

# VYUŽITIE VÁH A VÁŽIACICH SYSTÉMOV V PRIEMYSELNEJ PRAXI (2)

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

## Technické pojmy

Skôr ako sa dostaneme k váhe podrobnejšie, musíme si ešte objasniť ďalšie technické pojmy. Tento zoznam pojmov nie je vyčerpávajúci. Ďalšie termíny budú vysvetlené ďalej v texte, kde budú dávať väčší zmysel.

**Rozsah váhy.** Rozsah od 0 po maximálnu váživosť váhy.

**Vážiaci rozsah.** Rozsah medzi hornou a dolnou medzou váživosti.

**Horná medza váživosti (Max).** Maximálna váživosť, ak neberieme do úvahy veľkosť pripočítateľnej tary. Je to maximálna hodnota hmotnosti, do ktorej možno používať váhu pri vážení. Niekedy sa jej tiež hovorí váživosť alebo maximálna váživosť. Táto hodnota musí byť vždy uvedená na výrobnom štítku váhy.

**Minimálna váživosť (Min).** Hodnota zaťaženia, pod ktorou môžu mať výsledky váženia nadmernú relatívnu chybu. Táto hodnota je pri váhach v obchodnom styku (určených meradiel) tiež uvedená na výrobnom štítku. Hodnota Min je daná normou STN EN 45 501: 2015 a vyjadrená ako násobok overovacieho dielika, napr. pre váhy III. Triedy presnosti  $Min = 20 e$ . To neznamená, že pod túto hodnotu váha nefunguje. Zákazník by mal však vedieť, že tovar je navažovaný s veľkou relatívnou chybou.

**Indikácia.** Hodnota hmotnosti zobrazená na displeji váhy vrátane vyjadrenia jednotky alebo vytlačená na tlačiarňi.

**Primárna indikácia.** Indikácia, signály a značky, ktoré sú predmetom požiadaviek európskej normy STN EN 45501: 2015. V praxi ide o zabezpečené zobrazenie a tlač údajov z váhy. Tieto údaje nesmú byť manipulovateľné; ide predovšetkým o hmotnosť, taru, jednotkovú cenu, cenu na úhradu, menu, jednotku hmotnosti.

**Sekundárna indikácia.** Indikácia, signály a značky, ktoré nie sú primárnou indikáciou, napríklad názvy položiek tovaru, doplňujúce informácie apod.

**Chyba indikácie (E).** Indikácia váh (I) (údaj na displeji) mínus (konvenčne) správna hodnota hmotnosti (m). Je to hodnota hmotnosti uvedená na kontrolnom závaží.

$$E = I - m \text{ [kg; g; mg]}$$

Takže jednoducho povedané, ak položíme na váhu kontrolné závažie, chyba váhy je určená rozdielom indikácie (údaja, ktorý vidíme na displeji) a hodnoty uvedenej na kontrolnom závaží. To všetko za predpokladu, že váhy indikujú stabilnú polohu a že v nezaťaženom stave ukazovali 0.

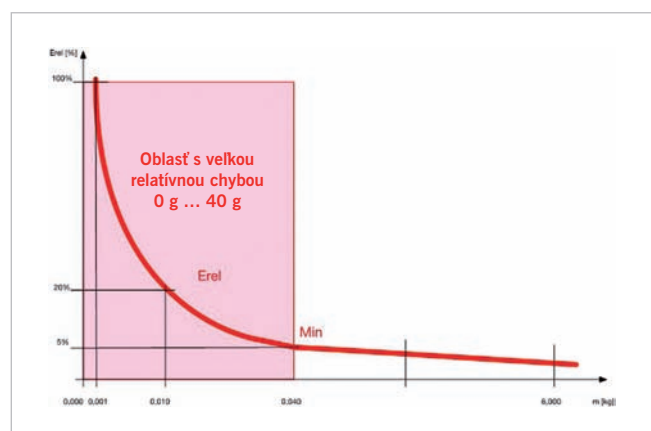
**Relatívna chyba ( $E_{rel}$ ).** Je to chyba váženia vyjadrená v % vzhľadom na veľkosť navážky:

$$E_{rel} = \frac{E}{m} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Najlepšie si relatívnu chybu môžeme demonštrovať na príklade: Váha s  $Max = 6 \text{ kg}$ ,  $e = d = 2 \text{ g}$ ,  $Min = 20 \times 2 \text{ g} = 40 \text{ g}$ . Vykonáme  $n$  vážení,  $n = 1, \dots, i$  a hodnoty si vypočítame pomocou vzťahu

$$E_{rel}^i = \frac{E^i}{m^i} \cdot 100 \text{ [%]} \text{ a uvedieme v tab. 1.}$$

