

MODELOVÁNÍ A MĚŘENÍ DEFORMACE V TAHOKOVU

**Zbyšek Nový¹, Michal Duchek¹, Ján Džugan¹, Václav Mentl²,
Josef Voldřich³, Bohuslav Tikal³, Bohuslav Mašek⁴**

¹ COMTES FHT s.r.o., Lobežská E981, 323 00 Plzeň, Česká republika,
znovy@comtesfht.cz, mduchek@comtesfht.cz, jdzugan@comtesfht.cz

² ŠKODA Výzkum s.r.o., Tylova 57, 316 00 Plzeň, vaclav.mentl@skoda.cz

³ ZČU v Plzni, výzkumné centrum NTC, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň,
voldrich@ntc.zcu.cz, tikal@ntc.zcu.cz

⁴ FORTECH, Výzkumné centrum tvářecích technologií, ZČU v Plzni, Univerzitní 22,
306 14 Plzeň, masekb@kmm.zcu.cz

Abstract

The aim of the project is to develop light and low-cost parts such as carrier beams or pillars. Parts made from expanded metal have been designed for this purpose. The expanded metal is produced by cutting and tensile expanding of sheet metal. Thus, its mass is lower than it is usual for steel sheets and concurrently it is cheaper than sheets made from nonferrous metals. Experiments are being performed with expanded metals made from CSN 11321 and high strength TRIP steels.

To enable the prediction of the load capacity of parts made from expanded metal, mechanical data of this material have been measured using common mechanical tests. The results of mechanical tests (tensile test, compression test and 3 point bending test) are being compared with numerical models. Basing on this approach, complex structures can be designed and produced from expanded metal parts.

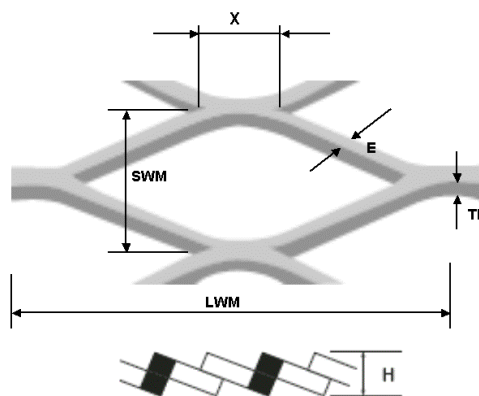
Tento příspěvek popisuje výsledky vytvořené v projektu 1M06032 Výzkumné centrum tvářecích technologií Fortech (www.fortech.zcu.cz). Projekt je řešen v rámci programu Výzkumná centra (1M) a podporován z účelových prostředků státního rozpočtu na výzkum a vývoj.

1. Úvod

Tahokov se vyrábí prostřiháním a následným protahováním trnů skrz nastřižené díry v původním plechu o tloušťkách od 0,4 do 6 mm bezodpadní technologií. Případným následným převálcováním tahokovu lze dosáhnout rovnoměrné tloušťky a hladkého povrchu bez ostřin. Má mnohostranné použití, přesto se používá pouze pro méně namáhané předměty, jako různé architektonické prvky, schodišťové stupně, podlahové rošty, ploty, kovový nábytek, kryty, mříže, výztuže, různé kancelářské potřeby, filtry aj. Je to dané zejména tím, že nejsou změřeny a popsány jeho mechanické vlastnosti. Tímto směrem se ubírá práce tohoto výzkumného projektu. Cílem je zjistit mechanické vlastnosti vybraných tahokovů, které pak budou využity pro další počítačové modelování a navrhování složitějších konstrukcí.

Zkoušené materiály jsou prozatím ocelové plechy jakosti ČSN 11321 o tloušťce 1,5 a 2 mm, v druhé fázi se budou zkoušet materiály z TRIP ocelí.

Detailní náčrt tahokovu s vyznačenými základními rozměry je vidět na obr. 1. v tab. 1 jsou rozměry zkoušených ok.



