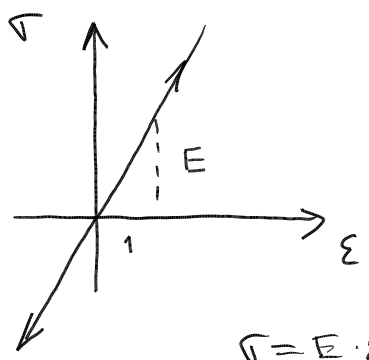
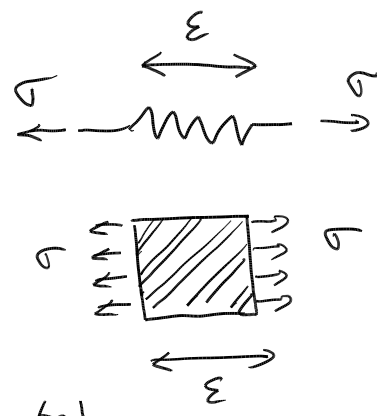


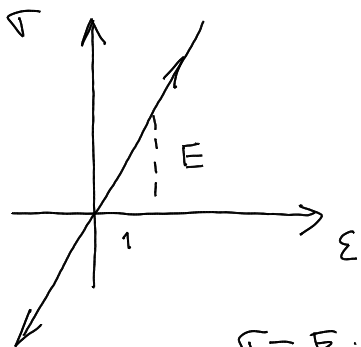
PRUŽINA 



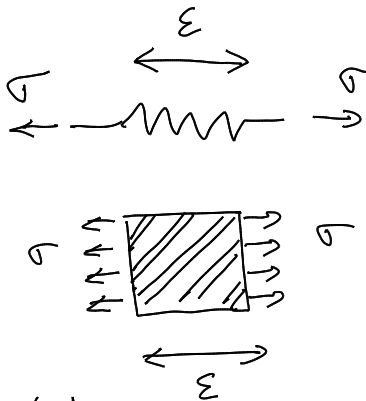
$\sigma = E \cdot \epsilon$ pro tah
i tlak!



PRUŽINA ~~~~~



$\sigma = E \cdot \epsilon$ pro tah
i tlak!



OPAKOVÁNÍ:

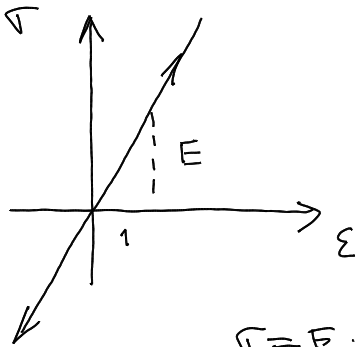
PARALELNÍ ZAPOJENÍ

- sčítání napětí
- sčítání tuhostí

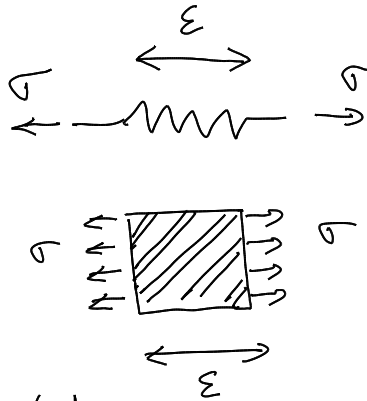
SERIOVÉ ZAPOJENÍ

- sčítání deformací
- sčítání poddajnosti

PRUŽINA - M - M



$\sigma = E \cdot \epsilon$ pro tah i tlak!



OPAKOVÁNÍ:

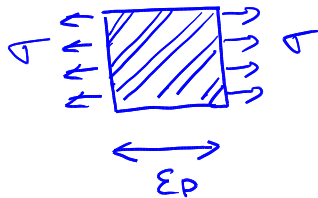
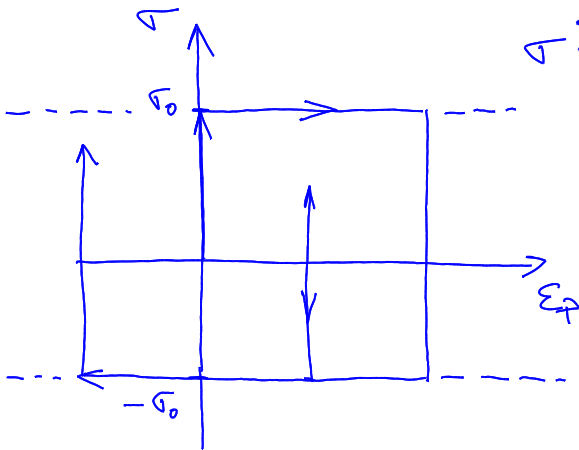
PARALELNÍ ZAPOJENÍ

- sčítání napětí
- sčítání tuhostí

SERIOVÉ ZAPOJENÍ

- sčítání deformací
- sčítání poddajnosti

PLASTICKÝ ČLÁNEK



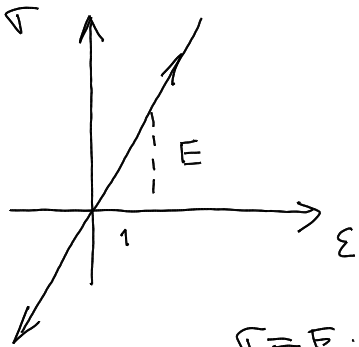
VŽDY MUSÍ PLATIT

$-\sigma_0 \leq \sigma \leq \sigma_0$

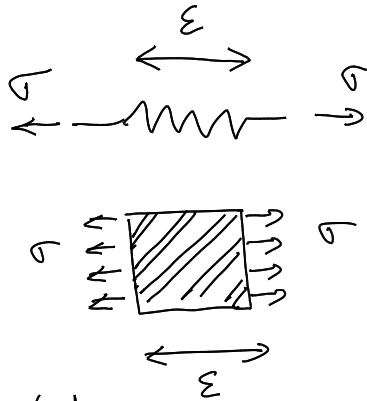
PLASTICKÉ PŘEVÁŘENÍ

$|\sigma| = \sigma_0$

PRUŽINA - MVR



$\sigma = E \cdot \epsilon$ pro tah i tlak!



OPAKOVÁNÍ:

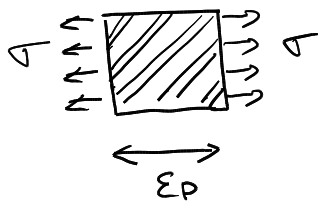
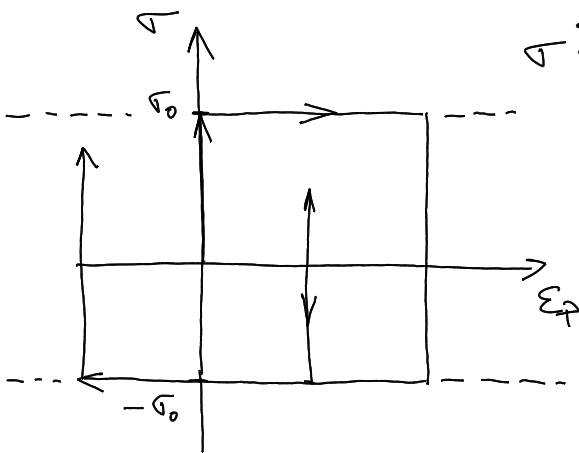
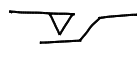
PARALELNÍ ZAPOJENÍ

- sčítání napětí
- sčítání tuhostí

SERIOVÉ ZAPOJENÍ

- sčítání deformací
- sčítání poddajnosti

PLASTICKÝ ČLÁNEK



VĚDY MUSÍ PLATIT

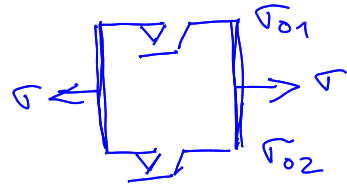
$-\sigma_0 \leq \sigma \leq \sigma_0$

PLASTICKÉ PŘETVÁŘENÍ

$|\sigma| = \sigma_0$

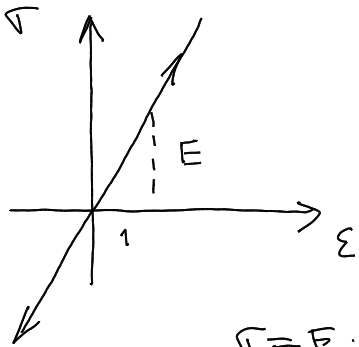
PARALELNÍ ZAPOJENÍ

- sčítání napětí
- sčítání MEZÍ KLUBU

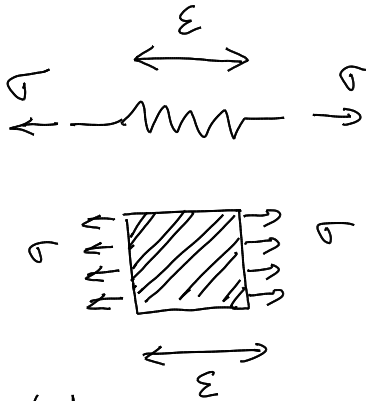


$\sigma_0 = \sigma_{01} + \sigma_{02}$

PRUŽINA - MVR



$\sigma = E \cdot \epsilon$ pro tah i tlak!



OPAKOVÁNÍ:

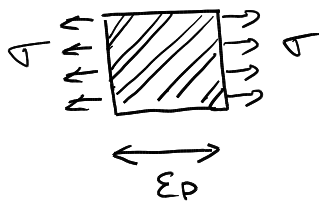
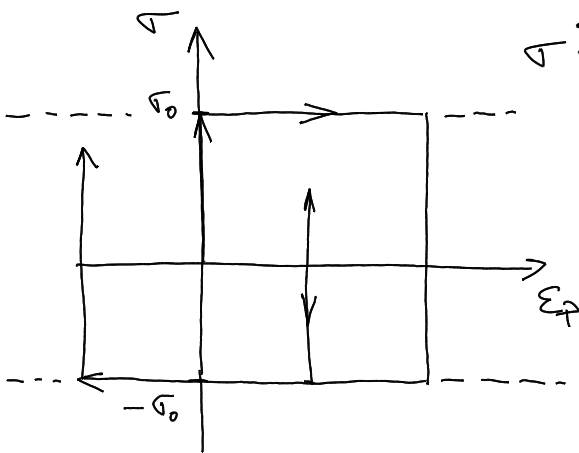
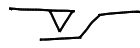
PARALELNÍ ZAPOJENÍ

- sčítání napětí
- sčítání tuhostí

SERIOVÉ ZAPOJENÍ

- sčítání deformací
- sčítání poddajnosti

PLASTICKÝ ČLÁNEK



VĚDY MUSÍ PLATIT

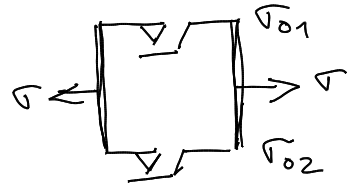
$-\sigma_0 \leq \sigma \leq \sigma_0$

PLASTICKÉ PŘETVÁŘENÍ

$|\sigma| = \sigma_0$

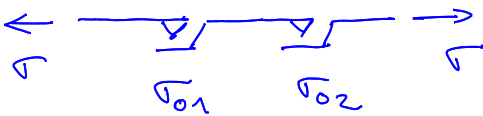
PARALELNÍ ZAPOJENÍ

- sčítání napětí
- sčítání MEZI KLUBO

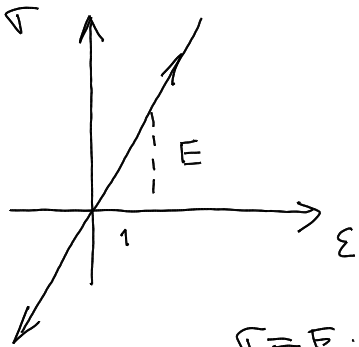


$\sigma_0 = \sigma_{01} + \sigma_{02}$

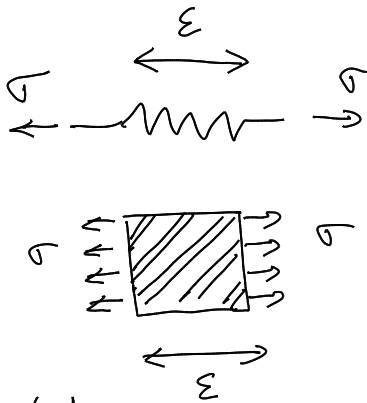
SERIOVÉ ZAPOJENÍ



PRUŽINA - MVR



$\sigma = E \cdot \epsilon$ pro tah i tlak!



OPAKOVÁNÍ:

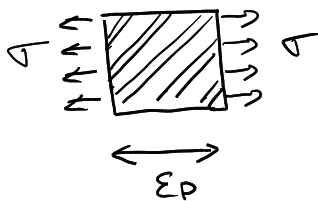
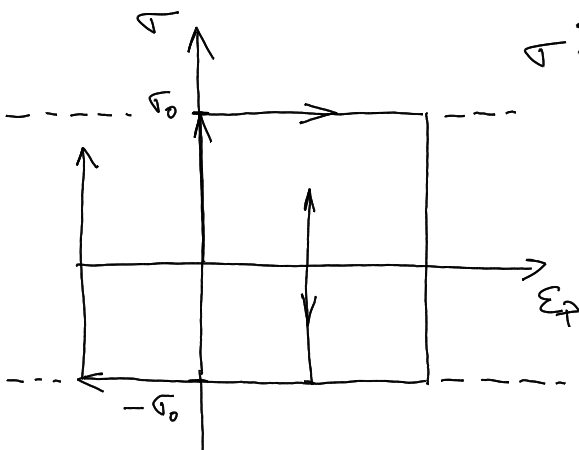
PARALELNÍ ZAPOJENÍ

- sčítání napětí
- sčítání tuhostí

SERIOVÉ ZAPOJENÍ

- sčítání deformací
- sčítání poddajnosti

PLASTICKÝ ČLÁNEK



VĚDY MUSÍ PLATIT

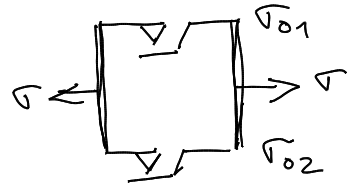
$-\sigma_0 \leq \sigma \leq \sigma_0$

PLASTICKÉ PŘEVÁŘENÍ

$|\sigma| = \sigma_0$

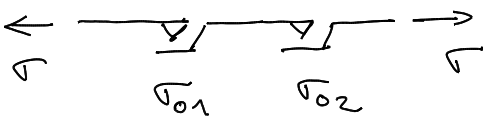
PARALELNÍ ZAPOJENÍ

- sčítání napětí
- sčítání MEZI KLUBU



$\sigma_0 = \sigma_{01} + \sigma_{02}$

SERIOVÉ ZAPOJENÍ



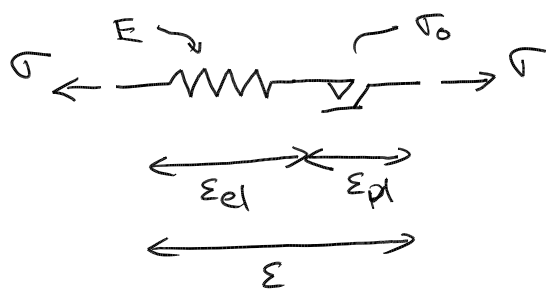
→ ROZHODUJE ČLÁNEK S MENŠÍ MEZI KLUBU

$\sigma_0 = \min(\sigma_{01}, \sigma_{02})$

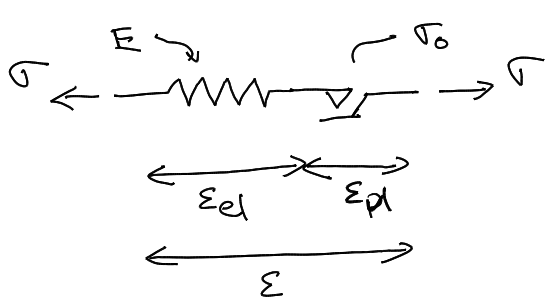
pokud $\sigma_{01} < \sigma_{02} \dots \epsilon_{p1} = \epsilon_p$