Ako vidíme v uvedenej tabuľke, najväčšia relatívna chyba je na začiatku rozsahu pri malých navážkach. Dôvodom je, že hodnotu chyby indikácie delíme malou hodnotou hmotnosti. Bunky označené červenou zodpovedajú Min váhy. V tomto bode dochádza k veľkému poklesu relatívnej chyby na jednotky percent. Nad touto hodnotou sa relatívna chyba stále znižuje. Hodnotu relatívnej chyby môžeme vyjadriť graficky. Výsledkom je hyperbola na obr. 3.



Obr. 3

Z grafu vidíme, že meradlo je najpresnejšie na konci meracieho rozsahu a najmenej presné na začiatku. Preto legislatíva zaviedla hodnotu Min, aby sa predchádzalo váženiu s veľkou relatívnou chybou.

**Skutočná hodnota dielika (d).** Hodnota vyjadrená v jednotkách hmotnosti. Pri číslícovej indikácii ide o rozdiel medzi dvoma po sebe nasledujúcimi hodnotami.

**Overovací dielik (e).** Hodnota vyjadrená v jednotkách hmotnosti, používaná na klasifikáciu a overovanie váh. Ide o dohodnutú

n počet meraní	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m hmotnosť kontrolného závažia	0,001 kg	0,005 kg	0,010 kg	0,040 kg	1,000 kg	2,000 kg	3,000 kg	4,000 kg	5,000 kg	6,000 kg
I údaj na displeji	0,000 kg	0,006 kg	0,008 kg	0,042 kg	1,002 kg	1,998 kg	3,004 kg	3,998 kg	5,004 kg	6,004 kg
E chyba indikácie	-0,001 kg	0,001 kg	-0,002 kg	0,002 kg	0,002 kg	-0,002 kg	0,004 kg	-0,002 kg	0,004 kg	0,004 kg
$E_{rel}$ relatívna chyba	100 %	20 %	20 %	5 %	0,2 %	0,1 %	0,13 %	0,05 %	0,08 %	0,067 %

Tab. 1

hodnotu, ktorá sa môže pri niektorých typoch váh líšiť od skutočnej hodnoty dielika. Pri váhach na obchodné váženie platí, že  $e = d$ .

**Počet overovacích dielikov (váhy s jedným rozsahom).** Podiel HORNEJ MEDZE VÁŽIVOSTI a OVEROVACIEHO DIELIKA:

$$n = \text{Max} / e$$

**Hodnota tary (T).** Hodnota hmotnosti zodpovedajúca hmotnosti obalu, do ktorého vážime (hmotnosť téglíka, fólie a pod.). Váhy sú vybavené tarovacím zariadením, ktoré umožňuje túto hodnotu odčítať od hmotnosti váženého tovaru. Rozoznávame dva druhy tary:

- Pripočítateľná (aditívna) tara – váha má také technické vlastnosti, že pri zadávaní tary sa rozsah váženia nezmenší. Hmotnosť obalu je pričítaná k aktuálnemu rozsahu.
- Odpočítateľná (subtraktívna) tara – váha pri zadaní tary odpočíta túto hodnotu z aktuálneho vážiaceho rozsahu. Pri zadaní tary sa rozsah váženia zmenší a zadanú taru. Hmotnosť obalu sa odčíta od aktuálneho rozsahu.

**Predvolená hodnota tary (PT).** Číselná hodnota predstavujúca hmotnosť, ktorá je zavedená do váh. Zavedená zahŕňa postupy ako: zapísať pomocou klávesnice, vyvolať z pamäte alebo vložiť pomocou rozhrania.

**Hodnota brutto (G alebo B).** Indikácia hmotnosti bremena na váhach bez aplikácie tarovacieho zariadenia alebo tarovacieho zariadenia s predvolenou hodnotou.

**Hodnota netto (N).** Indikácia hmotnosti bremena na váhach po použití tarovacieho zariadenia.

## Váhy

V tejto časti si podrobnejšie opíšeme jednotlivé druhy váh podľa vyhotovenia a technických parametrov.