Obr. 1 Náčrt mřížky

Tahokov	LWM [mm]	SWM [mm]	X [mm]	H [mm]
22/12x2	22	12	2	1,5
22/12x3	22	12	3	2
42/12x2	42	12	2	1,5
42/12x3	42	12	3	2
47/13x5	47	13	5	2

2. Mechanické zkoušky

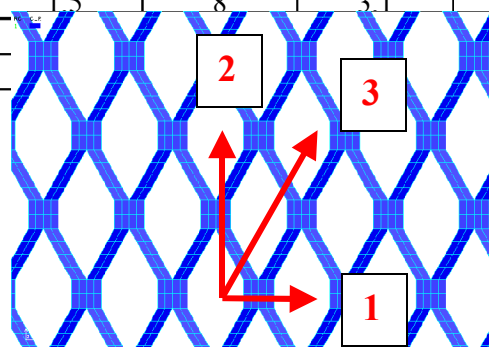
Pro co nejlepší a nejpodrobnější zjištění vlastností daných typů se zkoušely tahokovy ve třech základních směrech určených podle orientace ok (obr. 2). Prováděny byly zkoušky tahem, tlakem a 3-bodovým ohybem.

Mezi hlavní výhody tahokovu patří jeho nižší hmotnost vůči základnímu materiálu (ZM-plechu), viz. tab. 2. a bezodpadová technologie jeho výroby.

tahokov	poměr hmot. vůči ZM
22(42)/12x2	1:3
22(42)/12x3	1:2
47/13x5	1:1,3

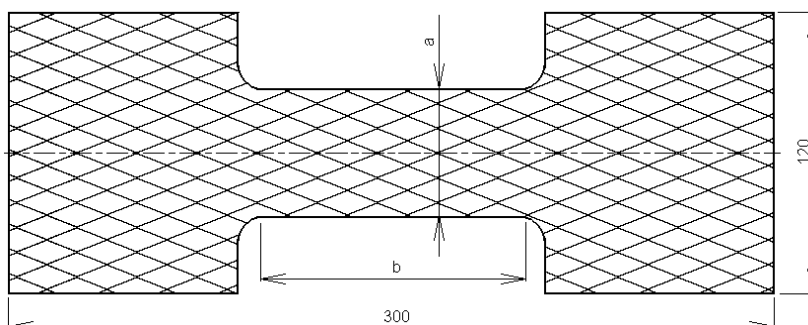
Tab. 2 Poměr hmotností mezi tahokovem a ZM

2.1 Zkouška tahem



Obr. 2 Směry namáhání tahokovu při mechanických zkouškách

U zkoušky tahem byly zkoušeny vzorky ze základního materiálu a vzorky z tahokovu (obr 3). ve všech třech směrech a při rychlostech zatěžování 20 a 500mm/min. Pro možnost přímého srovnání základního materiálu ve formě plechu a pro různé typy tahokovu bylo navrženo kritérium efektivity využití W , které je udáváno podílem síly potřebné k přetržení vzorku F_m [N] a hmotností jednotkové plochy [kg/m²]. Naměřené a vypočítané hodnoty ze základního materiálu jsou uvedeny v tab. 3, ze vzorků z tahokovů v tab. 4, kde je i uveden počet ok v zúžené části těla vzorku. Ukázky naměřených sil jednotlivých tahokovů jsou graficky znázorněny na obr. 4, kde je i tabulka s pořadím zkoušených vzorků. Pro možnost porovnání výsledků se u vzorků z tahokovu zavedl tzv. smluvní průřez. Tento průřez byl určen výpočtem na 40mm (rozměr a) a tloušťkou plechu, ze kterého byl vyroben.



Obr. 3 Náčrt vzorku tahokovu pro zkoušku tahem.

