

VÝPOČTOVÉ MODELOVÁNÍ SILOMĚRNÉHO PRVKU

THE COMPUTATIONAL MODELING OF THE LOAD CELL SPRING ELEMENT

Zdeněk Florian¹, Vladimír Kotek², Miloš Vlk³**Abstract:**

The contribution deals with the computational modeling of the load cell spring element. It contains the results of FEM analysis and proposal of simplified analytical solution.

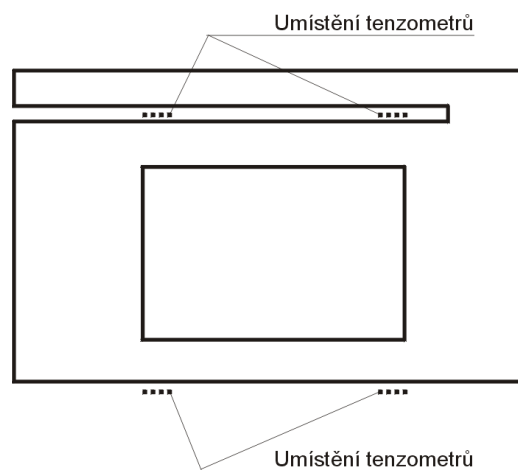
Klíčová slova: siloměrný prvek, výpočtové modelování, MKP, odporový tenzometr

Jedním ze základních principů, které jsou využívány při tvorbě siloměrů je měření elastické deformace siloměrného prvku. V řadě případů je vedle dostatečné elastické deformace v měřeném místě požadována nezávislost snímané veličiny na poloze síly. K měření elastické deformace se často používá odporových tenzometrů. Konfigurace siloměrného prvku na obr. 1 umožnila řešení řady problémů. K určení elastické deformace u konkrétních návrhů využíváme MKP.

Uvedenou konfiguraci jsme využili i při návrhu snímacích prvků u vícesměrných snímačů. Jejich výpočtové modelování vede na 3D úlohy s celou řadou parametrů. Proto při návrhu je vhodné vycházet ze zjednodušeného analytického řešení a MKP využívat až k upřesnění návrhu.

Na obr.1 je základní konfigurace v nedeformovaném stavu. Stav po deformaci je na následujícím obrázku.

Z deformovaného tvaru snímače vychází první zjednodušené analytických řešení deformace. Náčrt částečného uvolnění je na obr. 3.



Obr. 1

¹ Ing. Zdeněk Florian, CSc., Ústav mechaniky těles, FSI VUT Brno; Technická 2, 619 69 Brno; tel. +420.5.41142863, fax: +420.5.41142876; E-mail: florian@umtn.fme.vutbr.cz.

² Ing. Vladimír Kotek, Sdružené pracoviště Ústavu mechaniky těles FSI VUT v Brně a Ústavu termomechaniky AV ČR; Technická 2, 619 69 Brno; tel. +420.5.41142863, fax: +420.5.41142876; E-mail: kotek@umtn.fme.vutbr.cz.

³ Doc.Ing. Miloš Vlk, CSc., Ústav mechaniky těles, FSI VUT Brno; Technická 2, 619 69 Brno; tel. +420.5.41142863, fax: +420.5.41142876; E-mail: vlk@umtn.fme.vutbr.cz.

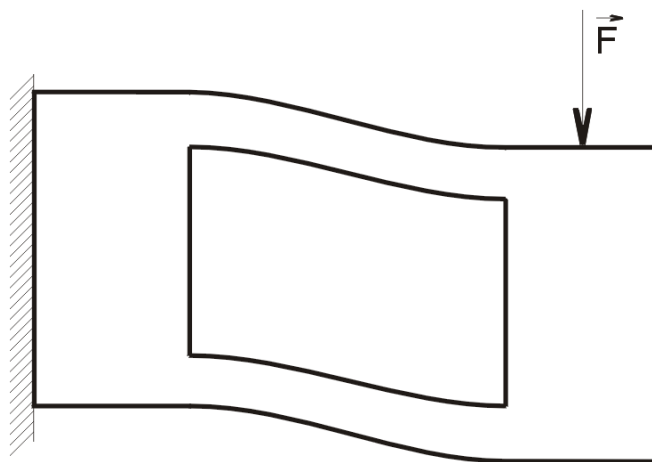
Odvození odpovídajících vztahů není předmětem příspěvku. Při řešení deformace MKP se ukazuje, že úhel natočení v místě B není nulový.

Snímač na obr. 4 byl navržen z oceli pro hodnotu zátěžné síly $F = 1500 \text{ N}$.

