

# VYUŽITIE VÁH A VÁŽIACICH SYSTÉMOV V PRIEMYSELNEJ PRAXI (3)



V prvej časti seriálu sme sa venovali úvodu do problematiky váženia, opísali sme princíp váženia a uviedli definíciu hmotnosti, etalónov a závažia. V predchádzajúcej časti sme vysvetlili najdôležitejšie technické pojmy z oblasti váženia a uviedli sme rozdelenie váh a vážiacich systémov podľa rôznych kritérií.



Vážení čitatelia, pokiaľ čítate tieto riadky, veríme, že vás náš seriál o vážení zaujal a naše informácie sú pre vás užitočné. V tretej časti sa pozrieme na chyby, ku ktorým pri určovaní hmotnosti dochádza a s ktorými musíme v praxi pracovať. Sústreďme sa na chyby určitých meradiel, pre ktoré platí príslušná legislatíva. Tá stanovuje povinnosti používateľov určitých meradiel, medzi ktoré patrí aj požiadavka na kontrolu chyby merania a jej udržiavanie v určitom rámci. Tu by sme sa radi zastavili. Stretávame sa s názorom, že v praxi stačí splniť minimálnu požiadavku zákona a ďalej netreba chybu váženia riešiť. Samozrejme ak nám príliš nezáleží na našich nákladoch, kvalite výrobkov a procesov či spokojnosti zákazníkov, je tento prístup z pohľadu splnenia zákona postačujúci. Ak ste však zodpovední hospodári a nejde vám iba o splnenie základných požiadaviek, treba sa tejto problematike venovať hlbšie. Odmenou môže byť nielen dobrý pocit, ale aj výrazná finančná úspora či zlepšenie kvality výrobkov a v končacom dôsledku aj dlhšia životnosť našich váh.

## Chyby pri vážení na váhe

Váha, rovnako ako každé iné meradlo, neváži presne. To znamená, že to, čo vidíme na displeji váhy, nie je presná hmotnosť bremena, ktoré je položené na vážiacej ploche. Pri váhach zaradených medzi určené meradlá (pozri definíciu určených meradiel v predchádzajúcom článku, ako aj zákon 142/2000 Z. z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov v platnom znení, §5 a §8) sa touto problematikou zaoberá legislatíva, ktorá stanovuje maximálne dovolené chyby, aké môže mať váha v prevádzke. Podrobnú špecifikáciu týchto požiadaviek nájdete v ďalších súvisiacich predpisoch, najmä v:

1. nariadení vlády Slovenskej republiky č. 126/2016 Z. z. o sprístupňovaní váh s neautomatickou činnosťou na trhu (problematika váh s neautomatickou činnosťou, tzv. NAWI); k tomuto nariadeniu je ešte pripojená harmonizovaná norma STN EN 45501: 2015, ktorá upresňuje ďalšie požiadavky;
2. nariadení vlády Slovenskej republiky č. 145/2016 Z. z. o sprístupňovaní meradiel na trhu (problematika váh s automatickou činnosťou, tzv. AWI).

V tomto čísle časopisu sa zameriame na váhy s neautomatickou činnosťou (NAWI – Non automatic weighing instruments) a budeme

vychádzať z príslušného nariadenia vlády, ktoré je pre túto problematiku dostatočné. Na tému sa budeme pozerať z pohľadu používateľa váh alebo zákazníka ako strany dotknutej vážení. Napriek tomu, že sa nevyhneme odborným výrazom, pokúsime sa o maximálne možné zjednodušenie s cieľom uľahčiť pochopenie princípov tejto problematiky.

