

Kalibrační postup pro váhy  
s neautomatickou činností

## 1 Předmět kalibrace

Kalibrační postup platí pro váhy s neautomatickou činností zařazené do kategorie pracovních měřidel s horní mezí měřicího rozsahu 10 kg od přesnosti, kterou umožňuje nejlepší měřicí schopnost laboratoře.

## 2 Související předpisy

ČSN EN ISO 10012	System managementu měření - Požadavky na proces měření a měřicí zařízení
ČSN EN 45501	Metrologické aspekty vah s neautomatickou činností
ČSN 177001	Názvosloví vah, vážících zařízení a závaží
MPA 30-02-xx	Politika ČIA pro metrologickou návaznost (v platném znění)
Dokument EA 4/02	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích
OILM R 111	Závaží tříd přesnosti E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3
ČKS	Revize kalibračních postupů pro váhy s neautomatickou činností s počtem dílků nad 10 000

## 3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Pracovník provádějící kalibraci musí být zaškolen a musí mít osvědčení pro provádění kalibrace vah s neautomatickou činností vydané uznávaným orgánem.

## 4 Názvosloví a definice

Názvosloví a definice jsou obsaženy v příslušných normách (viz čl. 2). Odborné termíny použité v tomto postupu jsou uvedeny v ČSN EN 45501.

## 5 Měřidla, přístroje a pomůcky potřebné pro kalibraci

Při kalibraci vah se používá sekundární etalon II. řádu F1 (sada závaží od 1 mg do 5 kg), navázaný na sekundární etalony hmotnosti I. řádu, kalibrováno u ČMI OI Praha.

Teplota a vlhkost prostředí při kalibraci měřena termohydrometrem.

## 6 Podmínky kalibrace

Kalibrace vah se provádí na místě, kde se používají a za podmínek obdobných jako při používání. Předpokládá se, že vlivy jako je vibrace, proudění vzduchu apod. jsou již zahrnuty v nejistotě měření.

Váhy by měly být umístěny v místnosti na pevném stole tak, aby byly chráněny před vibracemi, průvanem a nedocházelo k jednostrannému zahřívání vah a náhlým změnám teploty místnosti. Pokud není výrobcem teplota uvedena, pak by se stálá teplota neměla příliš lišit od teploty, při níž byly váhy justovány.

Teplota je považována za stálou, když rozdíl mezi extrémními teplotami zaznamenanými během zkoušky nepřekračuje 1/5 teplotního rozsahu daných vah, ale nesmí být větší než 5°C a rychlost změny nepřekračuje  $\pm 2^\circ\text{C}$  za hodinu s maximálně  $\pm 3,5^\circ\text{C}$  za 12 hodin. Doporučená vlhkost při kalibraci je v rozmezí 40% ÷ 60% s maximální odchylkou 15% za 4 hodiny.

Kalibrace se provádí za teploty a relativní vlhkosti vzduchu, jejíž hodnoty spadají do předepsaného pracovního rozsahu váhy (bývá uveden v manuálu váhy nebo na štítku váhy).

Pokud výrobce teplotní rozsah neurčí, jsou doporučené hodnoty od +10°C do + 30°C.

---

## 7 Vlastní postup

### 7.1 ČIŠTĚNÍ

Váha nesmí vykazovat zjevné známky poškození a znečištění. Z vah se odstraní drobné nečistoty od fouknutím, pomocí štetce nebo šetrným otřením. V případě potřeby se váhy před kalibrací nechají vyčistit a seřídí odborným servisem.

### 7.2 TEMPEROVÁNÍ

Teplotní ustálení etalonových závaží se provádí jejich uložením po dostatečnou dobu v blízkosti váhy, aby bylo zamezeno změně indikace v důsledku konvekce vzduchu. Váhy musí být připojeny dostatečně dlouho před provedením kalibrace ke zdroji energie (např. podle doporučení výrobce nebo uživatele).