$\epsilon_{p2} = 0$

PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽINA + PLAST. ČLÁNEK

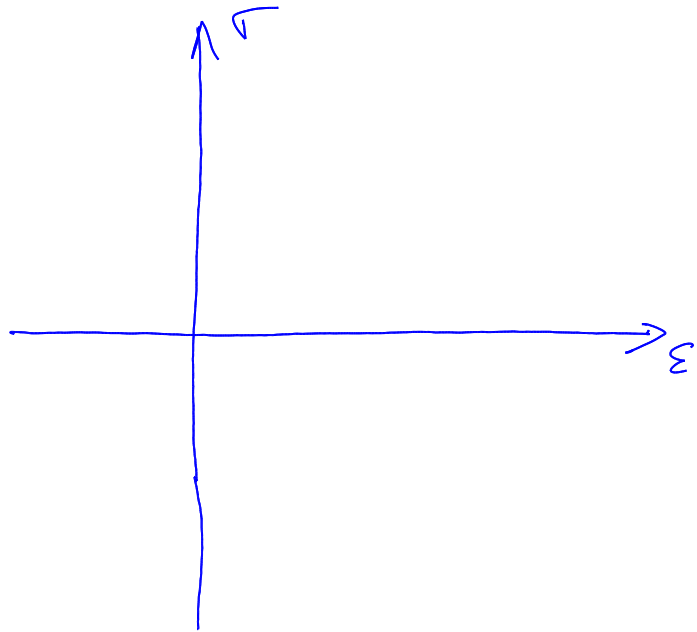


PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽINA + PLAST. ČLÁNEK

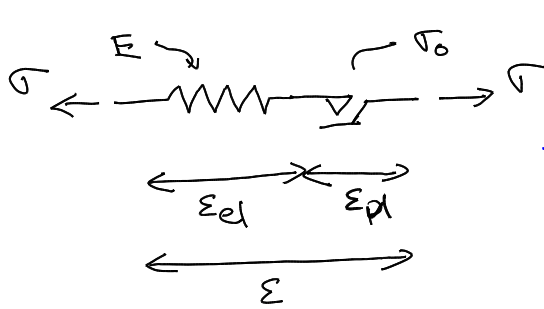


$$\epsilon = \epsilon_{el} + \epsilon_{pl}$$

$$\sigma = \sigma_{el} = \sigma_{pl}$$

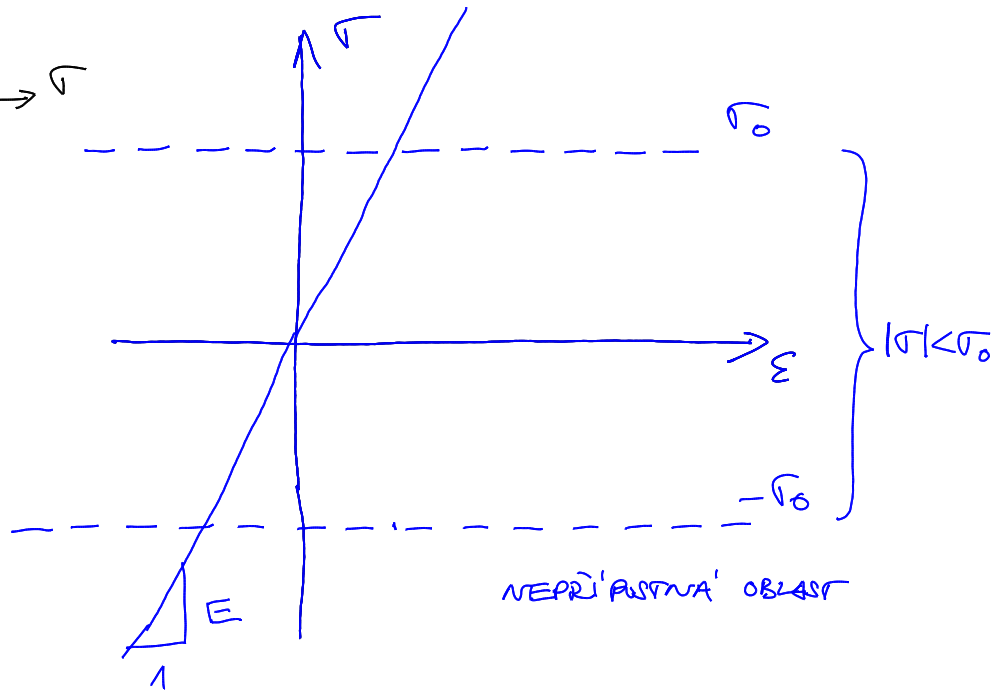


PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽNÁ + PLAST. ČLÁNEK

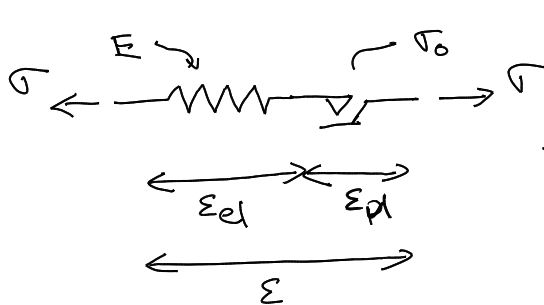


$$\epsilon = \epsilon_{el} + \epsilon_{pl}$$

$$\sigma = \sigma_{el} = \sigma_{pl}$$

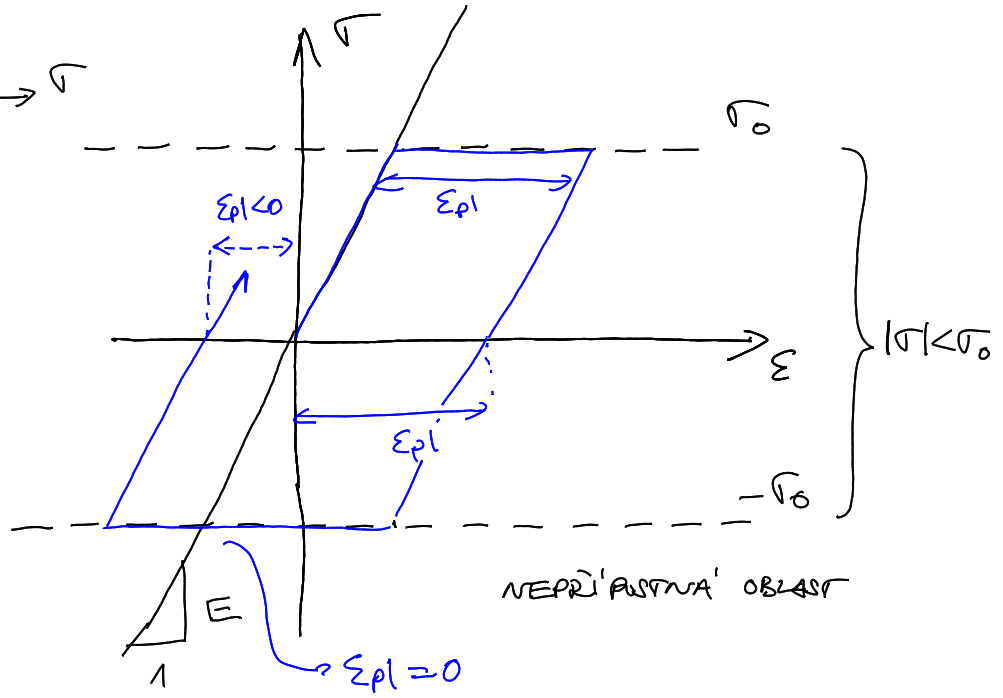


PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽNÁ + PLAST. ČLÁNEK

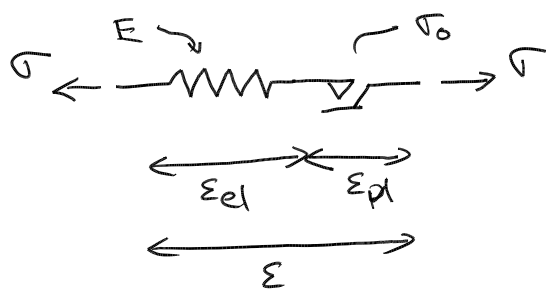


$$\epsilon = \epsilon_{el} + \epsilon_{pl}$$

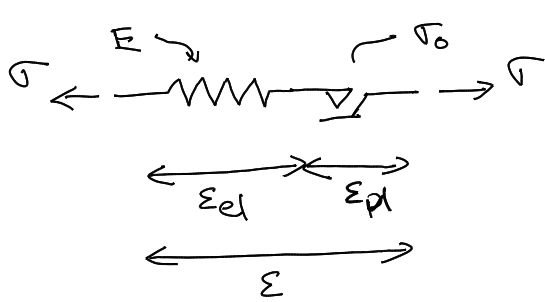
$$\sigma = \sigma_{el} = \sigma_{pl}$$



PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽINA + PLAST. ČLÁNEK

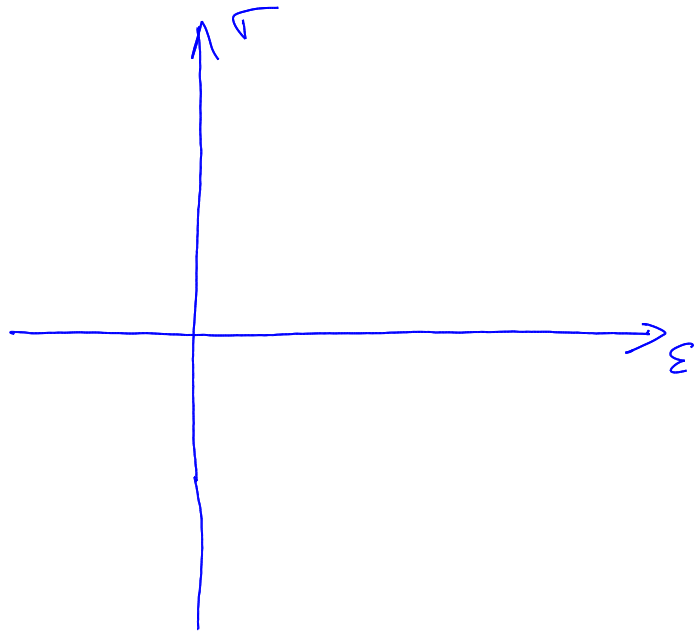


PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽNÁ + PLAST. ČLÁNEK

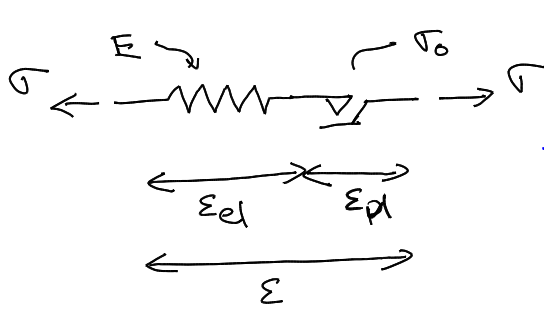


$$\epsilon = \epsilon_{el} + \epsilon_{pl}$$

$$\sigma = \sigma_{el} = \sigma_{pl}$$

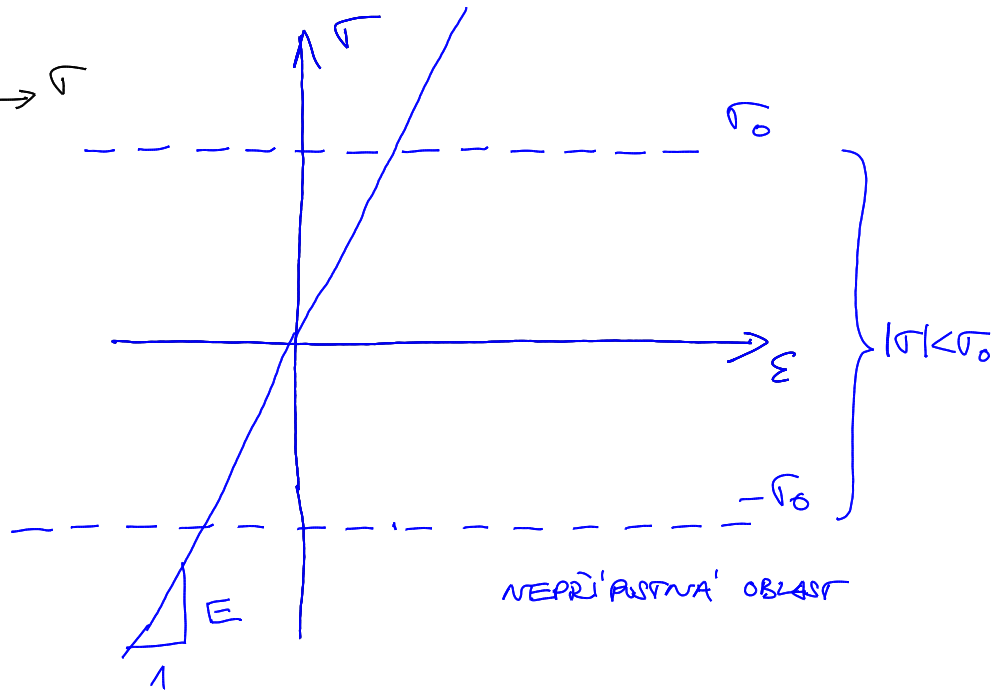


PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽNÁ + PLAST. ČLÁNEK