### Váha

Váha je definovaná ako merací prístroj, ktorý slúži na určenie hmotnosti telesa využitím pôsobenia gravitácie na toto teleso. Váhy sa môžu používať aj na určovanie ďalších veličín, veľkostí a parametrov alebo charakteristických vlastností súvisiacich s hmotnosťou. Musíme si uvedomiť, že váha je predovšetkým citlivé meradlo, ku ktorému sa treba správať tak, aby meralo spoľahlivo a správne.



Obr. 4 Opis váhy

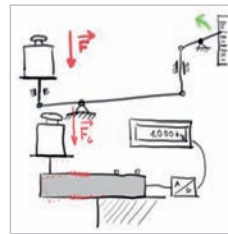
### Opis váhy

Kým sa pustíme do ďalšieho vysvetľovania, opíšeme si základné časti váhy, ktoré budeme používať v ďalšom výklade. Ako príklad použijeme jednoduchú digitálnu elektronickú stolovú váhu. Pri niektorých častiach použijeme viacero názvov využívaných v praxi.

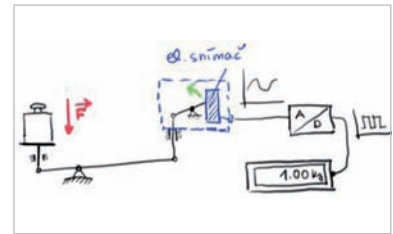
### Základné rozdelenie váh podľa princípu fungovania

**Mechanické váhy.** Fungujú na princípe prevodového mechanizmu. Zaťažením misky váhy dôjde k prevodu sily na mechanický pohyb, ktorý sa sústavou prevodov prevedie na pohyb ukazovateľa – ručičky na stupnici váh. Takéto váhy sa z trhu postupne vytrácajú. Na mechanické váhy sú kladené špecifické požiadavky, pretože sa skladajú z veľkého množstva mechanických častí. My sa týmito váhami nebudeme ďalej zaoberať.

**Elektronické váhy.** Elektronické alebo niekedy nie celkom správne označované ako digitálne váhy pracujú na princípe prevodu sily na



Obr. 5



Obr. 6

elektrický signál, ktorý sa následne pomocou analógovo-digitálneho prevodníka prevedie na číselnú hodnotu zobrazenú na displeji. Dnes sa vo svete používajú prevažne takéto váhy hlavne pre ich relatívne jednoduchšiu údržbu a lepšiu obsluhu. Takéto váhy sa dajú kombinovať s mnohými ďalšími zariadeniami, vybaviť výpočtovými systémami alebo na takéto systémy napojiť. Ďalej uvádzané informácie sa budú prevažne týkať takýchto váh.

**Váhy kombinované – elektromechanické.** V niektorých špecifických prípadoch je výhodné kombinovať oba prístupy, aby sa dosiahla vyššia presnosť merania. Takáto váha má obvykle riešený prenos sily z vážiacej misky pomocou mechanických prevodov a na vhodnom mieste je vložený (elektronický) snímač sily alebo pohybu. Ďalej sa signál prenáša elektronicky, v A/D prevodníku sa prevedie na číslice a zobrazí na displeji. Nevýhodou je však náročnejšia údržba. Preto sa napríklad v obchodnom styku takéto váhy nepoužívajú. Pre ich prevádzku platia rovnaké pravidlá ako pre váhy elektronické.

### Váhy podľa spôsobu obsluhy a prevádzky

**Neautomatické váhy (váhy s neautomatickou činnosťou).** (V praxi sa bežne označujú skratkou NAWI z anglického Non Automatic Weighing Instrument. Túto skratku budeme ďalej používať aj my.) Váhy, ktoré vyžadujú zásah operátora počas vážiaceho procesu, napríklad na polozenie alebo odstránenie bremena z nosiča zaťaženia a získanie výsledku merania. Váhy umožňujú priamej obsluhu pozorovať (prijať alebo odmietnuť) výsledky merania ukázané alebo vytlačené; obe možnosti sú zahrnuté v slove indikácia.

**Automatické váhy (váhy s automatickou činnosťou).** (V praxi sa bežne označujú skratkou AWI z anglického Automatic Weighing Instrument. Túto skratku budeme ďalej používať aj my.) Automatické váhy možno ďalej rozdeliť na váhy:

- Statické – vážia bremeno staticky, bez pohybu. Vážený predmet sa musí na váhe zastaviť a musí byť dosiahnutá rovnovážna poloha váhy.
- Dynamické – vážia bremeno za pohybu (napríklad na páse). Bremeno sa pohybuje po váhe a váha zbiera signály zo snímača. Keď predmet (bremeno) váhu opustí, váha vyhodnotí signály a určí hmotnosť štatistickou metódou. Presnosť takýchto váh pri dobrom nastavení môže konkurovať aj statickým váham.