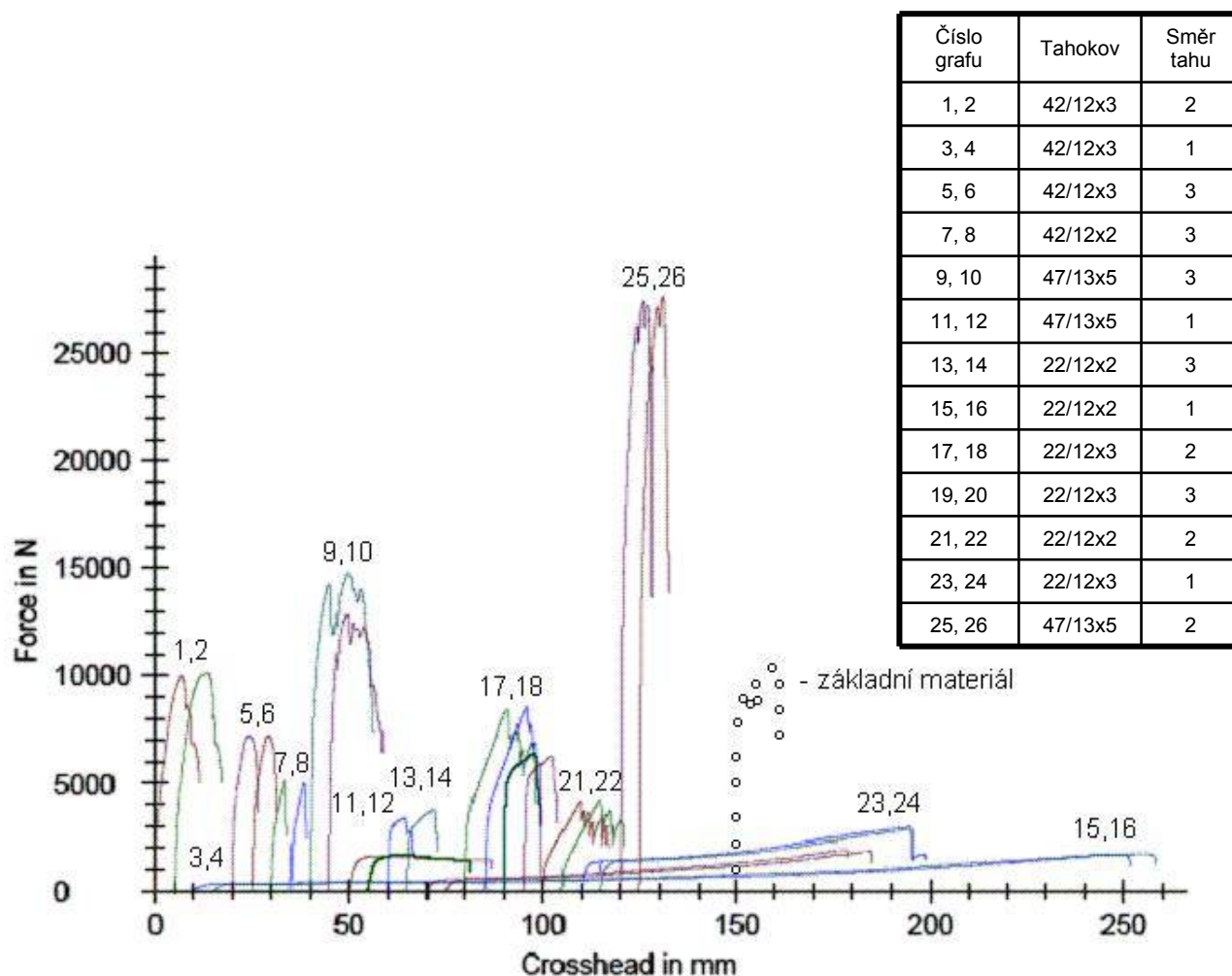
Směr orientace – 2

tloušťka [mm]	Orientace plechu vůči směru válcování	Fm [N]	Rozměr těla vzorku [mm]		W [Nm ² /kg]
			a	b	
1,5		11243	20	115	955
2		11624	20	115	745
1,5	⊥	11429	20	115	970
2	⊥	11433	20	115	733

Tab. 3. Naměřené a vypočítané hodnoty vzorků ze základního materiálu

Typ tahokovu	směr 1				směr 2				směr 3			
	počet ok		Fm [N]	W [Nm ² /kg]	počet ok		Fm [N]	W [Nm ² /kg]	počet ok		Fm [N]	W [Nm ² /kg]
	a	b			a	b			a	b		
22/12x2	2	7	1916	488	3	4	4340	1104	3	7	3655	930
22/12x3	2	7	2979	379	3	4	7616	970	3	7	7450	949
42/12x2	1	7	1001	255	3	2	5465	1391	3	3	5163	1314
42/12x3	1	7	1810	231	3	2	8925	1137	3	3	7939	1011
47/13x5	1	8	1722	95	4	2	18448	1016	3	3	12841	707

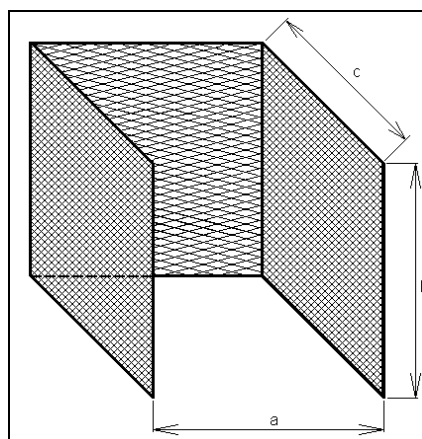
Tab. 4. Naměřené a vypočítané hodnoty a počty ok zkoušených vzorků