Ako sme už predtým uviedli, váhy sa delia do tried presnosti. Dovoľené chyby pre jednotlivé triedy rieši v dostatočnej miere NV 126/2016 Z. z. a harmonizovaná norma STN EN 45501: 2015 Metrologické aspekty váh s neautomatickou činnosťou. Tu je definovaná tzv. najväčšia dovolená chyba ako „maximálny rozdiel, kladný alebo záporný, povolený predpisom, medzi indikáciou váh a zodpovedajúcou pravou hodnotou, ktorý bol určený pomocou referenčných etalónov hmotnosti, a za podmienky, že váhy sú v referenčnej polohe a indikujú nulu v nezaťaženom stave.“ Takže jednoducho povedané, ak položíme na váhu kontrolné závažie, chyba váhy je určená rozdielom indikácie (čo vidíme na displeji) a hodnoty uvedenej na kontrolnom závaží. To všetko za predpokladu, že váhy indikujú stabilnú polohu (sú ustálené) a že v nezaťaženom stave ukazovali 0.

Príklad: Na váhu položíme závažie s nominálnou hodnotou 1 kg, váha ukáže na displeji namiesto očakávaných 1 000 kg hodnotu 1 002 kg, potom chyba váhy sa rovná  $1\,002 - 1\,000 = 0,002$  kg, teda 2 g.

Takúto jednoduchú skúšku môže vykonať každý používateľ, pokiaľ vlastní správne závažia.

Maximálne dovolené chyby sú uvedené v prílohe č. 1 k nariadeniu vlády č. 126/2016 Z. z., odsek 4, tab. 3: Najväčšie dovolené chyby.

Zaťaženie				Najväčšia dovolená chyba
Trieda I	Trieda II	Trieda III	Trieda IIII	
$0 \leq m \leq 50\,000\text{ e}$	$0 \leq m \leq 5\,000\text{ e}$	$0 \leq m \leq 500\text{ e}$	$0 \leq m \leq 50\text{ e}$	$\pm 0,5\text{ e}$
$50\,000\text{ e} < m \leq 200\,000\text{ e}$	$5\,000\text{ e} < m \leq 20\,000\text{ e}$	$500\text{ e} < m \leq 2\,000\text{ e}$	$50\text{ e} < m \leq 200\text{ e}$	$\pm 1,0\text{ e}$
$200\,000\text{ e} < m$	$20\,000\text{ e} < m \leq 100\,000\text{ e}$	$2\,000\text{ e} < m \leq 10\,000\text{ e}$	$200\text{ e} < m \leq 1\,000\text{ e}$	$\pm 1,5\text{ e}$

V našom príklade použijeme maximálne dovolené chyby pre váhy III. triedy. Chyby pri overovaní aj inštalácii odborným servisom sa líšia

od tých, ktoré sú povolené počas používania, resp. v období medzi jednotlivými overeniami. Ako vidíme z tabuľky, počas používania sú dovolené chyby dvojnásobné oproti tým pri overení. Dôvodom je predpoklad, že ak bude mať váha pri overení menšiu chybu, jej používaním a opotrebovaním nedôjde k prekročeniu maximálnych dovolených chýb určených pri používaní.

Chyby sa vyjadrujú v násobkoch hodnoty overovacieho dielikka  $e$ . Zodpovedajúce zaťaženie  $m$  sa tiež vyjadruje v násobkoch overovacieho dielikka  $e$  (tab. 2).

najväčšia dovolená chyba pri overovaní $MPE_1$	najväčšia dovolená chyba pri používaní $MPE_2$	pre zaťaženie $m$ vyjadrené počtom overovacích dielikov
$\pm 0,5 e$	$\pm 1 e$	$0 \leq m \leq 500$
$\pm 1 e$	$\pm 2 e$	$500 \leq m \leq 2\,000$
$\pm 1,5 e$	$\pm 3 e$	$2\,000 \leq m \leq 10\,000$

Tab. 2

Príklad: Váha s jedným vážiacim rozsahom

Máme typickú obchodnú alebo priemyselnú váhu s týmito parametrami (parametre sa vždy nachádzajú na výrobnom štítku váhy): horná medza váživosti  $Max = 6$  kg, overovací dielik  $e = 2$  g.