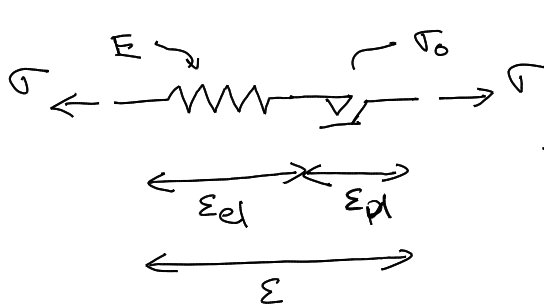


$$\epsilon = \epsilon_{el} + \epsilon_{pl}$$

$$\sigma = \sigma_{el} = \sigma_{pl}$$

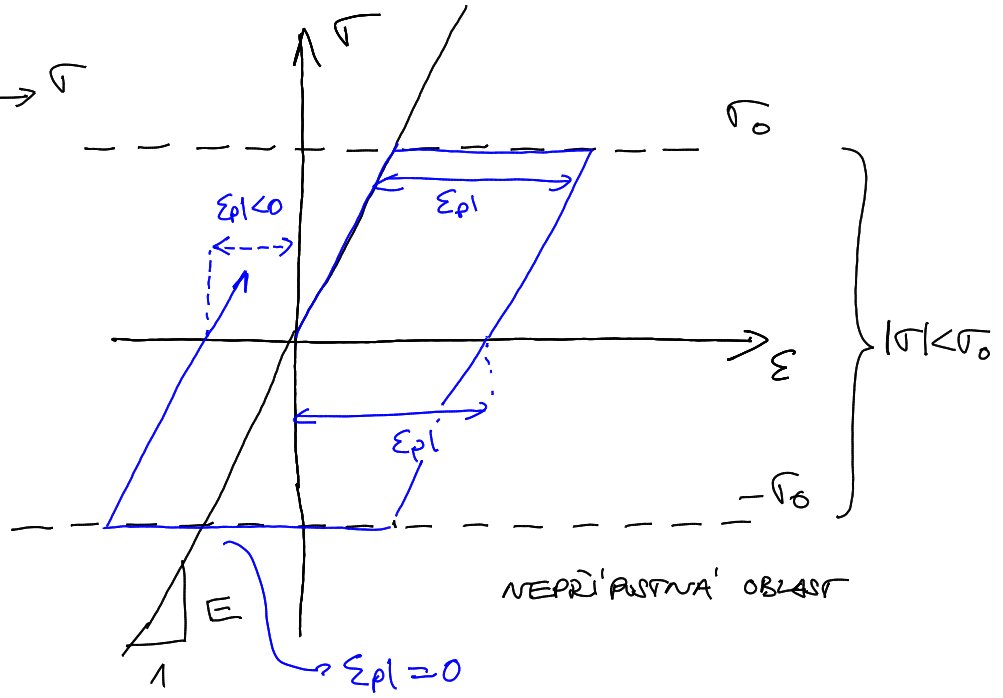


PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽNÁ + PLAST. ČLÁNEK

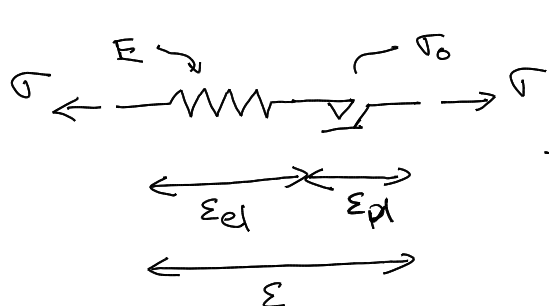


$$\epsilon = \epsilon_{el} + \epsilon_{pl}$$

$$\sigma = \sigma_{el} = \sigma_{pl}$$

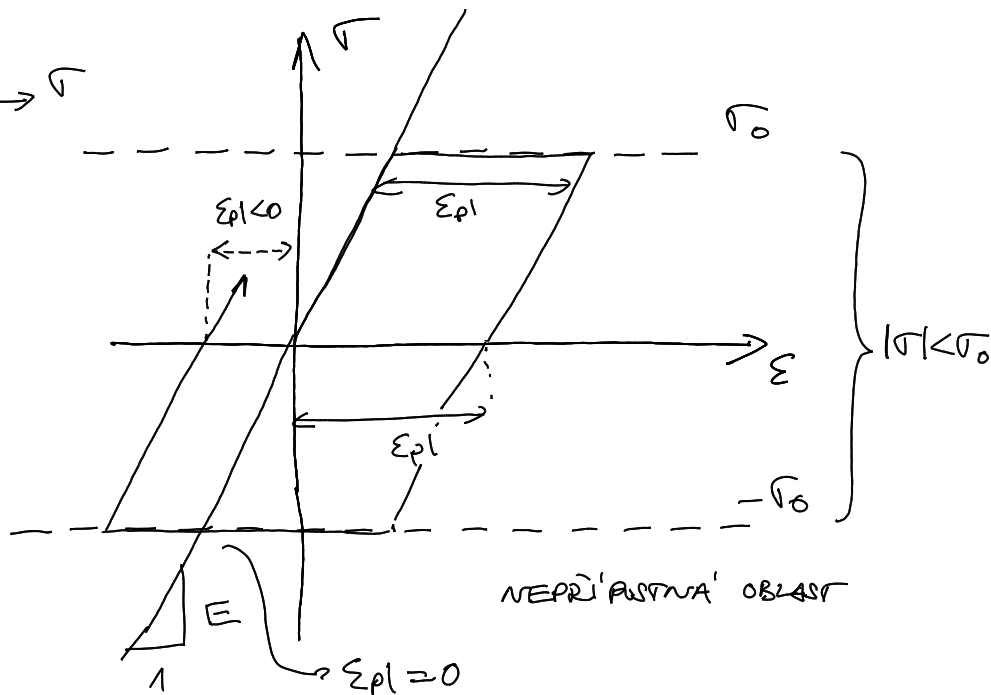


PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽINA + PLAST. ČLÁNEK

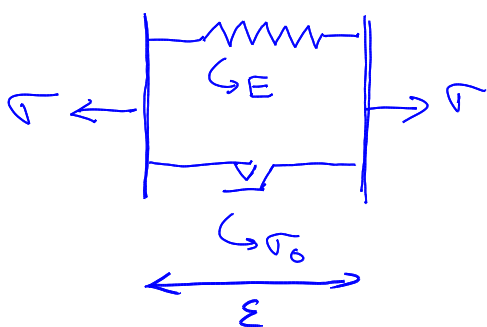


$$\epsilon = \epsilon_{el} + \epsilon_{pl}$$

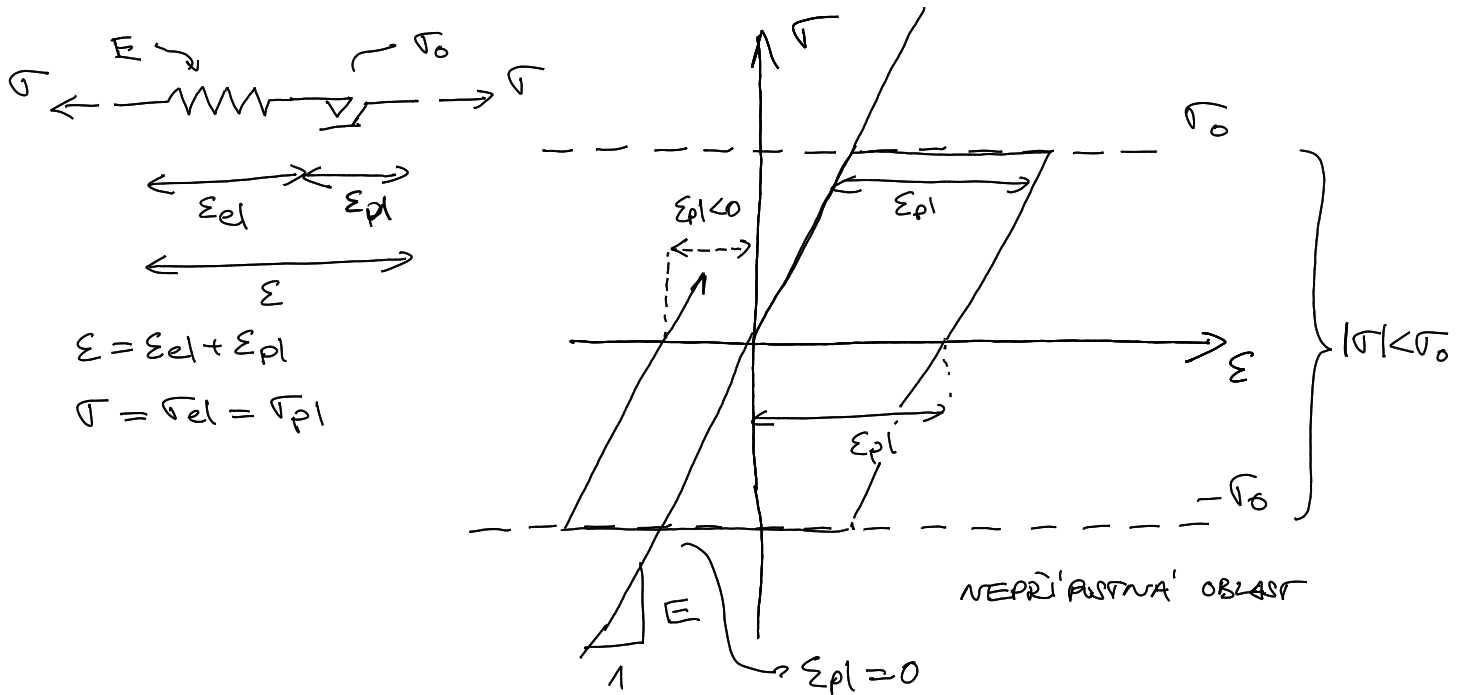
$$\sigma = \sigma_{el} = \sigma_{pl}$$



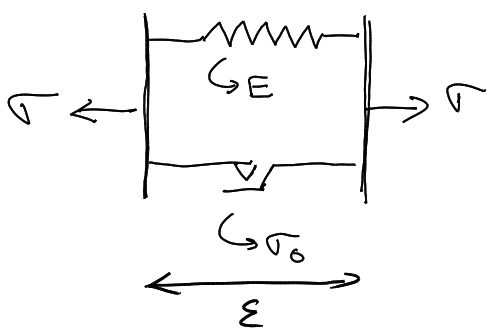
JUHOPLASTICKÝ MODEL S LINEÁRNÍM KINEMATICKÝM ZPEVNĚNÍM
 = PARALELNĚ PRŮŽINA + PLAST. ČLÁNEK $\hookrightarrow H = E$



PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽINA + PLAST. ČLÁNEK

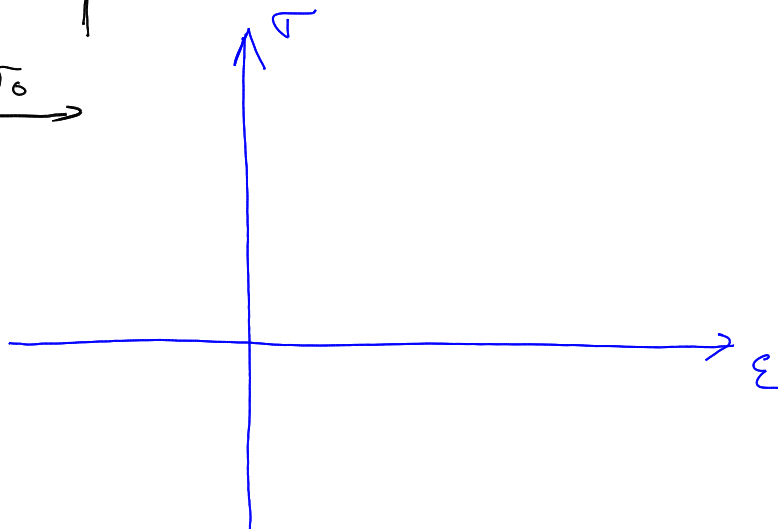


JUHOPLASTICKÝ MODEL S LINEÁRNÍM KINEMATICKÝM ZPEVNĚNÍM
 = PARALELNĚ PRŮŽINA + PLAST. ČLÁNEK $\hookrightarrow H = E$

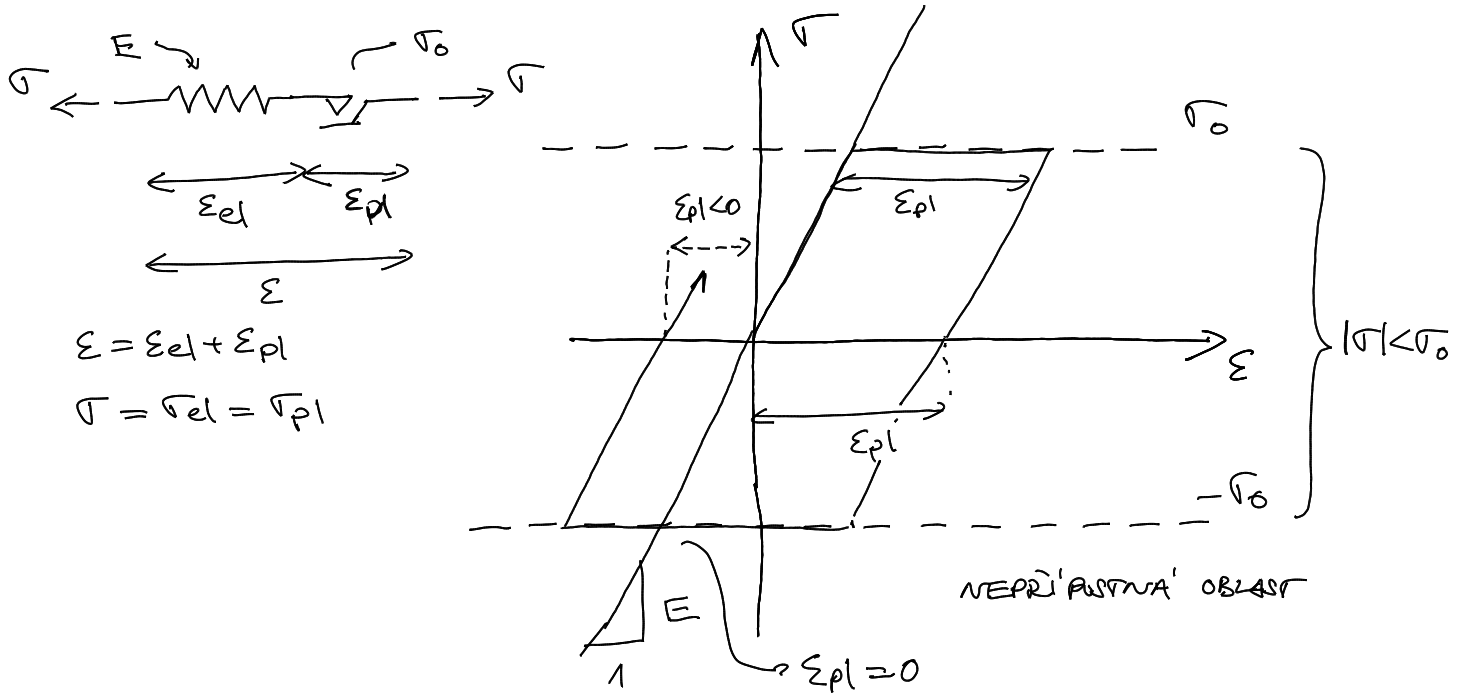


$$\epsilon = \epsilon_{el} = \epsilon_{pl}$$

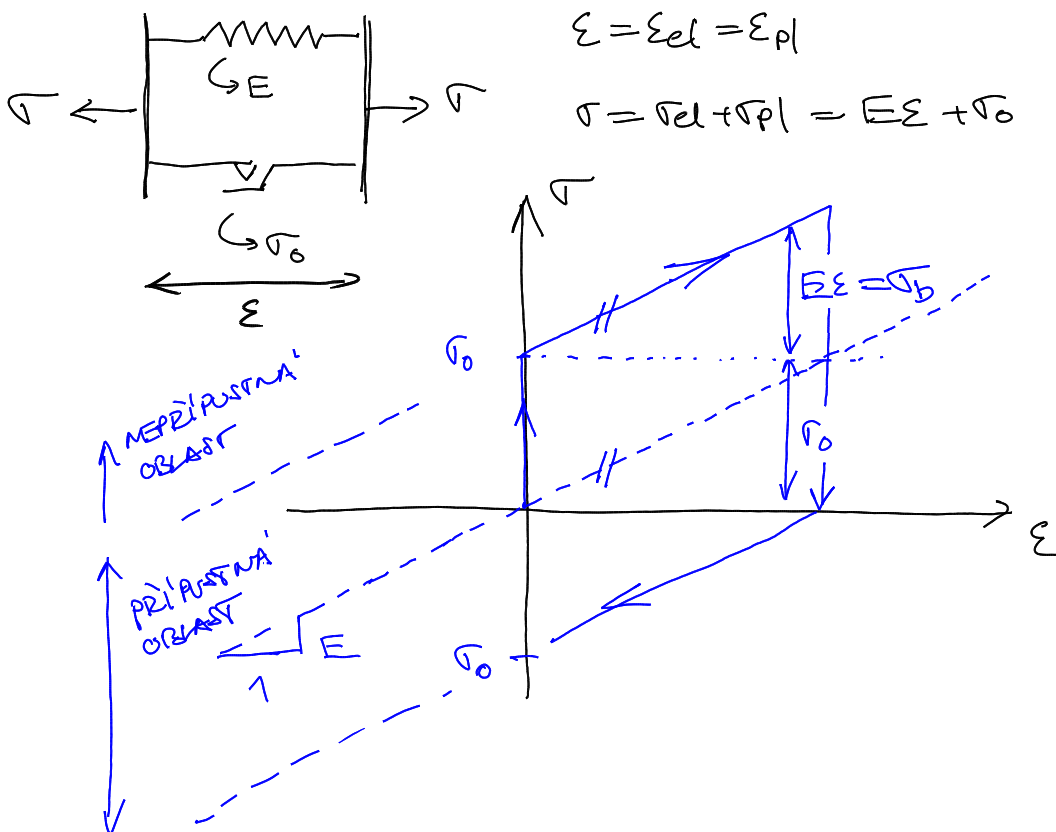
$$\sigma = \sigma_{el} + \sigma_{pl} = E\epsilon + \sigma_0$$



