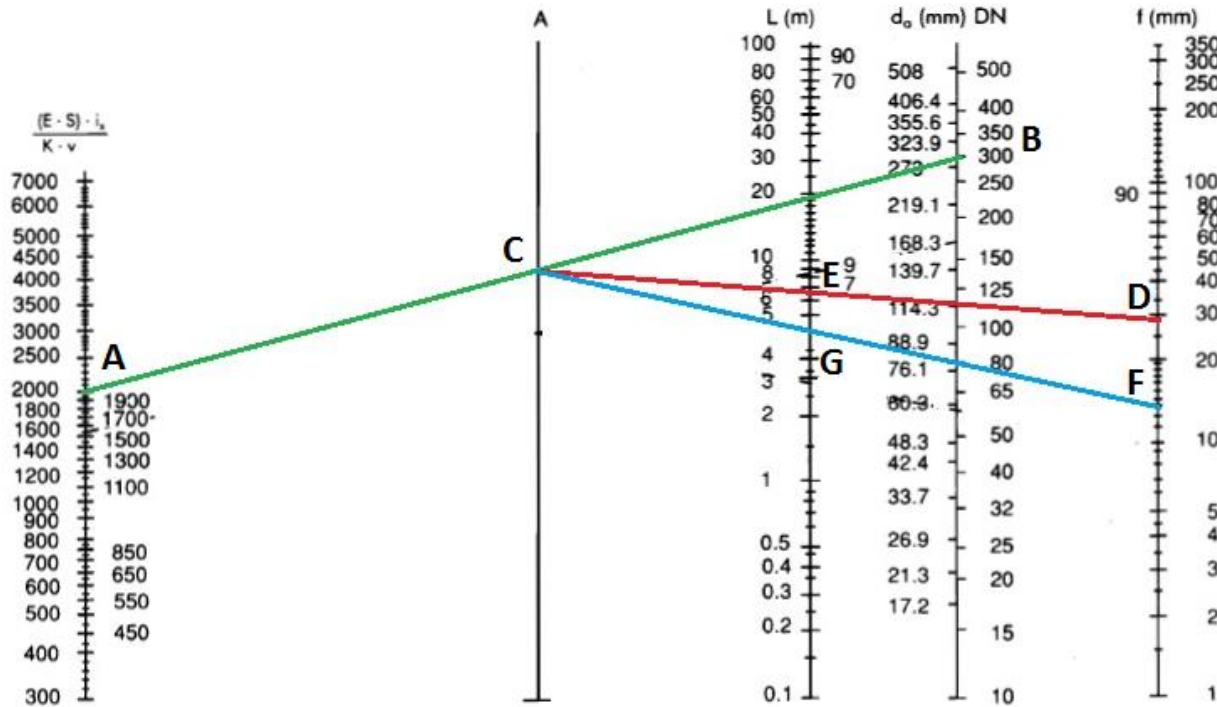


МЕТОДА ПРЕМА СТАНДАРДУ AD 2000

Улазни пројектни параметри	
Материјал	P 235 GH
Спољашњи пречник цеви, d_a	DN300(ϕ 323,9x7,1mm)
Температурска разлика, Δt	180°C
Издужење дужег крака, f_d	28mm
Модул еластичности на 180°C, E	200 600 N/mm ²
Коефицијент линеарног ширења. α	$12.9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Пројектни напон на 180°C , K	188,4 N/mm ²
Степен сигурности, S	1,5
Коефицијент ефикасности заваривања v	0,85
Коефицијент $(E \cdot S) \cdot i_x / (K \cdot v)$	2000
Фактор концентracије напона (редукциони фактор), i_x	1
Дужина дужег крака, L	12m