najväčšia dovolená chyba pri overovaní $MPE_1$	najväčšia dovolená chyba pri používaní $MPE_2$	pre zaťaženie $m$ vyjadrené počtom overovacích dielikov
$\pm 0,5 e \times 2 g = \pm 1 g$	$\pm 1 \times 2 g = \pm 2 g$	$0 \leq m \leq 500 \times 2 g = 1\,000 g$ (1 kg)
$\pm 1 e \times 2 g = \pm 2 g$	$\pm 2 \times 2 g = \pm 4 g$	$1 kg \leq m \leq 2\,000 \times 2 g = 4\,000 g$ (4 kg)
$\pm 1,5 e \times 2 g = \pm 3 g$	$\pm 3 \times 2 g = \pm 6 g$	$4 kg \leq m \leq 10\,000 \times 2 g = 20\,000 g$ (20 kg)

Tab. 3

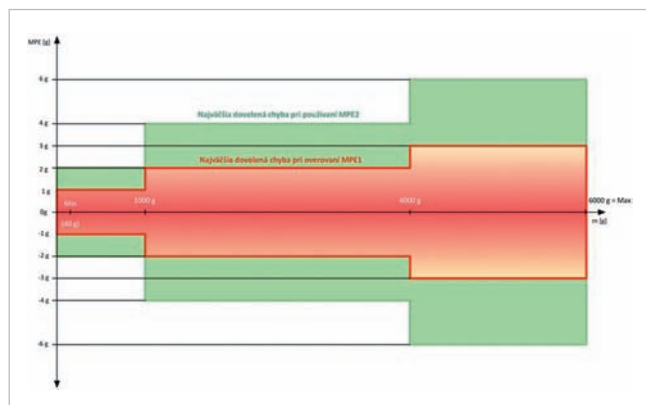
Aplikujeme tab. 3 najväčšej dovolenej chyby.

Od 0 kg do 1 kg môže byť chyba váhy pri overení  $\pm 1$  g, pri používaní potom 2x toľko, takže 2 g. Ak predáme napríklad 100 g salámy, zákazník môže v skutočnosti dostať 98 g alebo aj 102 g a v oboch prípadoch je to v poriadku.

Od 1 kg do 4 kg môže byť chyba váhy pri overení  $\pm 2$  g, pri používaní potom 2x toľko, takže 4 g. Ak predáme napríklad 2 kg salámy, zákazník môže v skutočnosti dostať 1,996 kg alebo aj 2,004 kg a v oboch prípadoch je to v poriadku.

Od 4 kg do 6 kg (norma stanovuje limitnú hodnotu pre maximálny počet dielikov 10 000, ale naša váha váži len do 6 kg), potom chyba váhy pri overení môže byť  $\pm 3$  g, pri používaní potom 2x toľko, takže 6 g. Ak predáme 5 kg salámu, zákazník môže v skutočnosti dostať 4,994 kg alebo aj 5,006 kg a v oboch prípadoch je to v poriadku.

Vyjadrieme si chyby váhy graficky (obr. 10).



Obr. 10

## Chyby váh s viacerými rozsahmi

V predošlom príklade sme pracovali s váhou s jedným rozsahom. Ako viete z kapitoly o typoch váh, dnes sa bežne používajú váhy s viacerými rozsahmi. Pre našu potrebu použijeme príklad váhy do 6 kg s dvoma rozsahmi:

Max 6/3 kg;  $d = e = 2$  g/e1 g

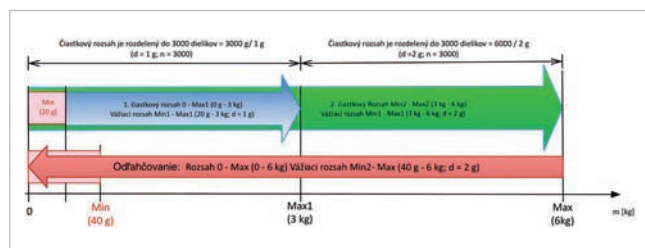
Prvý rozsah: 0 kg – 3 kg,  $e1 = 1$  g

Druhý rozsah: 0 kg – 6 kg,  $e2 = 2$  g

Pre úplnosť uvedieme, ako budú vyzerať chyby pri takejto váhe. Skôr ako sa pustíme do špecifikácie chyby, pripomeňme si, ako táto váha funguje:

Použijeme váhu s Max 6/3 kg a  $d = e = 2$  g/1 g a budeme ju postupne zaťažovať od 0 kg do 3 kg. Váha bude ukazovať s dielikom 1 g (2,997; 2,998; 2,999), len čo prekročíme hodnotu 3,000 kg, dielik sa automaticky prepne a váha bude ukazovať po 2 g až do 6 kg (3,002; 3,004; 3,006). Ak začneme bremenom z váhy odobrať, ani po odobratí bremena pod 3 kg neprepne na dielik 1 g a až po nulu bude ukazovať s dielikom 2 g. Ak chceme prepnúť znovu na menší dielik, musíme váhu úplne odľahčiť. Váha opäť indikuje 0,000 kg a prepne sa do prvého rozsahu s menším dielikom. Tento prípad však pri bežnom postupe váženia nastáva iba výnimočne.

Pre dovolené chyby viacrozsahových váh III. triedy presnosti platia rovnaké hodnoty ako pre váhy jednorozsahové tejto triedy. Rozdiel je však v tom, že ku každému rozsahu budeme pristupovať samostatne. Znázorníme si, ako vyzerá rozsah váhy graficky (obr. 11).



Obr. 11

1. Prvý rozsah  $d = e = 1$  g

pre zaťaženie $m$ vyjadrené počtom overovacích dielikov	najväčšia dovolená chyba pri overovaní $MPE_1$	najväčšia dovolená chyba pri používaní $MPE_2$
$m = 0 - 500$ g	$\pm 0,5 e = \pm 0,5$ g	$\pm 1 e = \pm 1$ g
$m = 500$ g – 2000 g	$\pm 1 e = \pm 1$ g	$\pm 2 e = \pm 2$ g
$m = 2\,000$ g – 3 000 g *	$\pm 1,5 e = \pm 1,5$ g	$\pm 3 e = \pm 3$ g

\* 1. rozsah sa končí v 3 kg, potom sa mení dielik

Tab. 4

2. rozsah  $d = e = 2$  g (pristupujeme k nemu, akoby sa začínal od 0)

pre zaťaženie $m$ vyjadrené počtom overovacích dielikov	najväčšia dovolená chyba pri overovaní $MPE_1$	najväčšia dovolená chyba pri používaní $MPE_2$
$m = 0 - 1\,000$ g*	$\pm 0,5 e = \pm 1$ g	$\pm 1 e = \pm 2$ g
$m = 1\,000$ g – 4 000 g **	$\pm 1 e = \pm 2$ g	$\pm 2 e = \pm 4$ g
$m = 4\,000$ g – 6 000 g	$\pm 1,5 e = \pm 3$ g	$\pm 3 e = \pm 6$ g

\* Prvý riadok tabuľky je pri zaťažovaní nahradený prvým rozsahom, tam je dovolená chyba menšia.

\*\* V druhom riadku nastane pri 3 kg zmena dielikka na 2 g a príslušné dovolené chyby sa budú uplatňovať od 3 kg do 4 kg.

Tretí riadok platí celý až do 6 kg. Ak budeme váhu odľahčovať, bude platiť tabuľka dovolených chýb pre druhý rozsah.