Hodnoty natočení v bodech 1388 a 2626 (viz obr. 4) jsou v následující tabulce :

Bod	Rot Z
1388	-7,963E-3
2662	-3,445E-3

Tab.1



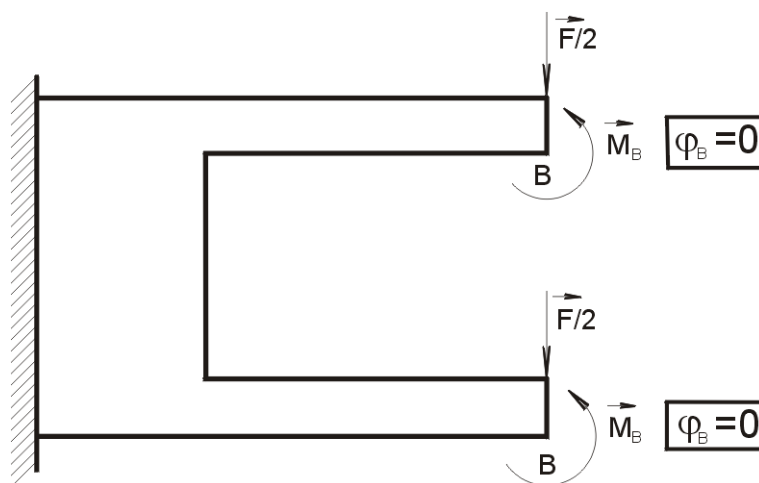
Obr. 2

Částečné uvolnění na obr. 3 nás přivedlo na myšlenku prvku zatíženého podle obrázku 5.

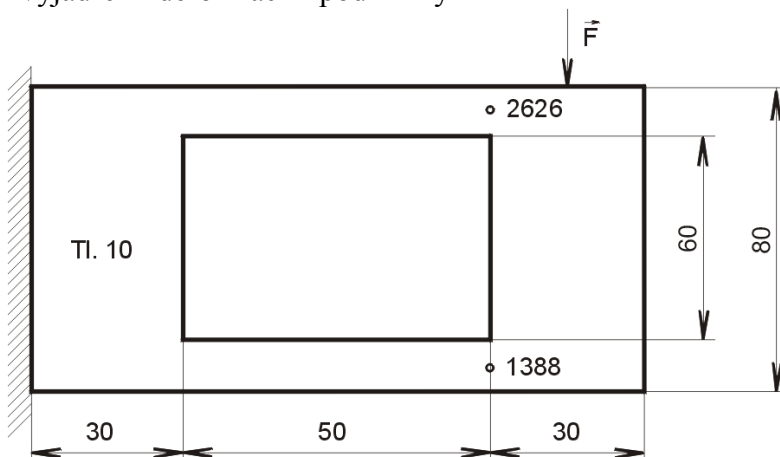
Tímto jsme obdrželi symetrický rám antimetricky zatížený. Částečné uvolnění je na obr. 6. Splnění deformační podmínky bylo kontrolováno MKP. Posuvy v bodech 2016 a 2021 (viz obr.5) jsou:

Bod	$u_x \text{ [mm]}$
2016	-3,9E-15
2021	-2,0E-15

Tab.2



Z vyjádření deformační podmínky



Obr. 4

Obr. 3

v silovém tvaru obdržíme vztah pro sílu T.

$$T = F \frac{b^2 J_1}{a^2 J_2 + J_1 a b}$$

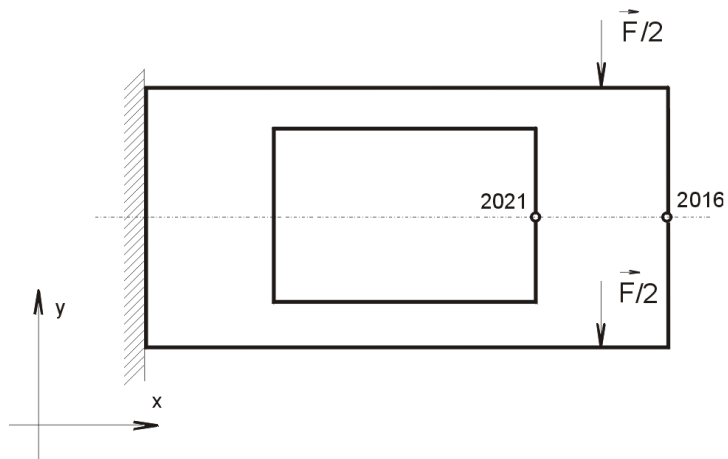
Pro uvedené rozměry je

$$T = 0,5623 \cdot F$$

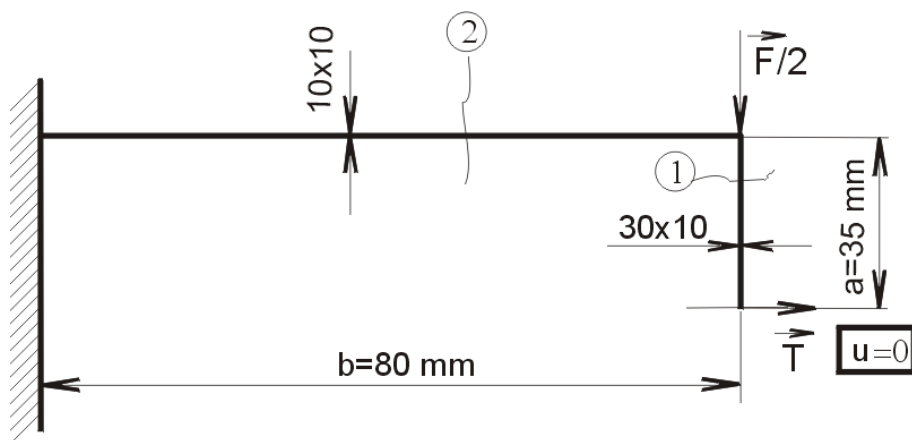
Porovnání výsledků délkových přetvoření analytického řešení a řešení MKP modelů podle obr. 4 a 5 je v tab.3. Poloha uzlů, ve kterých jsou vynášeny hodnoty délkového přetvoření ε_x , jsou zřejmé z obr. 7