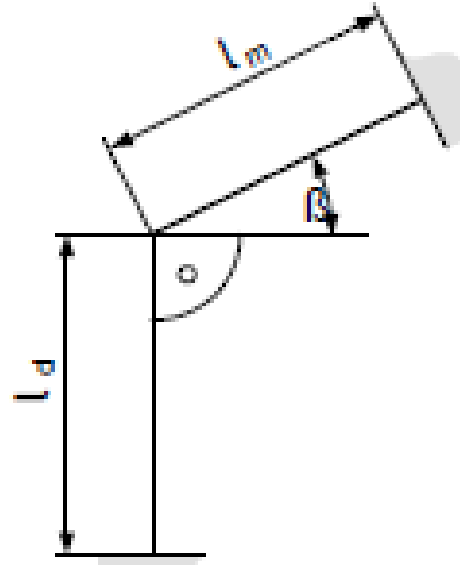


МЕТОДА ПРЕМА СТАНДАРДУ AD 2000





РУСКА МЕТОДА



$$n = l_d / l_m$$

β



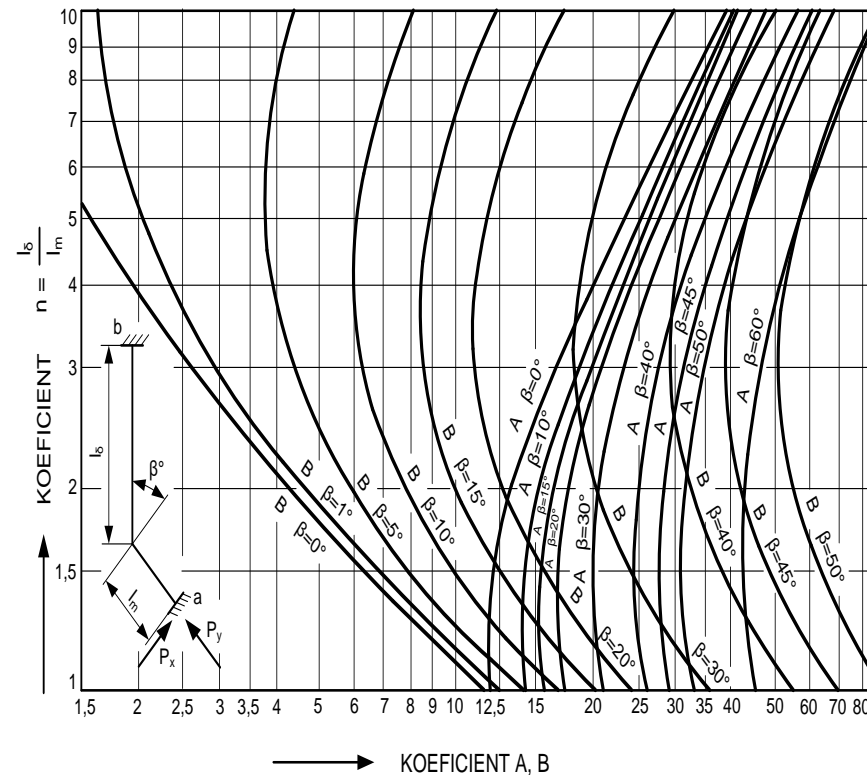
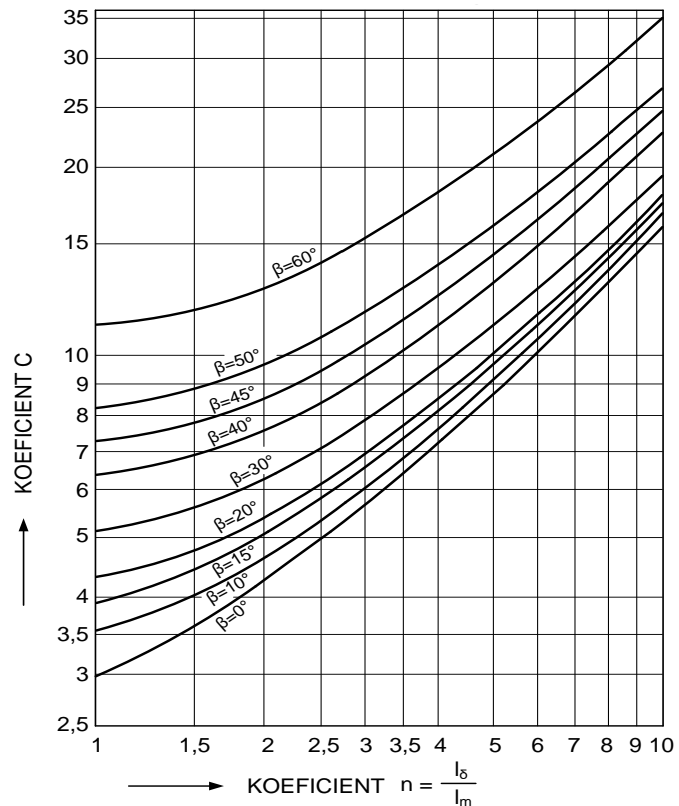
Напонски
коефицијенти
А, В, С