Obr. 4 Výsledky zkoušek v tahu při rychlostech 20mm/min

2.2 Zkouška tlakem

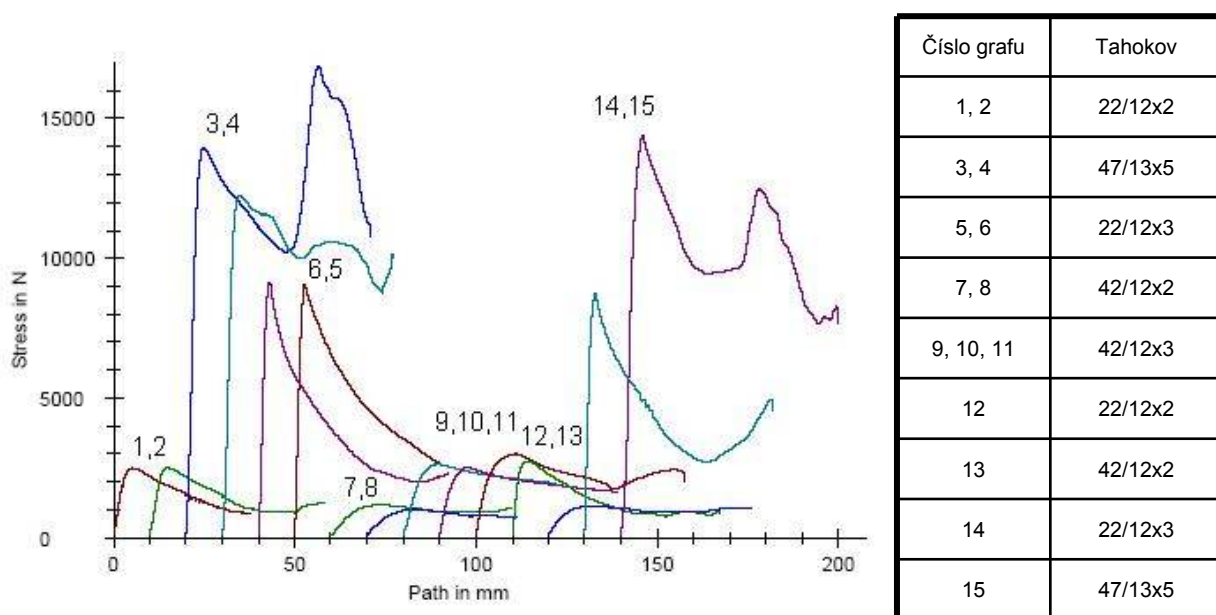
Vzorky pro tlak měly profil „U“, který měl poměr stran 1x1x1, výška se shodovala se stranami (obr.5). Zde se zkoušel tlak pouze ve směru 2. Počet ok u jednotlivých tahokovů je popsán v tab. 5. Naměřené síly jednotlivých tahokovů jsou vidět na obr. 6, kde je i tabulka s pořadím zkoušení typů.



Obr. 5 Náčrt vzorku pro zkoušku tlakem

Typ tahokovu	Počet ok			Fm [N]
	a	b	c	
22/12x2	5	10	5	2612
22/12x3	5	10	5	8934
42/12x2	3	10	3	1120
42/12x3	3	10	3	2789
47/13x5	3	11	3	13740

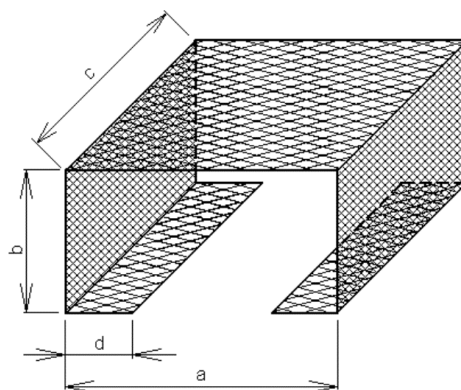
Tab. 5. Naměřené hodnoty a počty ok vzorků zkoušených tlakem



Obr. 6 Výsledky zkoušek v tlaku

2.3 Zkouška 3-bodovým ohybem

Vzorky měly profil tzv. „uzavřené U“ s poměrem stran 3:1:1 a délkou 5x vyšší než je výška jednotlivých vzorků (Obr.7). Orientace ok na vzorcích se zkoušela ve směrech 1 a 2. Počty ok u jednotlivých typů tahokovu jsem vidět v tab. 6. Naměřené síly jednotlivých tahokovů jsou vidět na obr. 9, kde je opět i tabulka s pořadím zkoušení typů