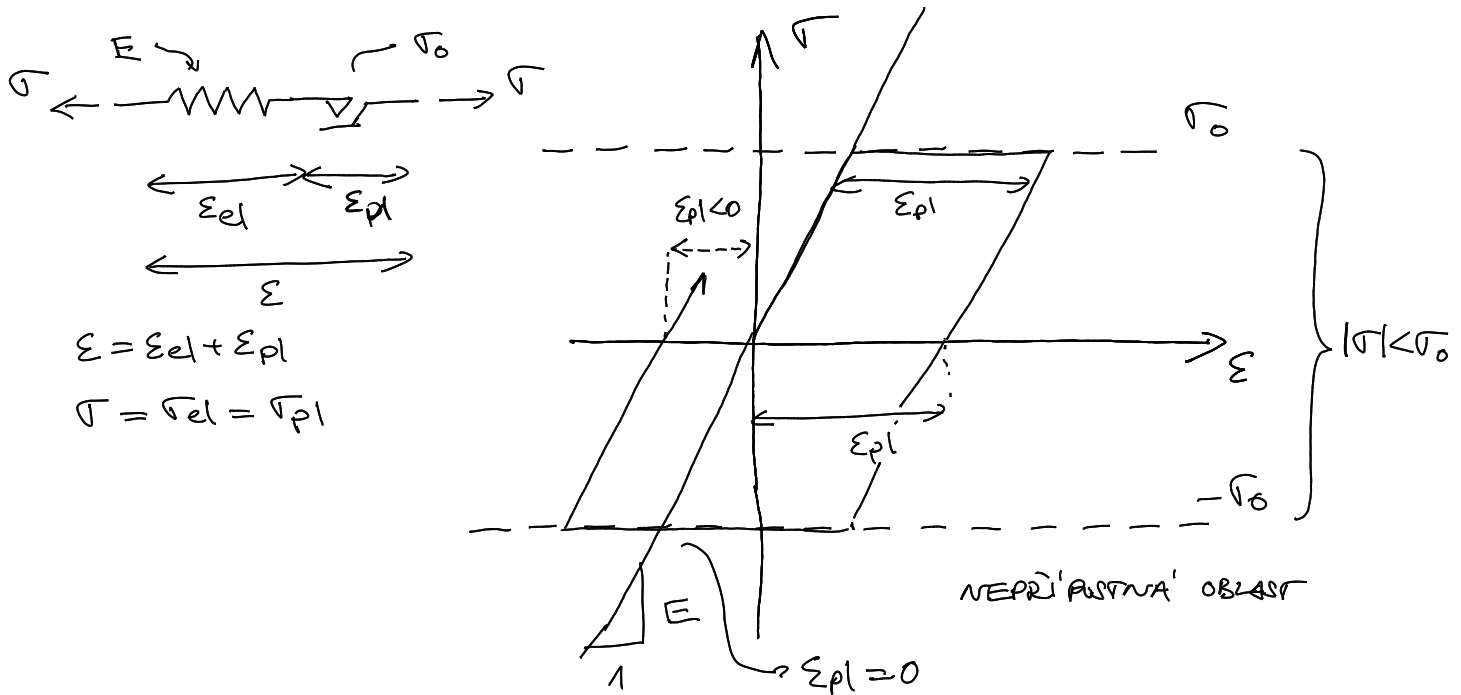
PRŮŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRŮŽINA + PLAST. ČLÁNEK



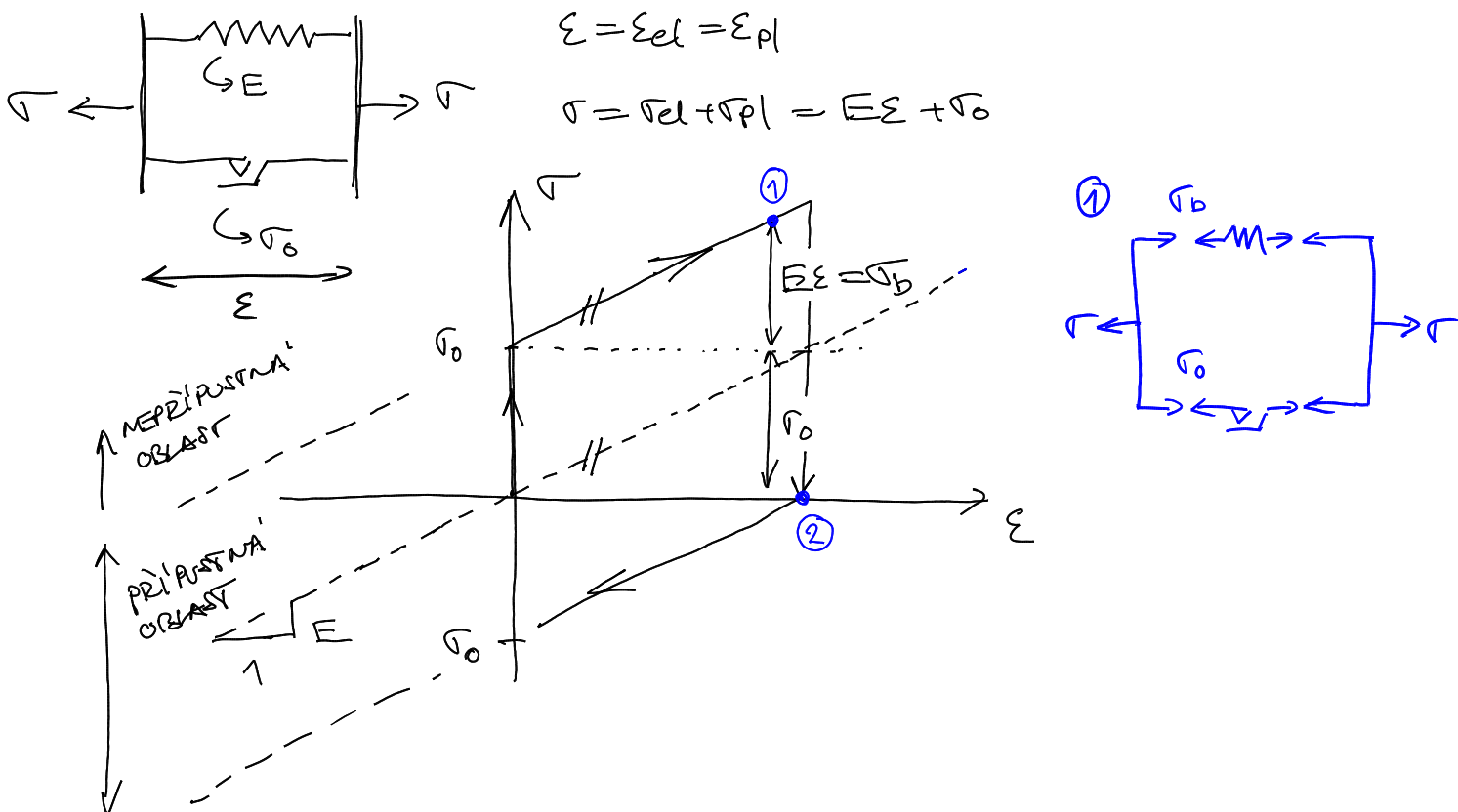
JUHOPLASTICKÝ MODEL S LINEÁRNÍM KINEMATIČKÝM ZPEVNĚNÍM
 = PARALELNĚ PRŮŽINA + PLAST. ČLÁNEK $\hookrightarrow H = E$



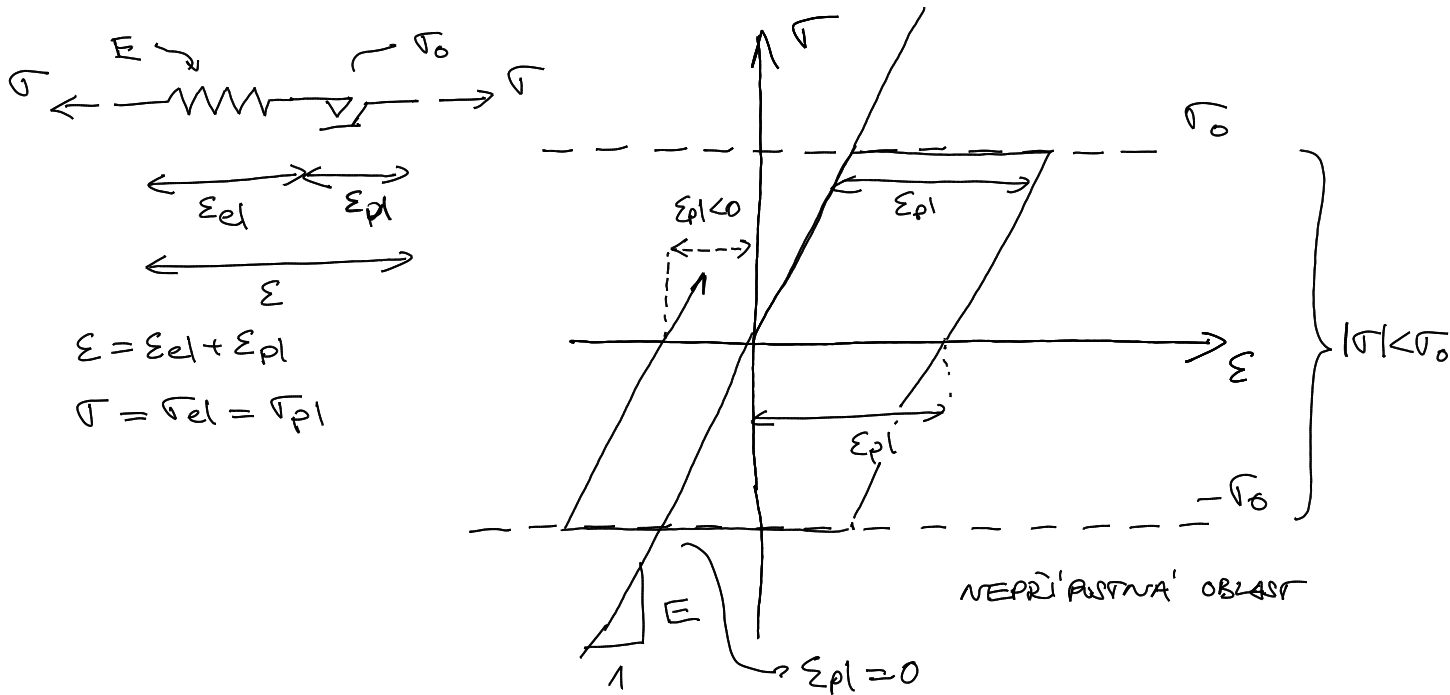
PRUŽNOPLASTICKÝ ČLÁNEK = PRUŽINA + PLAST. ČLÁNEK



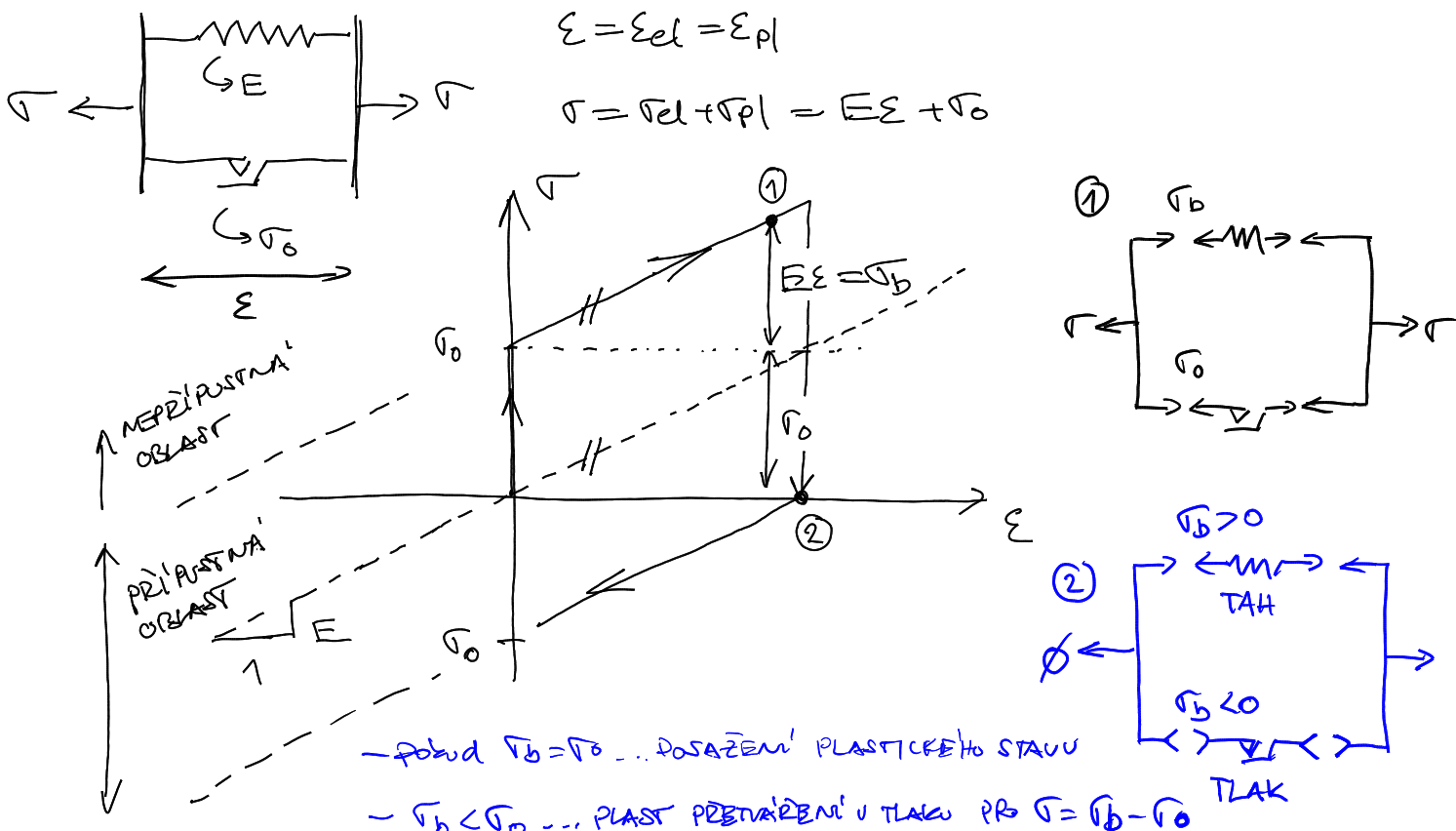
JUHOPLASTICKÝ MODEL S LINEÁRNIM KINEMATICKÝM ZPEVNENÍM
 = PARALELNE PRUŽINA + PLAST. ČLÁNEK $\hookrightarrow H = E$



PRUŽNOPLASTICKÝ ČLA'NEK = PRUŽINA + PLAST. ČLA'NEK



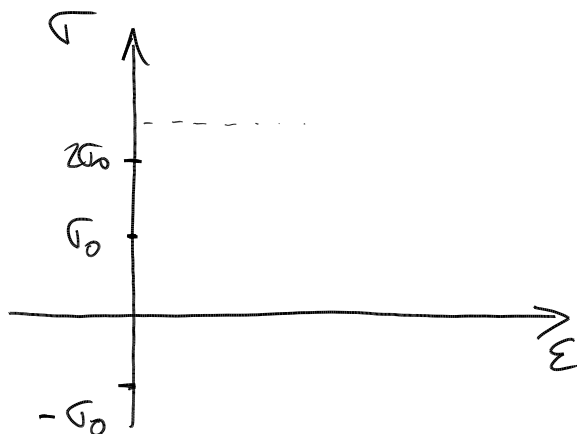
JUHOPLASTICKÝ MODEL S LINEÁRNÍM KINEMATICKÝM ZPEVNĚNÍM
 = PARALELNĚ PRUŽINA + PLAST. ČLA'NEK $\hookrightarrow H = E$



PŘÍKLAD TUNĚ PLAST MODEL S LIN. ZPEVNĚNÍM.

σ z 0 MPa NA $2,5 \sigma_0$, PAK ODŘÍŽENÍ NA 0 MPa ; $-\sigma_0$; 0 MPa

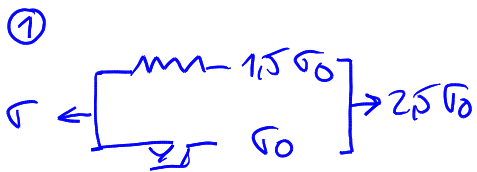
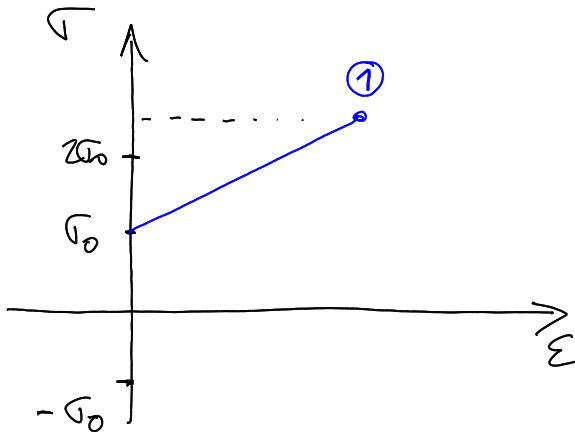
URČIT DEFORMACI + NAPĚTÍ V OBES ČLÁNKU



PŘÍKLAD TUNOPLAST MODEL S LIN. ZPEVNĚNÍM.