- Напон услед термичке дилатације у аксијалном правцу
- Напон услед статичког притиска у аксијалном правцу
- Отпори ослонаца



РУСКА МЕТОДА





МЕТОДА ПРЕМА СТАНДАРДУ SRPS EN 13480-3

Дефиниција	Формула
Гранични момент савијања за цев без цевне рачве	$M_{fl\ n_s} = R_{p\ 0,2} \cdot t \cdot \frac{(D_m + e_s)^3}{6} \left(1 - \left(\frac{2 e_s}{D_m + e_s} \right)^3 \right)$
Гранични момент савијања за цевну рачву одвојено посматрано	$M_{fl\ n_b} = R_{p\ 0,2} \cdot t \cdot \frac{(d_m + e_b)^3}{6} \left(1 - \left(\frac{2 e_b}{d_m + e_b} \right)^3 \right)$
Укупан момент савијања који делује на цев и узрокује ротацију у равни која садржи цев и цевну рачву	$M_{fp_s, \max} = 0,5 \cdot M_{flp_s}$
Укупан момент савијања који делује на цевну рачву и узрокује ротацију у равни која садржи цев и цевну рачву	$M_{fp_b, \max} = 0,5 \cdot M_{flp_b}$
Сила услед издужења краћег крака која савија дужи крак	$F_1 = \frac{12 \cdot f_M \cdot E \cdot I}{l_M^3}$
Сила услед издужења дужег крака која савија краћи крак	$F_2 = \frac{12 \cdot f_d \cdot E \cdot I}{l_d^3}$



РЕЗУЛТАТИ

AD 2000

Дужина	Вредност
Растојање на коме је покретни ослонац	4,5m
Краћи крак	6,5m

Руска метода

Дужина	Вредност
Дужи крак	12m
Краћи крак	6m

SRPS EN 13480-3

Дужина	Преко момента за цев	Преко момента за колено
Гранична дужина дужег крака	9,8 m	12,9 m
Гранична дужина краћег крака	39 m	51,6 m
Максимална (пројектна) дужина дужег крака	2,7 m	2,5 m
Максимална (пројектна) дужина краћег крака	10,7 m	9,8 m



ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

AD 2000

- Неопходне дужине краћег крака и растојања на коме се налази покретни ослонац на дужем краку,
- Растојање покретног ослонца на дужем краку је мање од претпостављене дужине дужег крака и са тим задовољава могућност постављања,
- Дужина краћег крака је приближно једнака претпостављеној дужини краћег крака што задовољава у погледу претпоставке дужина.

Руска метода

- Дужине кракова које су претпостављене су довољне да издрже оптерећења услед термичког напрезања.

SRPS EN 13480-3

- Граничне и максималне (пројектне) дужине кракова добијене преко момената за колено и цев,
- Коришћење додатних формула за добијање дужина кракова.



ЗАКЉУЧАК

AD 2000

- Једноставна метода
- Анализира и геометријске и механичке карактеристике цеви L компензатора
- Не анализира се место постављања покреног ослонца на краћем краку и угао између кракова

Руска метода

- Једноставна провера претходно димензионисаног компензатора,
- Не анализира распоред и потребу ослонаца на компензатору.

SRPS EN 13480-3

- Анализа и прорачун момената за цев и колено,
- Коришћење доданих једначина за добијање дужина кракова.
- Не анализира распоред и потребу ослонаца на компензатору.





ХВАЛА НА ПАЖЊИ!