Předložený model umožňuje určit při jakých rozměrech se přestane siloměrný prvek deformovat jako paralelogram a bude se deformovat jako prut. Pokud ohybový moment na vodorovném úseku (viz obr.6) nemění znaménko bude se siloměrný prvek deformovat jako prut.

Z uvedené podmínky jsme určili rozměry siloměrného prvku, který se deformuje jako prut (viz obr.8) a charakter deformace jsme ověřili výpočtem MKP, (viz obr. 9).



Obr. 5



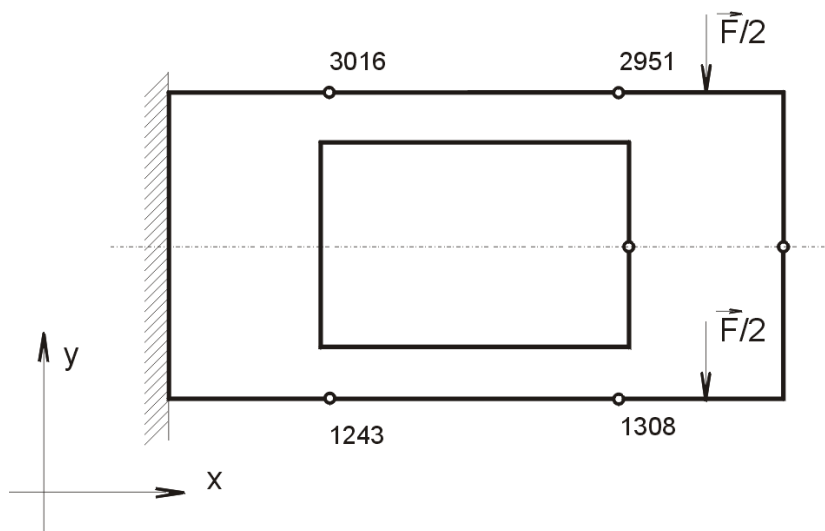
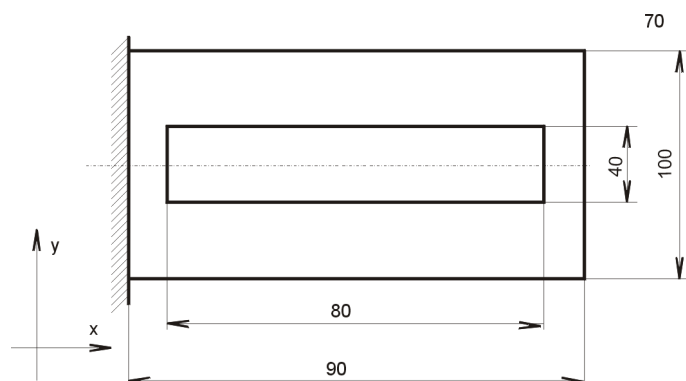
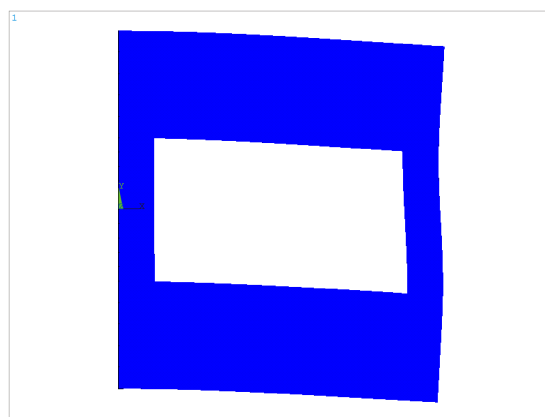
Obr. 6

Bod	X [mm]	F/2 [obr.5]	F [obr.4]	Zjed. řešení
1243	33,33	-0,49477 E-3	-0,49392 E-3	-0,47799 E-3
1308	76,67	0,40685 E-3	0,40831 E-3	0,45070 E-3
2951	76,67	-0,40539 E-3	-0,40539 E-3	-045070 E-3
3016	33,33	0,49477 E-3	0,49561 E-3	0,47799 E-3
Σ		1,8032 E-3	1,8032 E-3	1,8577 E-3

Tab.3

Závěr:

Srovnáním výsledků MKP a zjednodušeného modelu docházíme k závěru, že zjednodušený model může při návrhu siloměrného prvku přispět k určení základních rozměrů siloměrného prvku.

*Obr. 7**Obr. 8**Obr. 9***Poděkování:**

Tato práce vznikla za podpory MŠMT ČR v rámci řešení projektu CEZ:322/98:26210001.