σ z 0 MPa NA $2,5 \sigma_0$, PAK ODTRŽENÍ NA 0 MPa ; $-\sigma_0$; 0 MPa

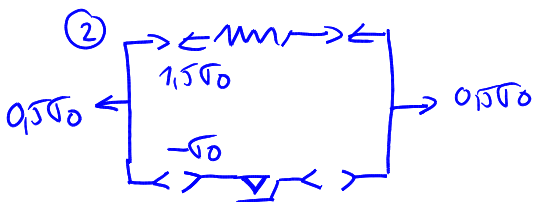
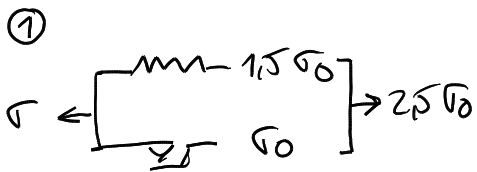
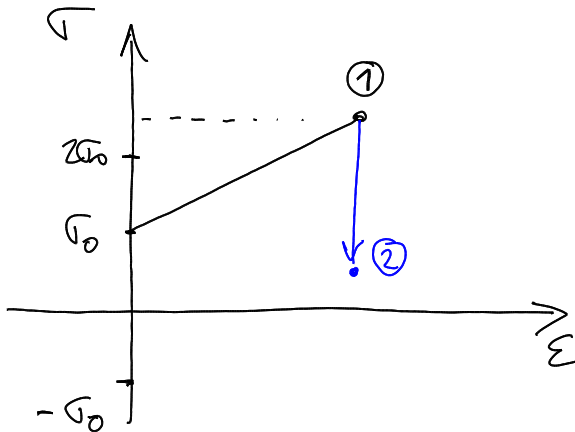
URČIT DEFORMACI + NAPĚTÍ V OBES ČLAVNICE



PŘÍKLAD TUNOPLAST MODEL S LIN. ZPEVNĚNÍM.

σ z 0 MPa NA $2,5 \sigma_0$, PAK ODČÍŽEMÍ NA 0 MPa ; $-\sigma_0$; 0 MPa

URČIT DEFORMACI + NAPĚTÍ V OBOJ ČLÁNKŮCH

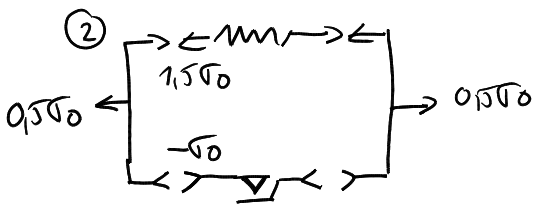
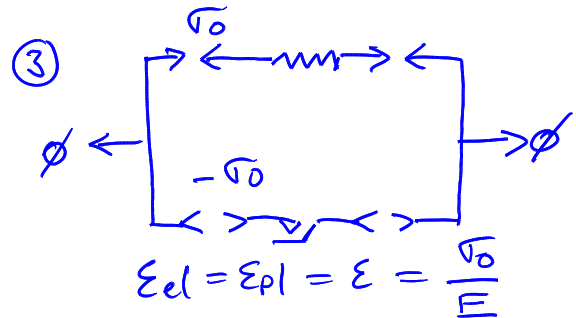
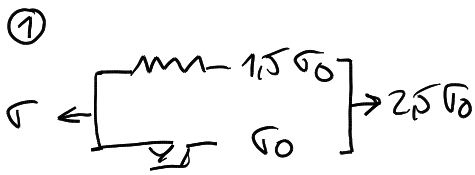
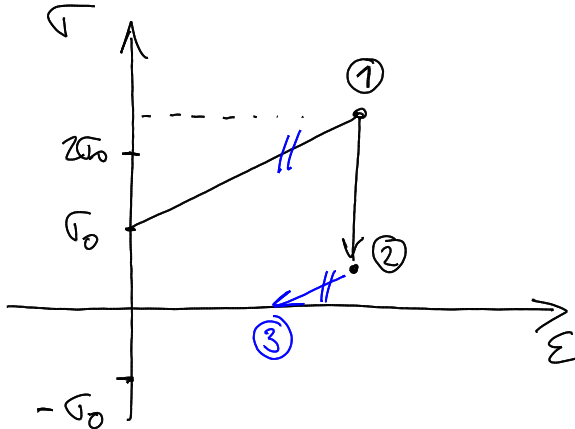


- DEFORMACE JE KONSTANTNÍ
 → NAPĚTÍ V PRŮMĚ SE
 NEPŮŽE PĚT

PŘÍKLAD TUNOPLAST MODEL S LIN. ZPEVNĚNÍM.

σ z 0 MPa NA $2,5 \sigma_0$, PAK ODČÍŽEMÍ NA 0 MPa ; $-\sigma_0$; 0 MPa

URČIT DEFORMACI + NAPĚTÍ V OBOJ OVLIVNĚNÍ

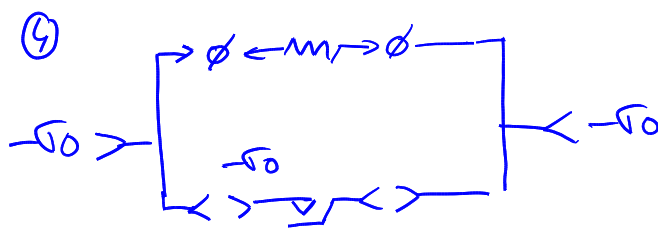
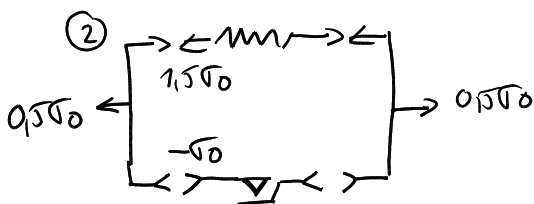
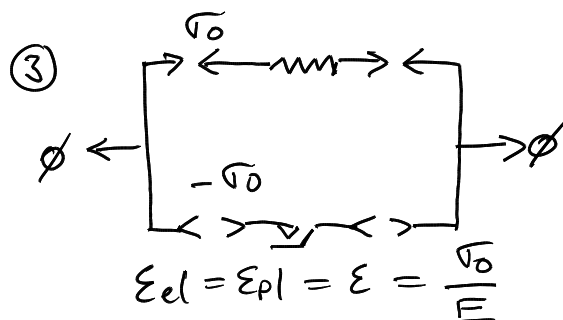
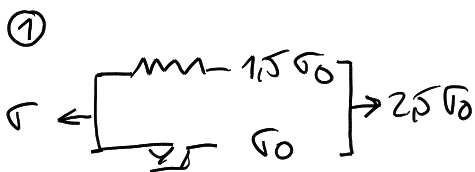
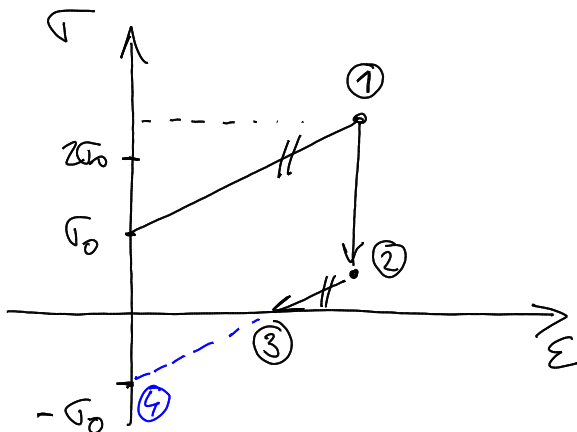


- DEFORMACE JE KONSTANTNÍ
 → NAPĚTÍ V PRŮMĚ SE
 MĚNÍ

PŘÍKLAD TUNOPLAST MODEL S LIN. ZPEVNĚNÍM.

σ z 0 MPa NA $2,5 \sigma_0$, PAK ODČÍŽEMÍ NA 0 MPa ; $-\sigma_0$; 0 MPa

URČIT DEFORMACI + NAPĚTÍ V OBES ČI A'N'UČIA



- DEFORMACE JE KONSTANTNÍ
 → NAPĚTÍ V PRŮMĚ SE
 NEPŮŽE PĚT

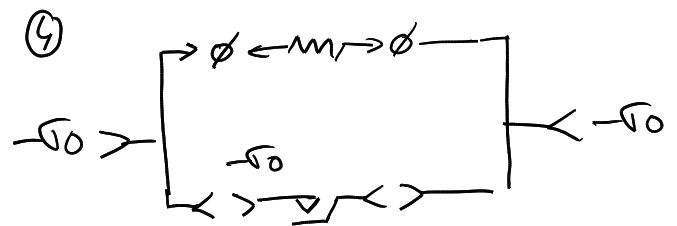
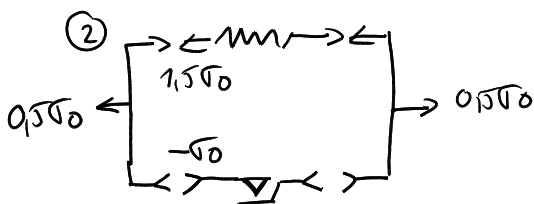
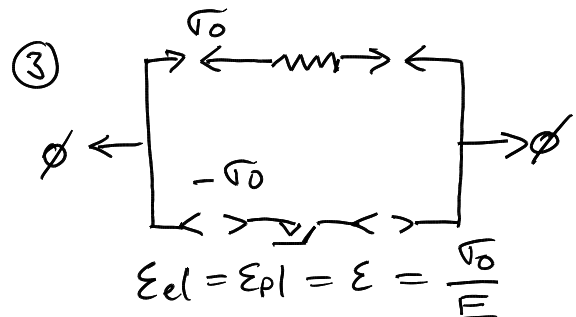
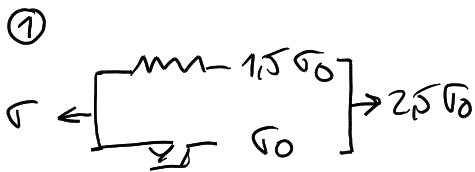
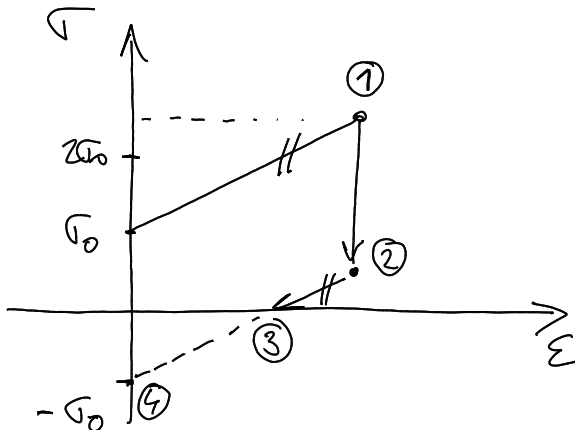
$$\epsilon = \epsilon_{el} = \epsilon_{pl} = 0$$

↳ nulové napětí v průřezu

PŘÍKLAD TUNOPLAST MODEL S LIN. ZPEVNĚNÍM.

σ z 0 MPa NA $2,5 \sigma_0$, PAK ODTRŽENÍ NA 0 MPa ; $-\sigma_0$; 0 MPa

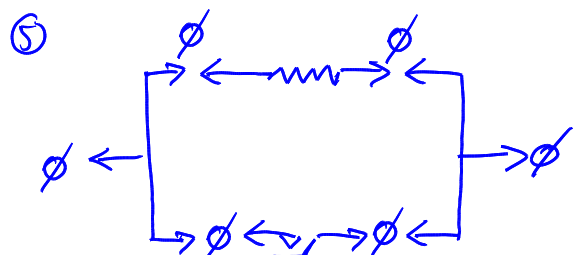
URČIT DEFORMACI + NAPĚTÍ V OBES ČI A'N'UČIA



- DEFORMACE JE KONSTANTNÍ!
 → NAPĚTÍ V PRŮVĚDĚ SE
 NEJŮŽE PĚT

$\epsilon = \epsilon_{el} = \epsilon_{pl} = 0$

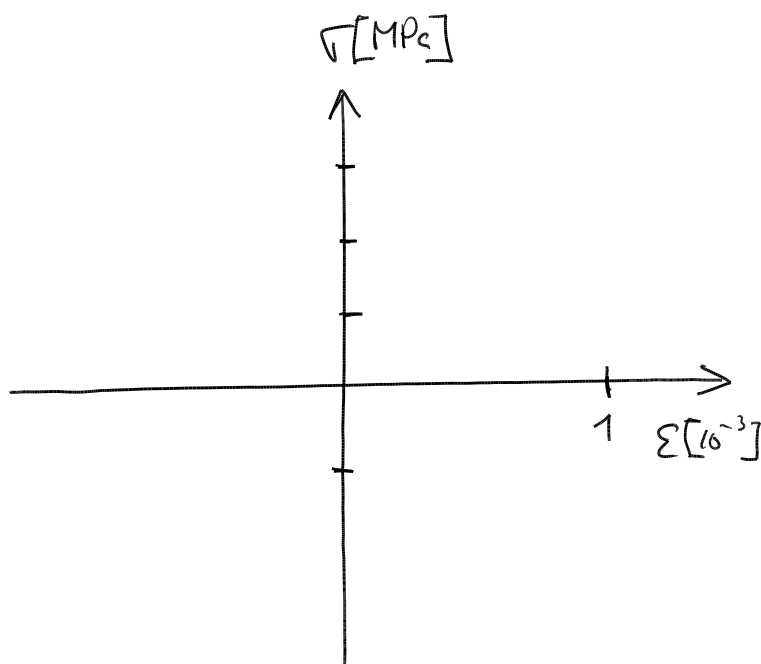
↳ nulové napětí v pružině



Příklad: Určit odezvu tuho-plastického članku s lin. zpevněním. $\sigma_0 = 100 \text{ MPa}$ $E = 200 \text{ GPa}$

Předepsáno: 1) deformace ϵ z 0 na $1 \cdot 10^{-3}$

2) napětí se snižuje na -100 MPa
a následně vzroste na 0 MPa



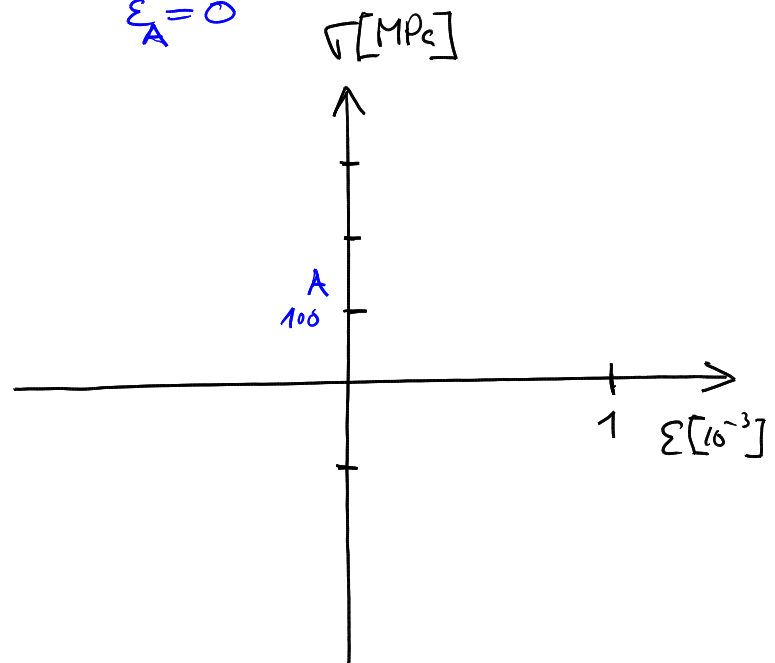
Příklad: Určit odezvu tuho-plastického článku s lin. zpevněním. $\sigma_0 = 100 \text{ MPa}$ $E = 200 \text{ GPa}$

Předepsáno: 1) deformace ϵ z 0 na $1 \cdot 10^{-3}$

2) napětí se snížil na -100 MPa
a následně vzroste na 0 MPa

A počátek plastického přetvoření $\sigma = \sigma_0 = 100 \text{ MPa} = \sigma_A$

$$\epsilon_A = 0$$



Příklad: Určit odezvu tuho-plastického článku s lin. zpevněním. $\sigma_0 = 100 \text{ MPa}$ $E = 200 \text{ GPa}$