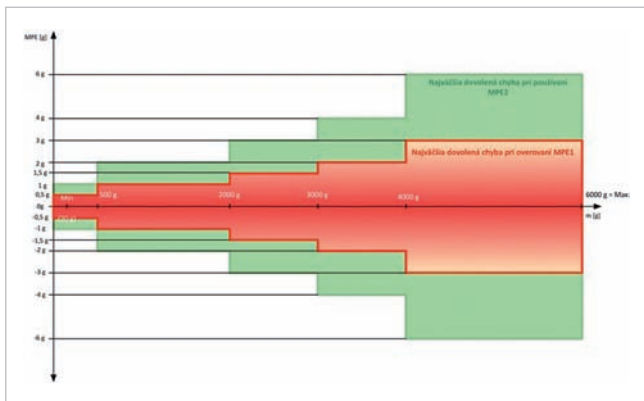
Tab. 5

Zostavme si teda tabuľku najväčších dovolených chýb pre túto váhu:

pre zaťaženie m vyjadrené počtom overovacích dielikov	najväčšia dovolená chyba pri overovaní MPE <sub>1</sub>	najväčšia dovolená chyba pri používaní MPE <sub>2</sub>
m = 0 – 500 g	±0,5 e = ±0,5 g	±1 e = ±1 g
m = 500 g – 2 000 g	±1 e = ±1 g	±2 e = ±2 g
m = 2 000 g – 3 000 g	±1,5 e = ±1,5 g	±3 e = ±3 g
m = 3 000 g – 4 000 g	±1 e = ±2 g	±2 e = ±4 g
m = 4 000 g – 6 000 g	±1,5 e = ±3 g	±3 e = ±6 g

Tab. 6

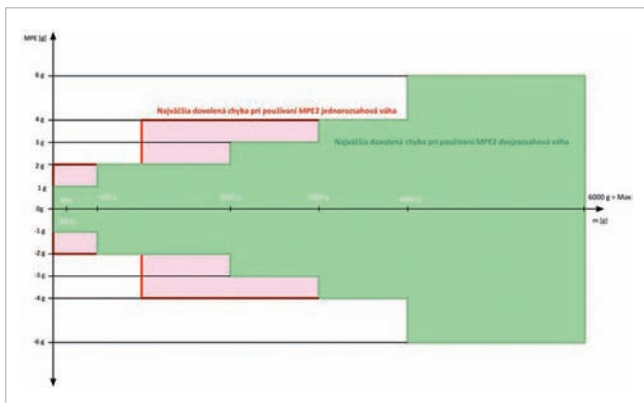
Vyjadriť si tento prípad aj graficky (obr. 12).



Obr. 12

### Porovnanie váhy s rovnakou váživosťou s jedným a dvoma rozsahmi

Aby sme si urobili lepšiu predstavu, či zvoliť váhu s jedným rozsahom alebo viacerými rozsahmi pre tú istú aplikáciu, položíme oba grafy na seba. Na zobrazenie použijeme iba chybu pri používaní, ktorá je pre majiteľa váhy praktickejšia.



Obr. 13

Z obr. 13 vyplýva, že jednorozsahová váha s rovnakou váživosťou (do 6 kg) má väčšiu toleranciu a je teda menej presná. Preto bývajú tieto váhy lacnejšie. Pri vážení drahšieho materiálu to však môže byť nevýhodou. Drahšieho tovaru sa väčšinou navažuje menej. Ako vidíme na grafe, v oblasti 0 – 500 g a ďalej 1 kg až 4 kg je veľký rozdiel v tolerancii.

Príklad: Navažujeme materiál v hodnote 500 €/kg, t. j. 0,5 €/g, navážka je 1,5 kg a naša váha pracuje na hranici zápornej tolerancie.

Jednorozsahová váha – navážka je 1,5 kg, MPE je 4 g, váha 4 g podvažuje a my strácame 2 €.

Dvojrozsahová váha – navážka je 1,5 kg, MPE je 2 g, váha 2 g podvažuje a my strácame 1 €.

To znamená, že pri správnej voľbe vhodnej váhy môžeme ušetriť až 50 % z potenciálnej straty spôsobenej chybou vážením, hoci váha ako taká vyhovuje legislatívnym požiadavkám.

### Čo predstavujú tieto dovolené chyby finančne?

Aplikujeme uvedené poznatky na tento prípad:

1 kg stojí 20,- €, t. j. 1 g stojí 0,02 €.

