

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



**PRUŽNOST A PEVNOST 2 –
V PŘÍKLADECH**

Obecný postup řešení vzpěru v pružně plastické oblasti

doc. Ing. Karel Frydryšek, Ph.D., ING-PAED IGIP

Ing. Milan Sivera

Ing. Richard Klučka

Ing. Josef Sedlák

Ing. Luboš Pečenka

Ing. Michal Šofer

Ostrava 2013

© Ing. Lukáš OTTE, Ph.D.

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3020-9



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

11	OBECNÝ POSTUP ŘEŠENÍ VZPĚRU V PRUŽNĚ PLASTICKÉ OBLASTI	3
11.1	Obecný postup řešení vzpěru v pružně plastické oblasti.....	4



11 OBECNÝ POSTUP ŘEŠENÍ VZPĚRU V PRUŽNĚ PLASTICKÉ OBLASTI



OBSAH KAPITOLY:

Obecný postup řešení vzpěru v pružně plastické oblasti.



CÍL:

Vzpěr v pružně plastické oblasti,
síly a kritického napětí.



11.1 OBECNÝ POSTUP ŘEŠENÍ VZPĚRU V PRUŽNĚ PLASTICKÉ OBLASTI

Vzpěr v pružně plastické oblasti

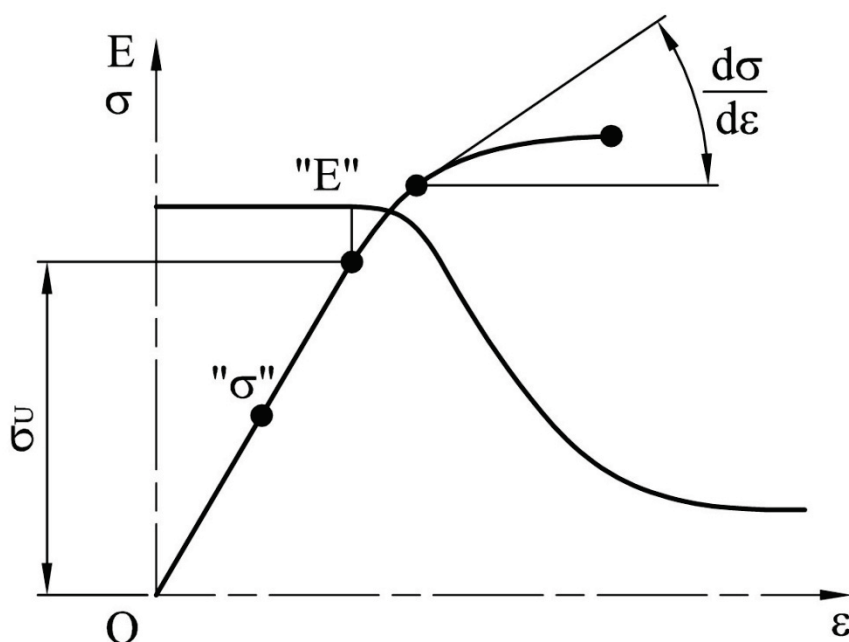
V oblasti pružně plastické oblasti je možné vzpěr řešit metodami, které je možné rozdělit podle principu na:

- Metodu redukce modulu pružnosti.
- Metodu nahrazení závislosti $\sigma_{krit} - \lambda$ experimentálně získanými konstantami.
- Metodu využívající součinitel vzpěrnosti.

První z uvedených metod rozšiřuje platnost vztahů odvozených pro oblast pružných deformací zavedením tzv. redukovaného modulu pružnosti, který je možné vyjádřit ve tvaru

$$E_{red} = E_t = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}. \quad (11.1)$$

Kde E_t je tzv. tangenciální modul pružnosti (viz Obr. 11.1). Pro obdélníkový profil podle Kármána platí



Obr. 11.1 Závislost modulu pružnosti na poměrné deformaci

$$E_{red} = \frac{4 \cdot E \cdot E_t}{(\sqrt{E} + \sqrt{E_t})^2}. \quad (11.2)$$

Tento vztah je pak možno použít i pro jednoduché plné průřezy jiného tvaru zavedením korekčního faktoru η .

Kritickou sílu pak dostáváme ve tvaru

$$F_{krit} = \eta \cdot \frac{\pi^2 \cdot E_{red} \cdot J_{Tmin}}{L_{red}^2}. \quad (11.3)$$

V mnoha případech se křivka diagramu $\sigma_{krit} - \lambda$ pro pružně plastickou oblast nahrazuje experimentálně získanou závislostí. Nejčastěji se však používá výpočet podle Tetmayera, který předpokládá tvar funkce $\sigma_{krit}(\lambda)$ pro houževnaté materiály ve tvaru

$$\sigma_{krit} = a - b \cdot \lambda. \quad (11.4)$$

Pro křehké materiály (litina) přidává Tetmayer další člen

$$\sigma_{krit} = a - b \cdot \lambda + c \cdot \lambda^2. \quad (11.5)$$



Kde a, b, c jsou konstanty. Pokud ale tyto konstanty neznáme, je možné přímku grafu proložit body A: ($\lambda = 0$; $\sigma_{krit} = \sigma_k$); B: ($\lambda = \lambda_m$; $\sigma_{krit} = \sigma_k$).

Někdy se $\sigma_{krit} = \sigma_k$ může považovat až po hodnotu $\lambda = 30$.

Poslední z uvedených metod má svoje uplatnění tam, kde je variabilita používaných materiálů malá (stavebnictví). Hodnoty kritických napětí jsou pro jednotlivé štíhlosti, materiály a typy průřezů zpracované v tabulkách. Údaje jsou společné pro oblast pružných i pro pružně plastických deformací. V tabulkách uvedených v normách ČSN jsou místo absolutních hodnot napětí bezrozměrná čísla φ nebo c , které nazýváme součinitele vzpěrnosti.

Pevnostní podmínka při namáhání na vzpěr má podle normy tvar

$$\frac{N}{S} \leq \varphi \cdot R \quad (11.6)$$

Kde je:

- N – výpočtová osová síla
- S – neoslabená plocha průřezu
- φ – součinitel vzpěrnosti odpovídající štíhlosti prutu λ , uložení prutu a tvaru prutu
- R – základní výpočtová pevnost podle ČSN

$$\frac{N}{S} \cdot c \leq \sigma_D \quad (11.7)$$

Kde σ_D je dovolené napětí pro daný materiál, c je součinitel vzpěrnosti.