Předepsáno: 1) deformace ϵ z 0 na $1 \cdot 10^{-3}$

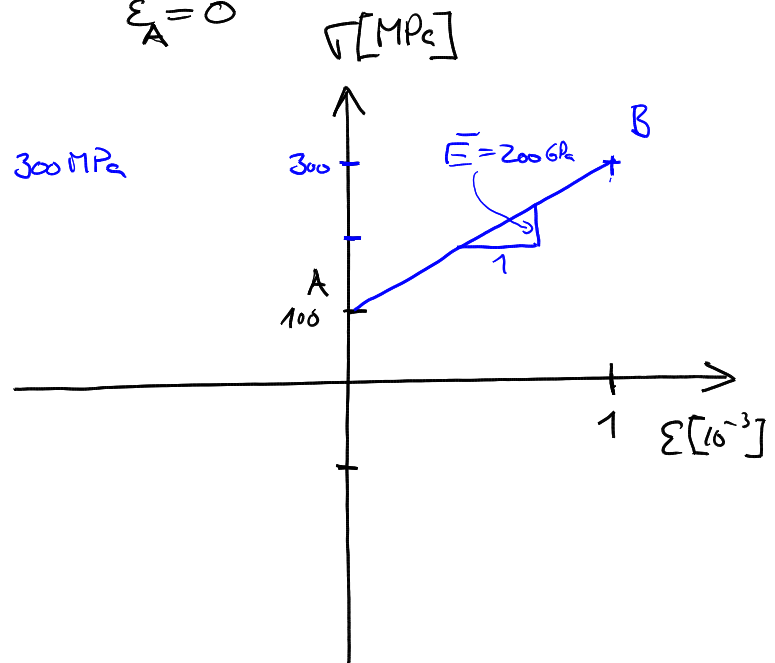
2) napětí se snížilo na -100 MPa
a následně vzrostlo na 0 MPa

[A] Počátek plastického přetvoření $\sigma = \sigma_0 = 100 \text{ MPa} = \sigma_A$

$$\epsilon_A = 0$$

[B] Dosažení deformace $1 \cdot 10^{-3}$

$$\sigma_B = \sigma_{el} + \sigma_{pl} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^3 + 100 = 300 \text{ MPa}$$



Příklad: Určit odezvu tuho-plastického článku s lin. zpevněním. $\sigma_0 = 100 \text{ MPa}$ $E = 200 \text{ GPa}$
 Předepsáno: 1) deformace ϵ z 0 na $1 \cdot 10^{-3}$
 2) napětí se snížil na -100 MPa
 a následně vzroste na 0 MPa

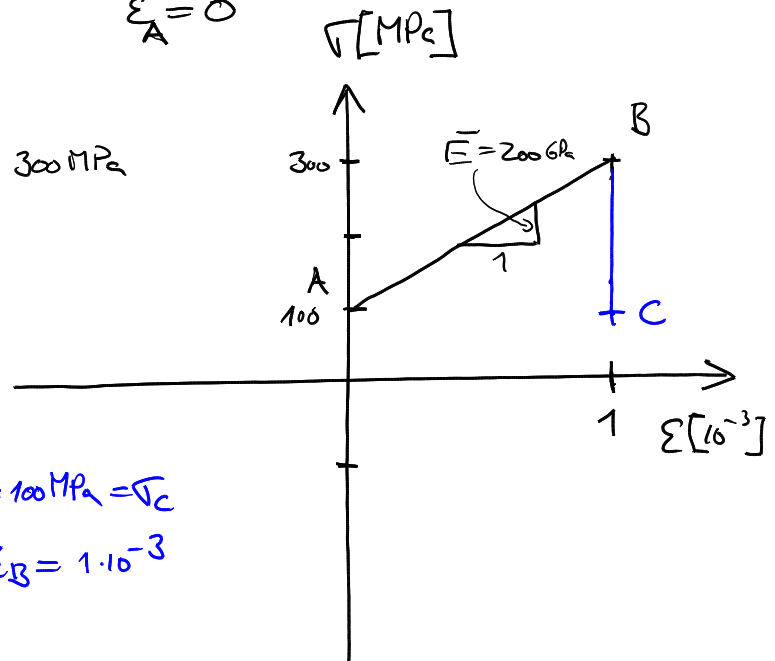
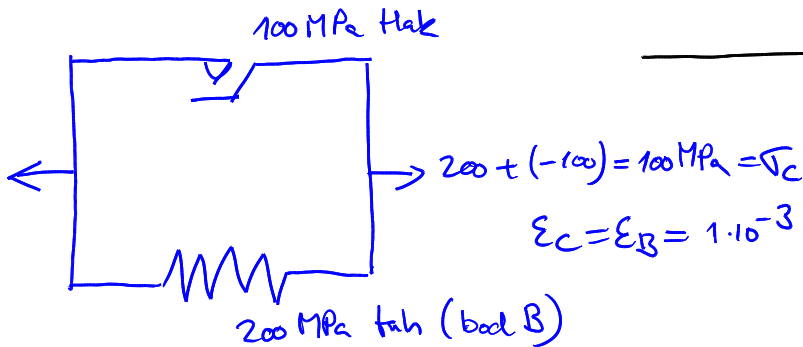
A) Počátek plastického přetržení! $\sigma = \sigma_0 = 100 \text{ MPa} = \sigma_A$

$$\epsilon_A = 0$$

B) Dosažení deformace $1 \cdot 10^{-3}$

$$\sigma_B = \sigma_{el} + \sigma_{pl} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^3 + 100 = 300 \text{ MPa}$$

C) Počátek plastického přetržení!



Příklad: Určit odezvu tuho-plastického článku s lin. zpevněním. $\sigma_0 = 100 \text{ MPa}$ $E = 200 \text{ GPa}$
 Předepsáno: 1) deformace ϵ z 0 na $1 \cdot 10^{-3}$
 2) napětí se snížil na -100 MPa
 a následně vzroste na 0 MPa

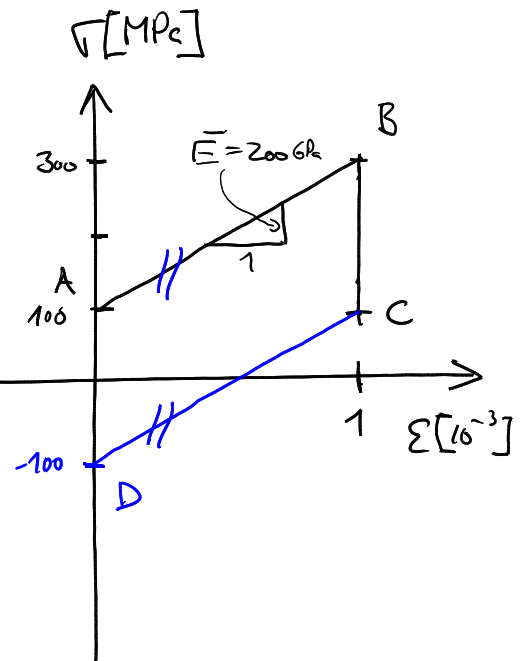
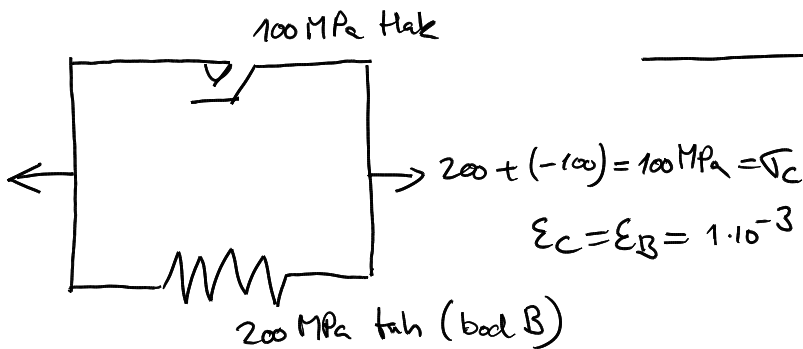
A) Počátek plastického přetržení! $\sigma = \sigma_0 = 100 \text{ MPa} = \sigma_A$

$$\epsilon_A = 0$$

B) Dosázení deformace $1 \cdot 10^{-3}$

$$\sigma_B = \sigma_{el} + \sigma_{pl} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^3 + 100 = 300 \text{ MPa}$$

C) Počátek plastického přetržení!



D) Dosázení napětí $-100 \text{ MPa} = \sigma_D$

$$\Delta \sigma = -100 - (100) \text{ MPa} = -200 \text{ MPa}$$

$$\begin{matrix} \uparrow & \uparrow \\ \sigma_D & \sigma_C \end{matrix}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{-200}{200 \cdot 10^3} = -1 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{el,D} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{pl,D} = -100 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_D = \epsilon_C + \Delta \epsilon = 0$$

Příklad: Určit odezvu tuho-plastického článku s lin. zpevněním. $\sigma_0 = 100 \text{ MPa}$ $E = 200 \text{ GPa}$
 Předepsáno: 1) deformace ϵ z 0 na $1 \cdot 10^{-3}$
 2) napětí se snížil na -100 MPa
 a následně vzroste na 0 MPa

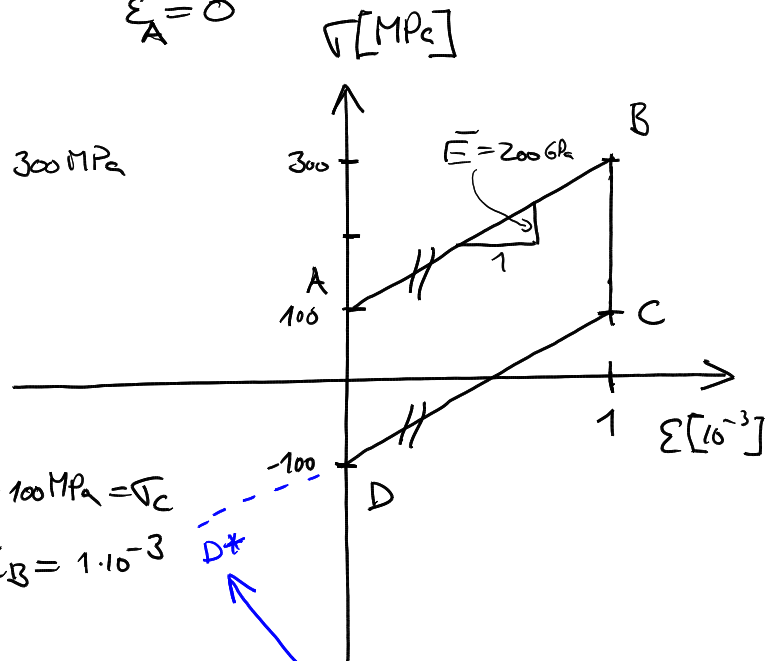
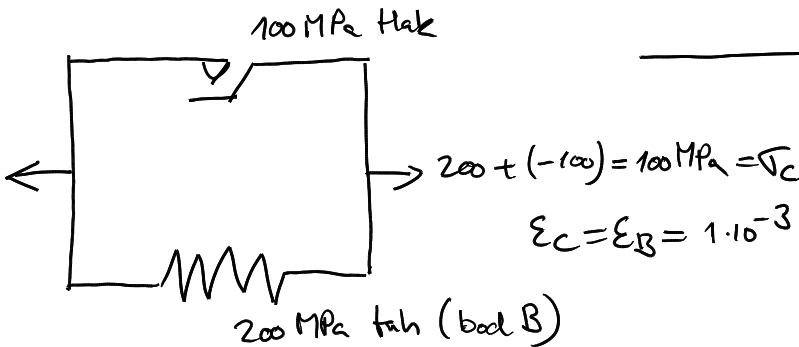
A) Počátek plastického přetržení $\sigma = \sigma_0 = 100 \text{ MPa} = \sigma_A$

$$\epsilon_A = 0$$

B) Dosázení deformace $1 \cdot 10^{-3}$

$$\sigma_B = \sigma_{el} + \sigma_{pl} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^3 + 100 = 300 \text{ MPa}$$

C) Počátek plastického přetržení



D) Dosázení napětí $-100 \text{ MPa} = \sigma_D$

$$\Delta \sigma = -100 - (100) \text{ MPa} = -200 \text{ MPa}$$

$$\begin{matrix} \uparrow & \uparrow \\ \sigma_D & \sigma_C \end{matrix}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{-200}{200 \cdot 10^3} = -1 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{el,D} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{pl,D} = -100 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_D = \epsilon_C + \Delta \epsilon = 0$$

Modifikace: $D^* = -200 \text{ MPa}$

$$\Delta \sigma = -300 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = -1,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_D^* = -0,5 \cdot 10^{-3} \rightarrow \begin{matrix} \sigma_{el,D^*} = -100 \text{ MPa} \\ \sigma_{pl,D^*} = -100 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Příklad: Určit odezvu tuho-plastického článku s lin. zpevněním. $\sigma_0 = 100 \text{ MPa}$ $E = 200 \text{ GPa}$
 Předepsáno: 1) deformace ϵ z 0 na $1 \cdot 10^{-3}$
 2) napětí se snížil na -100 MPa
 a následně vzroste na 0 MPa

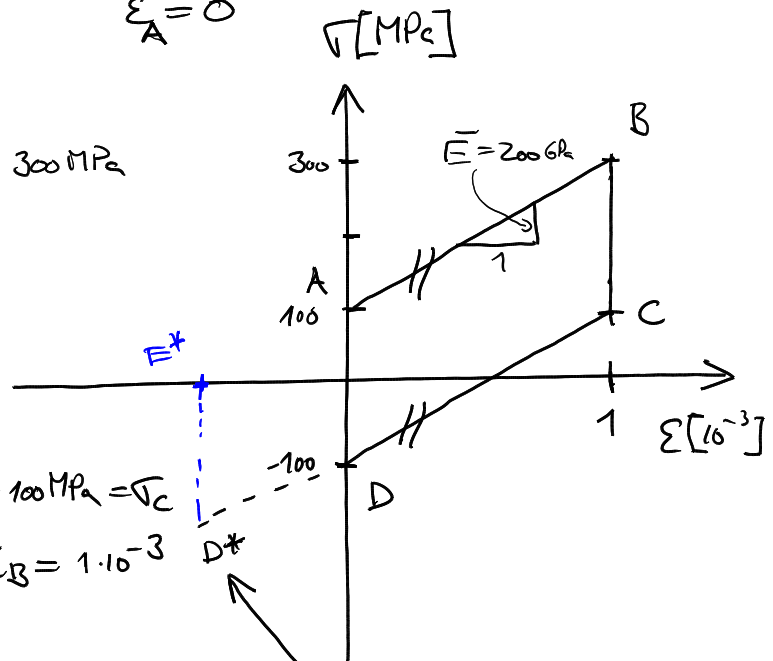
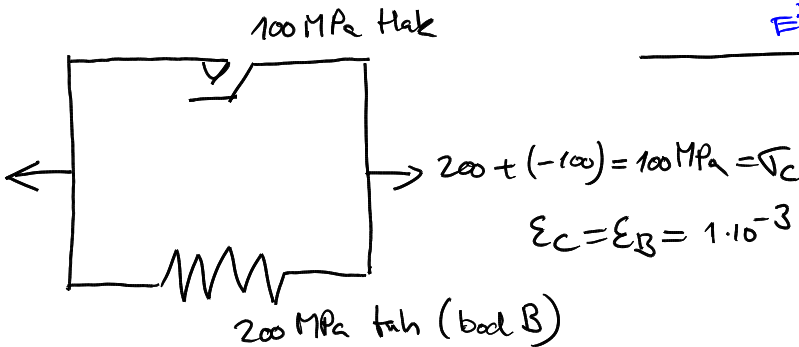
A) Počátek plastického přetržení $\sigma = \sigma_0 = 100 \text{ MPa} = \sigma_A$

$$\epsilon_A = 0$$

B) Dosázení deformace $1 \cdot 10^{-3}$

$$\sigma_B = \sigma_{el} + \sigma_{pl} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^3 + 100 = 300 \text{ MPa}$$

C) Počátek plastického přetržení



D) Dosázení napětí $-100 \text{ MPa} = \sigma_D$

$$\Delta \sigma = -100 - (100) \text{ MPa} = -200 \text{ MPa}$$

$$\begin{matrix} \uparrow & \uparrow \\ \sigma_D & \sigma_C \end{matrix}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{-200}{200 \cdot 10^3} = -1 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{el,D} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{pl,D} = -100 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_D = \epsilon_C + \Delta \epsilon = 0$$

Modifikace: $D^* = -200 \text{ MPa}$

$$\Delta \sigma = -300 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = -1,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_D^* = -0,5 \cdot 10^{-3} \rightarrow \sigma_{el,D^*} = -100 \text{ MPa}$$