Výsledky znovu vyjadriť tabuľkou:

najväčšia dovolená chyba pri overovaní MPE <sub>1</sub>	najväčšia dovolená chyba pri používaní MPE <sub>2</sub>	pre zaťaženie m
±1 g ≈ 0,02 €	±2 g ≈ 0,04 €	0 ≤ m ≤ 1 000 g
±2 g ≈ 0,04 €	±4 g ≈ 0,08 €	1 000 g ≤ m ≤ 4 000 g
±3 g ≈ 0,06 €	±6 g ≈ 0,12 €	4 000 g ≤ m ≤ 6 000 g

Tab. 7

Ako vidíme z uvedeného príkladu, dovolené odchýlky sú pre jednotlivé navážky zanedbateľné. Zle nastavená váha však môže pri veľkom počte vážení vygenerovať viditeľné straty. Napríklad ak budeme navažovať výrobky do 1 kg, na tejto váhe môžeme pri jednom vážení stratiť 0,04 €. Vo väčších prevádzkach sa vykoná na jednej váhe za 15 hodín až 600 transakcií. Pokiaľ bude mať naša váha maximálnu dovolenú chybu 2 g, na 600 váženíach to spraví 1 200 g, čo je pri priemernej cene 20 €/kg až 24 € denne a za rok (300 dní) cca 7 200 €. To určite nie je zanedbateľná suma.

### Princíp férovosti

Pri overovaní váh a nastavovaní váh by používateľ nemal byť informovaný o tom, akú má váha skutočnú chybu. Uvádza sa stanovisko, či váha vyhovela alebo nevyhovela požiadavkám. To znamená, či má chybu v predpísaných medziach maximálnej dovolenej chyby podľa STN EN (resp. NV). Predpokladá sa, že pokiaľ je v jednej prevádzke viac váh, niektoré majú zápornú chybu (podvažujú) a iné kladnú chybu (prevažujú). V praxi sa potom dá očakávať, že ak váži používateľ váh na rôznych váhach, raz je chyba v jeho prospech inokedy nie. Pre koncového spotrebiteľa výrobku to obvykle nemá veľký význam. Centové nepresnosti v navážkach sa vzájomne vykompenzujú. Na používateľa váhy to má však väčší vplyv, ak opakuje transakcie na jednej váhe.

### Záver

Na záver možno povedať, že moderná legislatíva chráni predovšetkým spotrebiteľov. Ak sme však používateľom váh a zo zákona nám podľa spôsobu ich nasadenia v praxi vyplýva povinnosť mať určené meradlá, musíme pracovať s váhou, ktorá spĺňa požiadavky dané legislatívou. V poslednom čase odznieva názor, že ak naše váhy pri overení vyhovujú, nemusíme ich ani zvlášť nastavovať. Je to však postoj ľudí, ktorým záleží predovšetkým na splnení legislatívy, ale nezaujímajú ich ekonomika podnikania. Často je to prezentované spôsobom, že „ušetríte“ za drahú údržbu a nastavenie váhy. Keď sa však pozriete na nami uvedený príklad, uvidíte, že zle nastavená váha v prípade len trochu vyššej ceny materiálu vám môže vyrobiť stratu väčšiu ako bola cena nastavenia váhy. Preto vám odporúčame, aby ste si urobili analýzu svojich vážení a povolených chýb a rozhodovali sa na základe podložených dát a nie odporúčaní ľudí, ktorí sa často pozerajú na danú problematiku veľmi jednostranne. Starajte sa o váhy a mať ich čo najlepšie nastavené sa vyplatí. V ďalšom čísle sa budeme venovať problematike chýb na váhach ako ostatných meradiel a práci s nimi v priemyselných procesoch.

Pokračovanie v ďalšom čísle.

Ing. Daniel Šťastný  
Daniel.Stastny@mt.com

Katarína Surmiková Tatranská, MBA  
ktatranska@libra-vahy.sk

Únia váharov SR  
www.uniavaharov.sk