### 7.3 PŘÍPRAVA KE KALIBRACI

Kontrola referenční polohy. (Je-li váha vybavena ustalovacím zařízením a indikátorem polohy zkontroluje se před vlastní kalibrací ustavení váhy.) Před kalibrací jsou váhy předběžně zatíženy přibližně k horní mezi váživosti.

Do pracovního listu se zaznamenají údaje potřebné pro kalibraci měřidla

## 8 Vlastní kalibrace

Nulování - nulovací zařízení musí umožnit přesné vynulování a nesmí způsobovat nesprávné výsledky měření.

Vlastní kalibrace sestává ze zkoušky opakovatelnosti, zkoušky excentricity zatížení a zkoušky vážení.

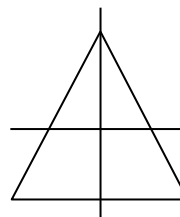
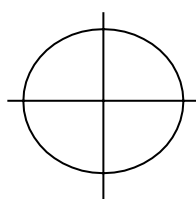
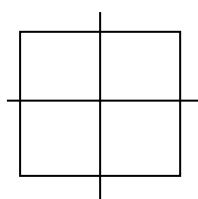
### 8.1 ZKOUŠKA OPAKOVATELNOSTI

Provádí se dvě řady vážení, jedna se zatížením přibližně  $1/3$  Max a jedna se zatížením blízkým  $2/3$  Max. Každá řada se musí skládat z nejméně 10 vážení. Naměřená hodnota se odečítá, když jsou váhy zatíženy a když se ustálily po odlehčení mezi váženími na nule, přičemž počet kusů závaží musí být pokud možno co nejmenší.

### 8.2 ZKOUŠKA EXENTRICKÉHO ZATÍŽENÍ

Čtyři čtvrtinové sektory, přibližně rovné  $1/4$  povrchu nosiče zatížení, musí být zatěžovány po řadě zkušebním zatížením s hodnotou  $1/3$  Max do těžiště sektorů a to v těchto pozicích:

- střed
- vzadu vlevo
- vzadu vpravo
- vpředu vpravo
- vpředu vlevo



Tato zkouška se neprovádí u vah, kde z důvodu konstrukce nemůže dojít k excentrickému zatížení (zavěšená miska, váhy využívající speciální zařízení na vycentrování zátěže atp.).

## 8.3 ZKOUŠKA VÁŽENÍ

Pro stanovení chyby musí být vybráno alespoň pět zatížení s odlišnými hodnotami rovnoměrně rozložených v kalibrovaném rozsahu. Vybraná zkušební zatížení musí obsahovat *Max* a *Min*.

Při vážení musí být použito vzrůstající zatížení po krocích, přičemž se váhy mezi jednotlivými kroky odlehčují.

## 9 Vyhodnocení

### 9.1 VÝPOČET CHYBY

Chyby jmenovitých hodnot zatížení se stanoví porovnáním se sekundárními etalony hmotnosti. Chyba (určená jako rozdíl: údaj váhy minus hodnota zatížení) se vyjádří formou standardní hmotnosti (9.3).

Chybu tedy vypočteme podle vzorce:

$$E = I - L$$

kde:

I      průměr indikací z provedených opakovaných měření stejné hodnoty  
L      zatížení váhy etalonovým závažím

### 9.2 STANOVENÍ NEJISTOT

#### 9.2.1 Standardní nejistota typu A

Standardní nejistota typu A se stanovuje z opakovaných měření stejné hodnoty za stejných podmínek statistickými metodami.

Z měření (počet měření  $n \geq 10$ , v krajním případě více než 5) se vypočte výběrový průměr  $\bar{x}$  z naměřených hodnot podle vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Standardní nejistota typu **A** se v tomto případě rovná výběrové směrodatné odchylce a určí se

ze vztahu:  $u_A = \bar{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$

Pokud je počet opakovaných měření menší než 10 provede se korekce na počet měření vynásobením koeficientem  $t_r$  podle vztahu:  $u_A = t_r \cdot \bar{s}$

Hodnoty koeficientu  $k_u$ , kde  $n$  je počet měření

n	2	3	4	5	6	7	8	9	≥10
$t_r$	7,0	2,3	1,7	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1

Průběžný výsledek měření se udává s touto standardní nejistotou  $u_A$ .