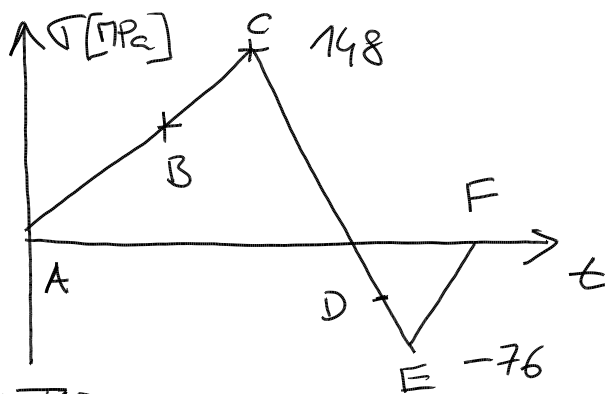
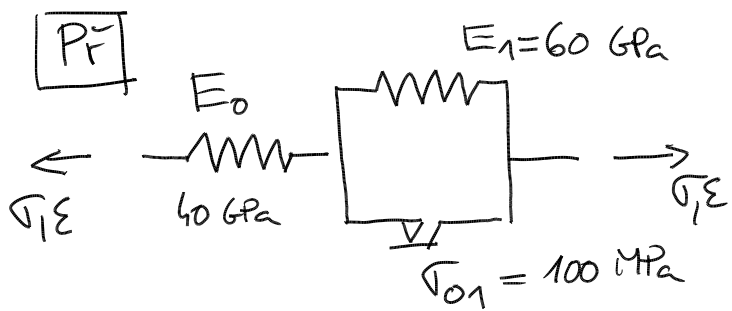
$$\sigma_{pl,D^*} = -100 \text{ MPa}$$

\rightarrow odhřzení na $\sigma_{E^*} = 0 \text{ MPa}$

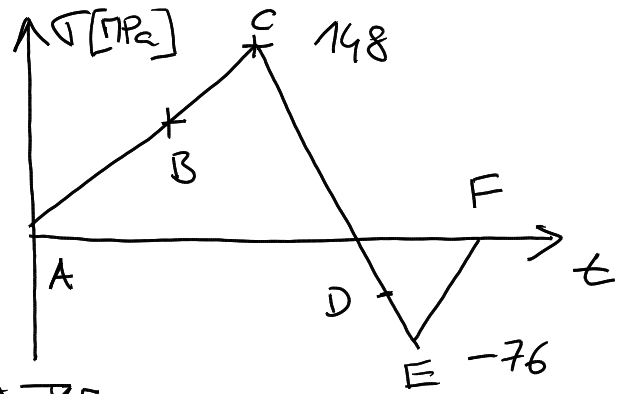
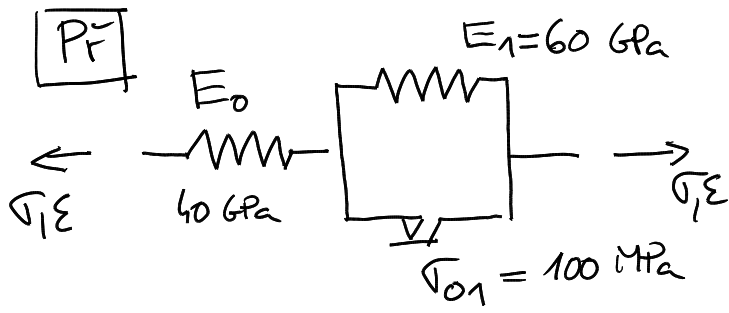
= počátek plastického přetržení

protože $\sigma_{E^*} = 0 \text{ MPa} = -100 \text{ MPa} + 100 \text{ MPa}$

$$-100 \text{ MPa} + 100 \text{ MPa}$$



→ VYŘEŠIT ODRZU A ROZLOŽENÍ $\sigma + \epsilon$ V M- A 97



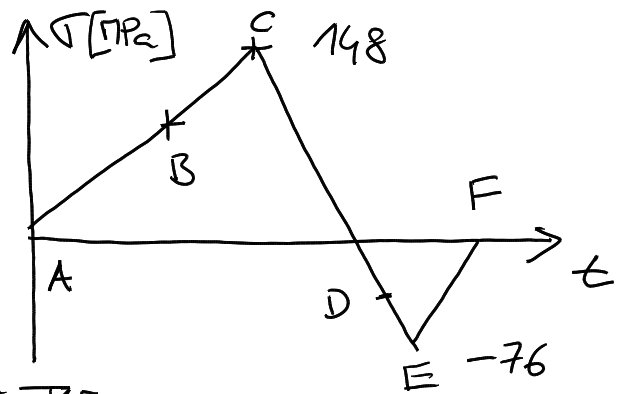
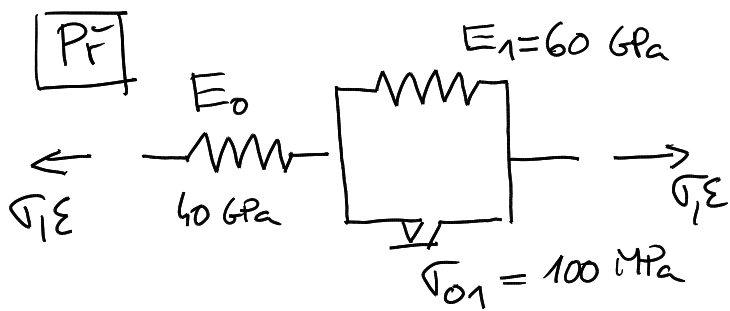
→ VYŘEŠIT ODRZU A ROZLOŽENÍ $\sigma + \epsilon$ V M-A σ

tuhost 2 seriově zapojených pružin $E = \frac{E_0 E_1}{E_0 + E_1} = 24 \text{ GPa}$

B $\sigma = \sigma_{01} = 100 \text{ MPa}$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{100}{40 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^{-3} = \epsilon_B$$

$\rightarrow E_0$



→ VYŘEŠIT ODRZU A ROZLOŽENÍ $\sigma + \epsilon$ V M-A σ/ϵ

tuhost 2 seriově zapojených pružin $E = \frac{E_0 E_1}{E_0 + E_1} = 24 \text{ GPa}$

B

$$\sigma = \sigma_{01} = 100 \text{ MPa}$$

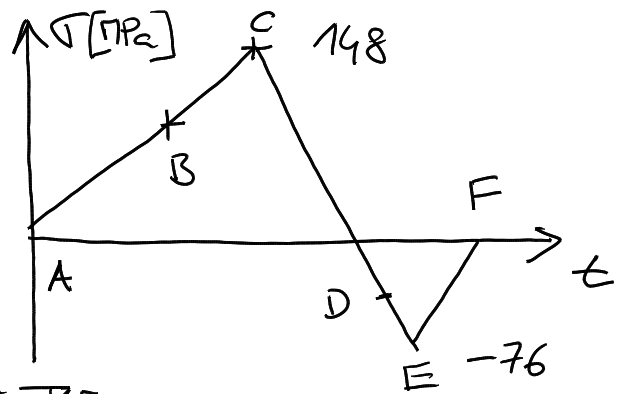
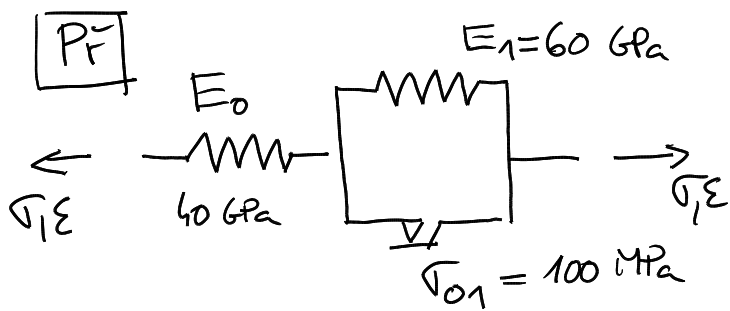
$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{100}{40 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^{-3} = \epsilon_B$$

$\rightarrow E_0$

$$\sigma_{0B} = 100 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0B} = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1B} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{10B} = 100 \text{ MPa} \quad \left. \vphantom{\sigma_{10B}} \right\} \epsilon_{1B} = 0$$



→ VYŘEŠIT ODEZVU A ROZLOŽENÍ $\sigma + \epsilon$ V M-A σ/ϵ

tuhost 2 seriově zapojených pružin $E = \frac{E_0 E_1}{E_0 + E_1} = 24 \text{ GPa}$

B

$$\sigma = \sigma_{01} = 100 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{100}{40 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^{-3} = \epsilon_B$$

$$\sigma_{0B} = 100 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0B} = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

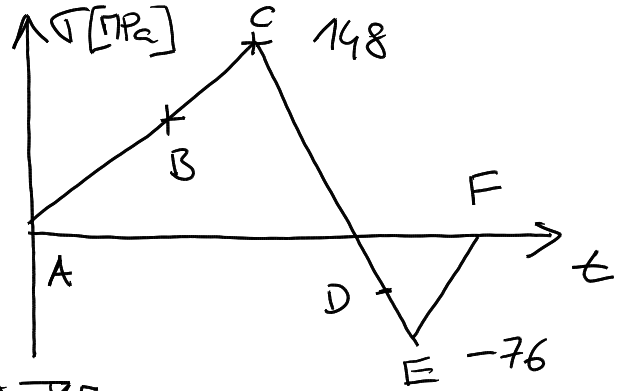
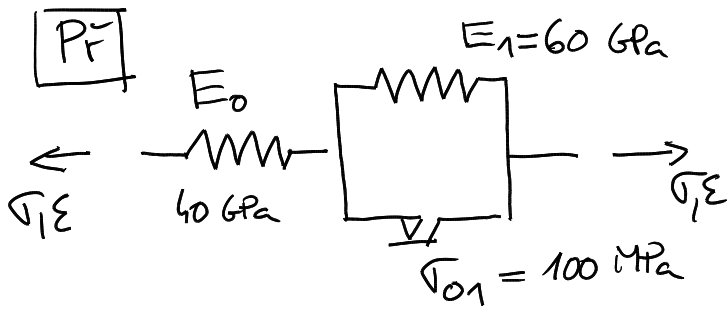
$$\left. \begin{array}{l} \sigma_{1B} = 0 \text{ MPa} \\ \sigma_{1B} = 100 \text{ MPa} \end{array} \right\} \epsilon_{1B} = 0$$

C

$$\sigma = 148 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{48}{24 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_C = \epsilon_B + \Delta \epsilon = 4,5 \cdot 10^{-3}$$



→ VYŘEŠIT ODEZLU A ROZLOŽENÍ $\sigma + \epsilon$ V M-A σ/ϵ

tuhost 2 seriově zapojených pružin $E = \frac{E_0 E_1}{E_0 + E_1} = 24 \text{ GPa}$

B

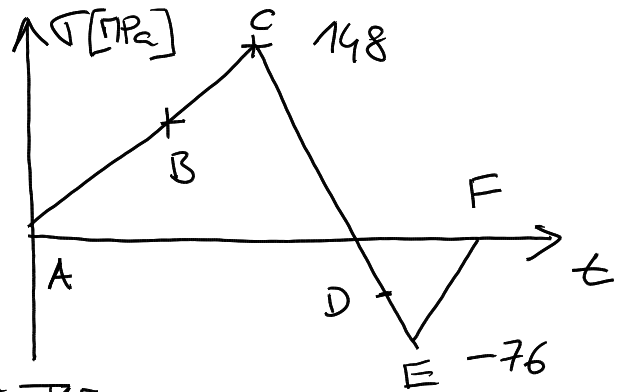
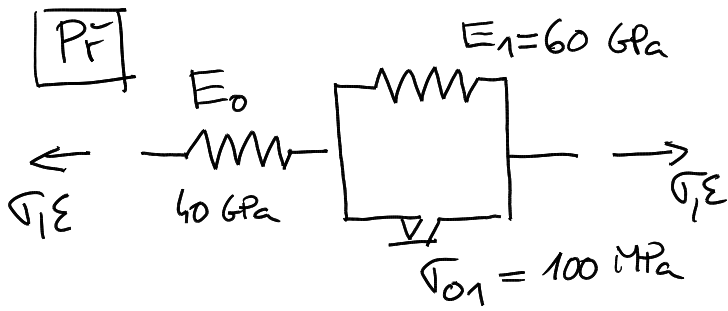
$\sigma = \sigma_{01} = 100 \text{ MPa}$
 $\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{100}{40 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^{-3} = \epsilon_B$
 $\sigma_{0B} = 100 \text{ MPa}$
 $\epsilon_{0B} = 2,5 \cdot 10^{-3}$
 $\sigma_{1eB} = 0 \text{ MPa}$
 $\sigma_{1pB} = 100 \text{ MPa}$
 $\epsilon_{1B} = 0$

C

$\sigma = 148 \text{ MPa}$
 $\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{48}{24 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-3}$
 $\epsilon_c = \epsilon_B + \Delta \epsilon = 4,5 \cdot 10^{-3}$

$\sigma_{0c} = 148 \text{ MPa}$
 $\epsilon_{0c} = \frac{148}{40 \cdot 10^3} = 3,7 \cdot 10^{-3}$
 $\sigma_{1pc} = 100 \text{ MPa}$
 $\sigma_{1ec} = 48 \text{ MPa}$
 $\epsilon_{1c} = \frac{48}{60 \cdot 10^3} = 0,8 \cdot 10^{-3}$
 $\sum 148 \text{ MPa}$

součet dílčích deformací = celková deformace



→ VYŘEŠIT ODEZVU A ROZLOŽENÍ $\sigma + \epsilon$ V $M - A - \sigma/\epsilon$

tuhost 2 seriově zapojených pružin $E = \frac{E_0 E_1}{E_0 + E_1} = 24 \text{ GPa}$

B

$$\sigma = \sigma_{01} = 100 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{100}{40 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^{-3} = \epsilon_B$$

$$\sigma_{0B} = 100 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0B} = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1B} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1B} = 100 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1B} = 0 \text{ MPa} \\ \sigma_{1B} = 100 \text{ MPa} \end{array} \right\} \epsilon_{1B} = 0$$

C

$$\sigma = 148 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{48}{24 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_C = \epsilon_B + \Delta \epsilon = 4,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{0C} = 148 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0C} = \frac{148}{40 \cdot 10^3} = 3,7 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1PC} = 100 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1EC} = 48 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1PC} = 100 \text{ MPa} \\ \sigma_{1EC} = 48 \text{ MPa} \end{array} \right\} \Sigma 148 \text{ MPa} \quad \epsilon_{1C} = \frac{48}{60 \cdot 10^3} = 0,8 \cdot 10^{-3}$$

součet dílčích deformací = celková deformace

D počátek plast. přetváření v tlaku

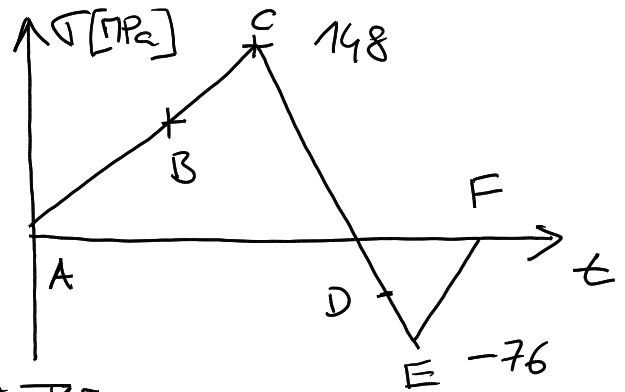
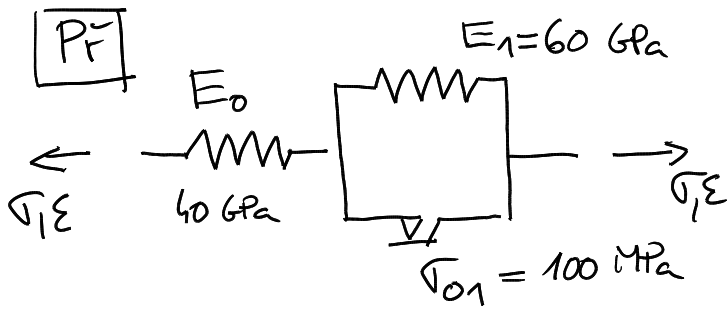
$$\sigma_{1PD} = -100 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sigma_{1PD} + \sigma_{1ED} = -100 + 48 = -52 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma = 148 - (-52) = 200 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{-200}{E} = \frac{-200}{40 \cdot 10^3} = -5 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_D = \epsilon_C + \Delta \epsilon = 4,5 \cdot 10^{-3} + (-5 \cdot 10^{-3}) = -0,5 \cdot 10^{-3}$$