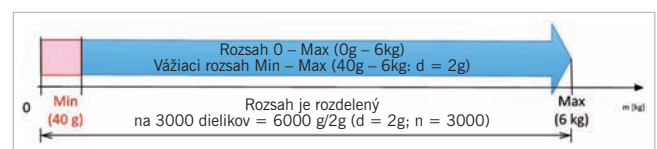
Niekedy sa stáva, že váhy v zázemí používané na etiketovanie alebo balenie sa kategorizujú ako automatické. Takéto zariadenie je však správne iba vtedy, ak váhy pracujú bez zásahu obsluhy.

### Druhy váh podľa rozsahu

Rozsah merania je základným parametrom nielen pre váhy, ale pre každé meradlo. Jednoducho povedané je to rozsah hodnôt, v akom je prístroj schopný merať. Ak váha váži od 0 do 6 kg a údaj na displeji sa mení po dvoch gramoch, má váha jeden rozsah váživosti do 6 kg s dielikom dva gramy.

### Váhy s jedným rozsahom

Tieto váhy majú rovnaký skutočný a overovací dielik v celom rozsahu váženia. Pri pomalom zaťažovaní váhy sa údaje na displeji menia po jednotlivých dielikoch (d) až do maximálnej váživosti váhy.



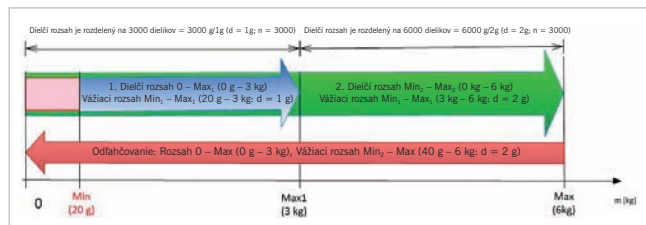
Obr. 7

Príklad: Váha váži od 0 do 6 kg s dielikom  $d = e = 2 \text{ g}$  (obr. 7).

### Váhy s deleným rozsahom

Váhy s jedným rozsahom, ktorý je rozdelený medzi jednotlivé vážiace rozsahy, každý s rozdielnou hodnotou dielika, pričom jeden je určený automaticky podľa aplikovaného stúpajúceho a/alebo klesajúceho zaťaženia. Dnes sa takéto váhy často využívajú v obchode i v priemysle.

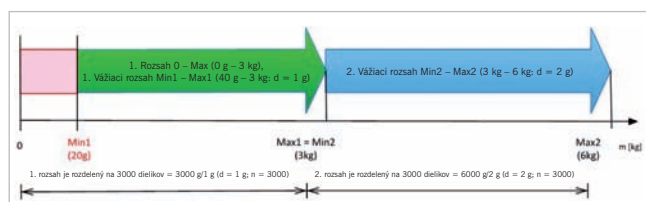
Príklad konfigurácie: Max 15/6 kg a  $d = e = 5/2 \text{ g}$  (obr. 8).



Obr. 8

### Váhy s viacerými rozsahmi

Váhy, ktoré majú dva alebo viac vážiacich rozsahov s rozdielnymi hornými medzami váživosti a rozdielnymi hodnotami dielikov pre ten istý nosič zaťaženia, pričom každý rozsah siaha od nuly po hornú medzu váživosti. Takéto váhy nachádzajú svoje využitie v laboratóriách alebo v priemysle, kde sa kladie dôraz na vysokú presnosť. Sú však pomerne drahé.



Obr. 9

### Váhy z hľadiska legislatívy

Základným legislatívnym predpisom vzťahujúcim sa na váhy je zákon 142/2000 Z. z. o metrologii v znení neskorších predpisov. Tento zákon všeobecne určuje požiadavky na meranie a meradlá.

Podľa tohto zákona sa meradlá delia takto:

#### § 5 Členenie meradiel

Meradlá sa členia na skupiny:

- národné etalóny a ostatné etalóny,
- certifikované referenčné materiály a ostatné referenčné materiály,
- určené meradlá a ostatné meradlá.