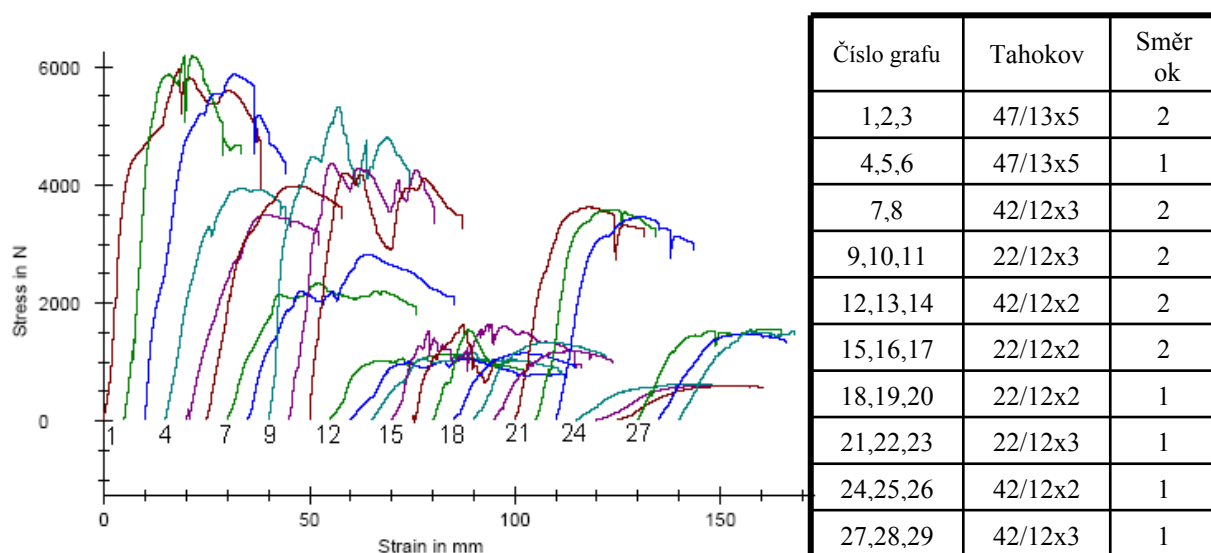


Obr. 7 Náčrt vzorku pro zkoušku

3b ohybem

Typ tahokovu	a	b	c	d	Fm [N]
	Směr 1				
22/12x3	6	2	25	2	1223
22/12x3	6	2	25	2	1595
42/12x2	3	1	28	1	605
42/12x3	3	1	28	1	1514
47/13x5	3	1	28	1	4629
Směr 2					
22/12x2	9	3	11	3	3553
22/12x3	9	3	11	3	4629
42/12x2	9	3	6	3	1114
42/12x3	9	3	6	3	2580
47/13x5	6	2	7	2	6012

Tab. 6. Naměřené hodnoty a počty ok zkoušených vzorků



Obr. 8 Výsledky zkoušek v 3b ohybu

3. Závěr

Dlouhodobým cílem projektu je vývoj lehkých vysokopevných ocelových konstrukcí. Využití tahokovu je posuzováno z hlediska úspory hmotnosti a zachování pevnosti vzhledem k parametrům plechu, z něhož je tahokov vyroben. Za tímto účelem bylo navrženo kritérium efektivity využití W , které porovnává efektivitu využití plechu nebo tahokovu.

V tab. 3 a tab. 4 jsou vidět kritéria W pro základní materiál ve formě plechu a pro různé typy tahokovu vyrobeného ze základního plechu.

Hlavním poznatkem je výrazná směrová závislost pevnosti tahokovu. Podle charakteru namáhání je zapotřebí orientovat tahokov do konstrukčního dílu tak, aby bylo optimálně využito jeho vlastností. Dalším poznatkem je, že efektivita využití tahokovu je pro jeho různé typy odlišná. Z hlediska srovnávání pevnosti v tahu byla mezi měřenými polotovary zjištěna nejvyšší efektivita využití u tahokovu 42/12x2. Zde je hmotnost tahokovu vztažená na jednotku plochy třetinová, oproti hmotnosti plechu, ze kterého byl vyroben. Síla potřebná na přetržení vzorku je však poloviční. Poměr $W_{\text{tahokov}}/W_{\text{plech}}$ je v tomto případě 1,43. Ostatní typy tahokovu dosahují ve srovnání s původním ponížšího poměrného čísla, v některých případech dokonce nižšího než 1.

Další práce budou porovnávat hodnoty ze zkoušek v ohybu a v tlaku.