→ VYŘEŠIT ODEZLU A ROZLOŽENÍ $\sigma + \epsilon$ V M-A σ/ϵ

tuhost 2 seriově zapojených pružin $E = \frac{E_0 E_1}{E_0 + E_1} = 24 \text{ GPa}$

B

$$\sigma = \sigma_{01} = 100 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{100}{40 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^{-3} = \epsilon_B$$

$$\sigma_{0B} = 100 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0B} = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1B} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1B} = 100 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1B} = 0 \text{ MPa} \\ \sigma_{1B} = 100 \text{ MPa} \end{array} \right\} \epsilon_{1B} = 0$$

C

$$\sigma = 148 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{48}{24 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_c = \epsilon_B + \Delta \epsilon = 4,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{0c} = 148 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0c} = \frac{148}{40 \cdot 10^3} = 3,7 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1c} = 100 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1c} = 48 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1c} = 100 \text{ MPa} \\ \sigma_{1c} = 48 \text{ MPa} \end{array} \right\} \sum 148 \text{ MPa} \quad \epsilon_{1c} = \frac{48}{60 \cdot 10^3} = 0,8 \cdot 10^{-3}$$

součet dílčích deformací = celková deformace

D počátek plast. přetváření v tlaku

$$\sigma_{1D} = -100 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sigma_{1D} + \sigma_{1E0} = -100 + 48 = -52 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma = 148 - (-52) = -200 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{-200}{E} = \frac{-200}{40 \cdot 10^3} = -5 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_D = \epsilon_c + \Delta \epsilon = 4,5 \cdot 10^{-3} + (-5 \cdot 10^{-3}) = -0,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{0D} = \sigma = -52 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0D} = \frac{-52}{40 \cdot 10^3} = -1,3 \cdot 10^{-3}$$

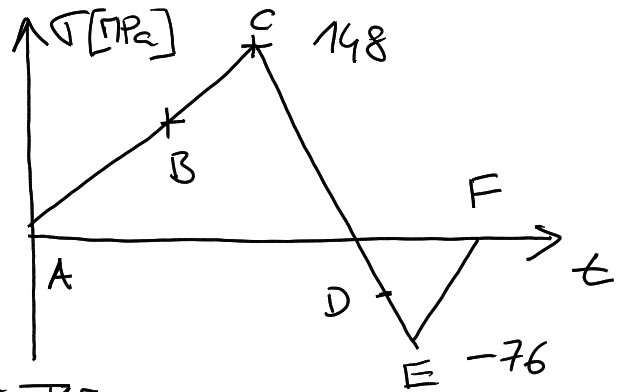
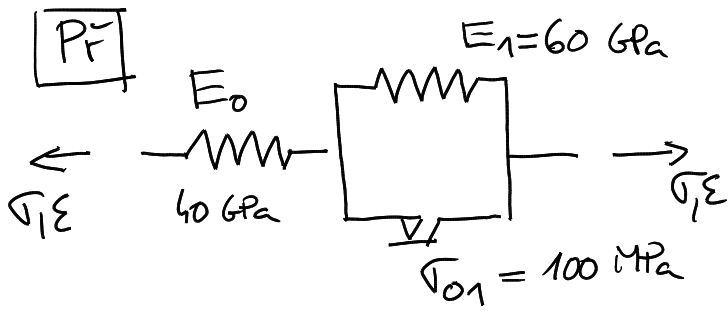
$$\sigma_{1D} = -100 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1E0} = 48 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1D} = -100 \text{ MPa} \\ \sigma_{1E0} = 48 \text{ MPa} \end{array} \right\} \sum -52 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \epsilon_{1D} = \frac{48}{60 \cdot 10^3} = 0,8 \cdot 10^{-3}$$

$$\sum \epsilon = -0,5 \cdot 10^{-3}$$

KONTROLA



→ VYŘEŠIT ODEZVU A ROZLOŽENÍ $\sigma + \epsilon$ V M-A σ

tuhost 2 seriově zapojených pružin $E = \frac{E_0 E_1}{E_0 + E_1} = 24 \text{ GPa}$

B

$$\sigma = \sigma_{01} = 100 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{100}{40 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^{-3} = \epsilon_B$$

$$\sigma_{0B} = 100 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0B} = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1B} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1B} = 100 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1B} = 0 \\ \sigma_{1B} = 100 \end{array} \right\} \epsilon_{1B} = 0$$

C

$$\sigma = 148 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{48}{24 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_c = \epsilon_B + \Delta \epsilon = 4,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{0c} = 148 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0c} = \frac{148}{40 \cdot 10^3} = 3,7 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1c} = 100 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1c} = 100 \\ \sigma_{1c} = 48 \end{array} \right\} \sum 148 \text{ MPa} \quad \epsilon_{1c} = \frac{48}{60 \cdot 10^3} = 0,8 \cdot 10^{-3}$$

součet dílčích deformací = celková deformace

D počátek plast. přetváření v tlaku

$$\sigma_{1D} = -100 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sigma_{1D} + \sigma_{12D} = -100 + 48 = -52 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma = 148 - (-52) = -200 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{-200}{E} = \frac{-200}{40 \cdot 10^3} = -5 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_D = \epsilon_c + \Delta \epsilon = 4,5 \cdot 10^{-3} + (-5 \cdot 10^{-3}) = -0,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{0D} = \sigma = -52 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0D} = \frac{-52}{40 \cdot 10^3} = -1,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1D} = -100 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1D} = -100 \\ \sigma_{12D} = 48 \end{array} \right\} \sum -52 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{12D} = 48 \text{ MPa} \quad \rightarrow \epsilon_{12D} = \frac{48}{60 \cdot 10^3} = 0,8 \cdot 10^{-3}$$

$$\sum \epsilon = -0,5 \cdot 10^{-3}$$

KONTROLA

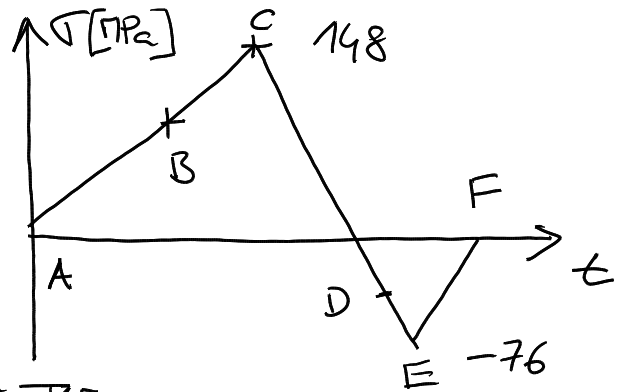
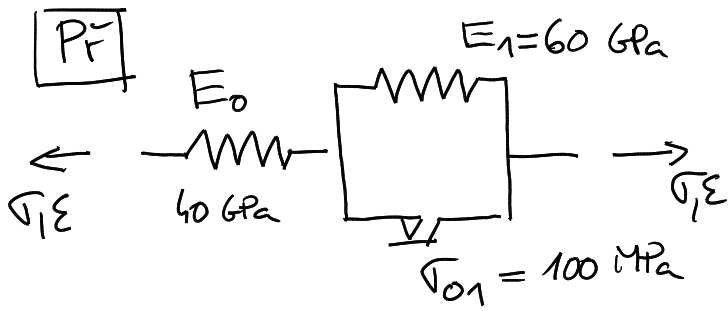
E

$$\sigma = -76 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma = -76 - (-52) = -24 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{-24}{24 \cdot 10^3} = -1 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_E = \epsilon_D + \Delta \epsilon = -0,5 \cdot 10^{-3} + (-1 \cdot 10^{-3}) = -1,5 \cdot 10^{-3}$$



→ VYŘEŠIT ODEZVU A ROZLOŽENÍ $\sigma + \epsilon$ V M-A $\sigma - \epsilon$

tuhost 2 seriově zapojených pružin $E = \frac{E_0 E_1}{E_0 + E_1} = 24 \text{ GPa}$

B

$$\sigma = \sigma_{01} = 100 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{100}{40 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^{-3} = \epsilon_B$$

$$\sigma_{0B} = 100 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0B} = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1EB} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1PB} = 100 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1EB} = 0 \\ \sigma_{1PB} = 100 \end{array} \right\} \epsilon_{1B} = 0$$

C

$$\sigma = 148 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta \sigma}{E} = \frac{48}{24 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_C = \epsilon_B + \Delta \epsilon = 4,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{0C} = 148 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0C} = \frac{148}{40 \cdot 10^3} = 3,7 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1PC} = 100 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1EC} = 48 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1PC} = 100 \\ \sigma_{1EC} = 48 \end{array} \right\} \Sigma 148 \text{ MPa} \quad \epsilon_{1C} = \frac{48}{60 \cdot 10^3} = 0,8 \cdot 10^{-3}$$

součet dílčích deformací = celková deformace

D počátek plast. přetváření v tlaku

$$\sigma_{1PD} = -100 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sigma_{1PD} + \sigma_{1ED} = -100 + 48 = -52 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma = 148 - (-52) = -200 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{-200}{E} = \frac{-200}{40 \cdot 10^3} = -5 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_D = \epsilon_C + \Delta \epsilon = 4,5 \cdot 10^{-3} + (-5 \cdot 10^{-3}) = -0,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{0D} = \sigma = -52 \text{ MPa} \quad \epsilon_{0D} = \frac{-52}{40 \cdot 10^3} = -1,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1PD} = -100 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1ED} = 48 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{1PD} = -100 \\ \sigma_{1ED} = 48 \end{array} \right\} \Sigma -52 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \epsilon_{1D} = \frac{48}{60 \cdot 10^3} = 0,8 \cdot 10^{-3}$$

$$\Sigma -0,5 \cdot 10^{-3}$$

KONTROLA

E

$$\sigma = -76 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma = -76 - (-52) = -24 \text{ MPa}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{-24}{24 \cdot 10^3} = -1 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_E = \epsilon_D + \Delta \epsilon = -0,5 \cdot 10^{-3} + (-1 \cdot 10^{-3}) = -1,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{0E} = -76 \text{ MPa} \rightarrow \epsilon_{0E} = \frac{-76}{40 \cdot 10^3} = -1,9 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{1PE} = -100 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1EE} = 24 \text{ MPa} \rightarrow \epsilon_{1E} = \frac{24}{60 \cdot 10^3} = 0,4 \cdot 10^{-3}$$

$$\Sigma -1,5 \cdot 10^{-3}$$

KONTROLA

F

$$\sigma = 0$$

$$\Delta \sigma = 76 \text{ MPa} \rightarrow \Delta \varepsilon = \frac{76}{40 \cdot 10^3} = 1,9 \cdot 10^{-3}$$

$$\varepsilon_F = \varepsilon_E + \Delta \varepsilon = -15 \cdot 10^{-3} + 1,9 \cdot 10^{-3} = 0,14 \cdot 10^{-3}$$

≠

$$\sigma = 0$$

$$\Delta \sigma = 76 \text{ MPa} \rightarrow \Delta \varepsilon = \frac{76}{40 \cdot 10^3} = 1,9 \cdot 10^{-3}$$

$$\varepsilon_F = \varepsilon_E + \Delta \varepsilon = -1,5 \cdot 10^{-3} + 1,9 \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{0F} = 0 \text{ MPa} \rightarrow \varepsilon_{0F} = 0$$

$$\sigma_{1eE} = 24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1pF} = -24 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{1F} = \varepsilon_{1E} = 0,4 \cdot 10^{-3}$$

$$\sum \uparrow 0,4 \cdot 10^{-3} = \varepsilon_{\text{TOT}, F}$$

F

$$\sigma = 0$$

$$\Delta \sigma = 76 \text{ MPa} \rightarrow \Delta \varepsilon = \frac{76}{40 \cdot 10^{-3}} = 1,9 \cdot 10^{-3}$$

$$\varepsilon_F = \varepsilon_E + \Delta \varepsilon = -1,5 \cdot 10^{-3} + 1,9 \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 10^{-3}$$

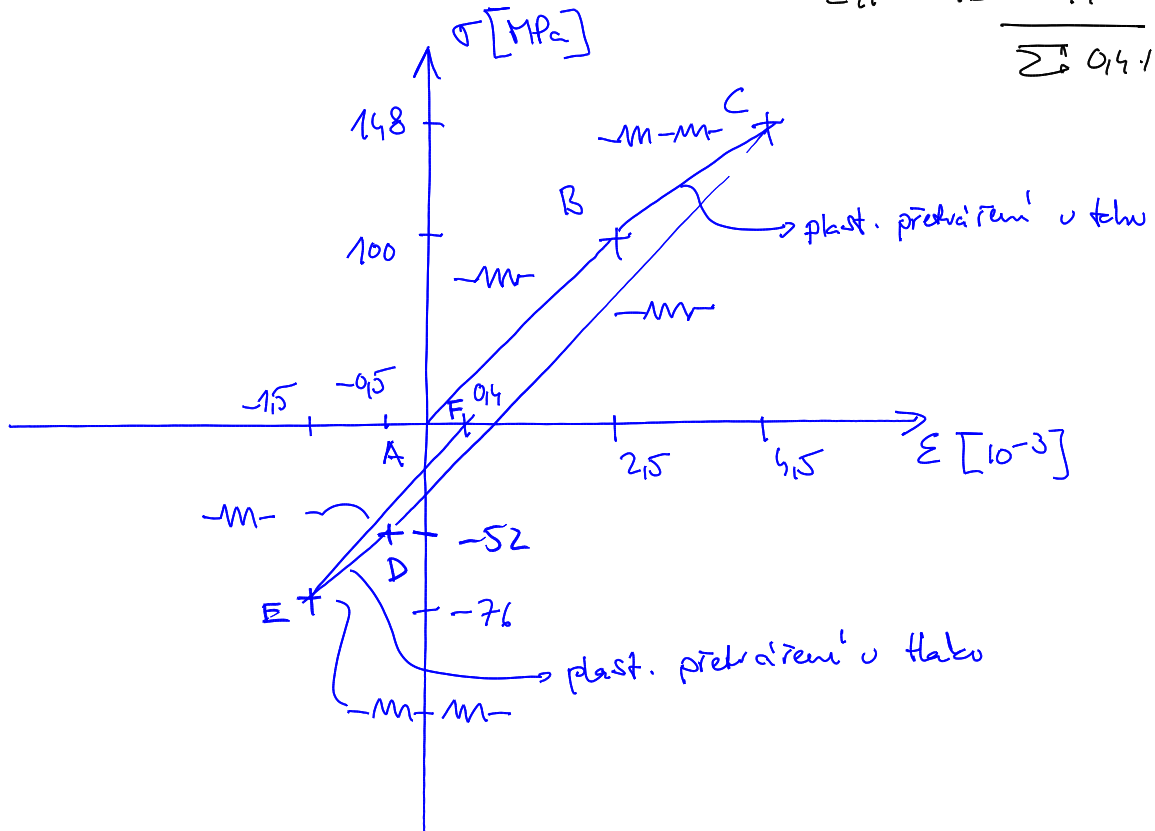
$$\sigma_{0F} = 0 \text{ MPa} \rightarrow \varepsilon_{0F} = 0$$

$$\sigma_{1eE} = 24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{1pF} = -24 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{1F} = \varepsilon_{1E} = 0,4 \cdot 10^{-3}$$

$$\sum 0,4 \cdot 10^{-3} = \varepsilon_{\text{rot}, F}$$



F

$\sigma = 0$

$\Delta\sigma = 76 \text{ MPa} \rightarrow \Delta\varepsilon = \frac{76}{40 \cdot 10^{-3}} = 1,9 \cdot 10^{-3}$

$\varepsilon_F = \varepsilon_E + \Delta\varepsilon = -1,5 \cdot 10^{-3} + 1,9 \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 10^{-3}$

$\sigma_{0F} = 0 \text{ MPa} \rightarrow \varepsilon_{0F} = 0$

$\sigma_{1eE} = 24 \text{ MPa}$

$\sigma_{1pF} = -24 \text{ MPa}$

$\varepsilon_{1F} = \varepsilon_{1E} = 0,4 \cdot 10^{-3}$

$\sum \uparrow 0,4 \cdot 10^{-3} = \varepsilon_{\sigma 0F, F}$