Ak tieto princípy aplikujeme na váhy, vyplýva z toho nasledujúce rozdelenie:

#### Váhy ako určené meradlá

Určené meradlá zákon definuje takto:

#### §8 Určené meradlá a ostatné meradlá

- Určené meradlá sú meradlá určené na povinnú metrologickú kontrolu alebo posúdenie zhody.
- O zaradení meradla do skupiny určených meradiel rozhoduje účel jeho použitia a používanie:
  - pri meraniach súvisiacich s platbami,
  - pri ochrane zdravia, bezpečnosti, majetku a životného prostredia,
  - pri príprave spotrebiteľsky balených výrobkov,
  - v iných oblastiach verejného života, kde môžu vzniknúť konfliktné záujmy na výsledku merania alebo kde môžu nesprávne výsledky merania poškodiť záujmy fyzických osôb, právnických osôb alebo spoločnosti,
  - pri meraniach, ak tak ustanovuje osobitný predpis.
- Meranie súvisiace s platbami je najmä meranie v obchodných vzťahoch, meranie na určovanie ceny pri priamom predaji verejnosti a meranie na účely výpočtu ceny, cla, taríf, daní, zvýhodnení, pokút, odškodnenia a poistenia.

(5) Druhy určených meradiel a oblasti ich použitia ustanoví všeobecne záväzný právny predpis, ktorý vydá úrad.

Zákon ukladá používateľom určených meradiel isté povinnosti a podmienky.

#### § 19 Používanie určených meradiel

- Určené meradlá možno používať na daný účel, len ak majú platné overenie, ak sa vyžaduje.
- Podnikateľ alebo iná právnická osoba je povinná:
  - používať určené meradlá v prípadoch, v ktorých je ich používanie ustanovené (§ 8), a na daný účel existuje druh meradla stanovený všeobecne záväzným právnym predpisom, ak osobitný predpis nestanovuje inak alebo ak úrad neudelil výnimku,
  - udržiavať používané určené meradlá v náležitom technickom stave,
  - predkladať používané určené meradlá na metrologickú kontrolu podľa tohto zákona,
  - používať určené meradlá toho druhu, ktorý je na daný účel použitia určený,
  - viesť evidenciu všetkých používaných určených meradiel a ostatných meradiel podľa § 9 ods. 7 umožňujúcu jednoznačnú identifikáciu každého meradla s uvedením miesta jeho použitia a dátumov jeho overenia alebo dátumov jeho kalibrácie,
  - určovať výšku platby podľa údajov zistených z platne overeného určeného meradla, ak sa také meradlo na meranie vyžaduje.

Nedodržanie týchto povinností môže viesť k uloženiu pokút alebo zákazou používať dané meradlo.

#### Váhy ako ostatné meradlá

V praxi nazývame ostatné meradlá aj pracovné alebo technologické. Ako definíciu opäť citujeme rovnaký paragraf zákona:

(6) Ostatné meradlá podľa § 5 písm. c) sú všetky meradlá, ktoré nie sú národnými etalónmi, ostatnými etalónmi, certifikovanými referenčnými materiálmi, ostatnými referenčnými materiálmi a určenými meradlami.

V praxi teda pôjde o váhy, ktoré sa používajú vo výrobe, vývoji, výskume atď., zjednodušene na vnútornú potrebu používateľa, všade tam, kde nie je potrebné chrániť všeobecné záujmy ani záujmy spotrebiteľa. Ide o aplikácie, kde má obvykle sám používateľ záujem na správnom fungovaní váhy. Pomocou technických postupov (pravidelná kontrola, justáž, kalibrácia) zabezpečuje najlepšie prevádzkové parametre svojej váhy.

#### Ako sa rozhodnúť?

O zaradení meradla medzi určené alebo pracovné/technologické meradlá rozhoduje používateľ podľa účelu použitia. Zoznam druhov váh určených na metrologickú kontrolu a spôsob ich overovania je opísaný v samostatnej vyhláske Úradu pre normalizáciu, metrologiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky o meradlách a metrologickej kontrole.

Ak si používateľ nie je istý, ako meradlo zaradiť, najlepšie je obrátiť sa na registrovaného opravcu alebo výrobcu meradla alebo na štátne orgány:

- Úrad pre normalizáciu, metrologiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky ([www.unms.sk](http://www.unms.sk))
- Slovenský metrologický ústav ([www.smu.sk](http://www.smu.sk))

*Pokračovanie v ďalšom čísle.*

Ing. Daniel Štastný  
Daniel.Stastny@mt.com

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

Únia váharov SR  
[www.uniavaharov.sk](http://www.uniavaharov.sk)