### 9.2.2 Standardní nejistota typu B

Nejistoty typu B jednotlivých zdrojů  $Z_j$  se určí z níže uvedeného vztahu, kde  $\frac{1}{3}$  představuje maximální dovolenou chybu a parametr 0 má hodnotu podle zvoleného pravděpodobnostního rozdělení

$$u_{Bj} = \frac{\frac{1}{3} z_j}{0}$$

$u_{Betj}$  je nejistota plynoucí z vlivu použitých etalonových závaží

$0 = \sqrt{3}$  pro rovnoměrné rozdělení,

$0 = 2$  pro normální rozdělení

V našem případě použijeme rovnoměrné rozdělení.

Pokud je zatížení vyvozeno pomocí více závaží, výsledná nejistota  $u_{Bet}$  je dána jako prostý součet nejistot jednotlivých zátěží (etalonových závaží).

Nejistota od (schopnosti odečtu) nejmenšího dílku stupnice kalibrované váhy při nulové zátěži

$$u_{Bd0} = \frac{d_0}{2 \cdot \sqrt{3}}$$

Nejistota od (schopnosti odečtu) nejmenšího dílku stupnice kalibrované váhy při j-té zátěži

$$u_{Bdj} = \frac{d_j}{2 \cdot \sqrt{3}}$$

Celková nejistota typu B:

Součtem druhých mocnin všech zdrojů nejistot typu B vypočteme standardní nejistotu typu B.

$$u_{Bj} = \sqrt{u_{Betj}^2 + u_{Bd0}^2 + u_{Bdj}^2 + u_{Bi}^2}$$

kde:

$u_{Bi}$  jsou případné další složky nejistot

Průběžný výsledek měření se udává s touto standardní nejistotou  $u_B$ .

### 9.2.3 Kombinovaná standardní nejistota

Součtem kvadrátů standardních nejistot typů A a B se dostane kvadrát kombinované standardní nejistoty  $u_C$ .

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

**Rozšířená standardní nejistota  $U$**  je dána vztahem:

$$U = k \cdot u_C,$$

kde  $k$  je koeficient rozšíření. Hodnota  $k$  se volí 2. Při normálním rozdělení pravděpodobnosti to znamená, že skutečná hodnota leží s pravděpodobností 95% v intervalu, vymezeném rozšířenou nejistotou.

---

### 9.3 PŘÍKLAD VÝPOČTU NEJISTOTY PRO HODNOTU 200 G

Nejistoty pro jednotlivé body stanovíme podle tabulky (příklad pro 200 g), kde  $\xi$  je konvergenční (převodní) koeficient pravděpodobnostního rozdělení

Zdroj	Hodnota	Jednotka	Citlivostní koeficient	Rozdělení	Koeficient $\xi$	Příspěvek k nejistotě
Etalon $u_{z1}$	200	g	1	Rovnoměrné	$\sqrt{3}$	0,0006
Rozlišení $u_{z0}$	0,00001	g	1	Rovnoměrné	$\sqrt{3}$	0,0000087
Rozlišení $u_{z1}$	0,0001	g	1	Rovnoměrné	$\sqrt{3}$	0,000087
Nejistota $u_A$	0,00002	g	1	Gaussovo	1	0,00002
Etalonová zátěž = 200 g						0,0006 g

$$U = k * u = 2 * 0,0006 = 0,0012 \text{ Rozšířená standardní nejistota } U = 0,0012 \text{ g}$$

**Vyjádření chyby:**

Jmenovité zatížení váhy	Průměr indikace zatěžování a odlehčování	Nejistota měření $U$
<b>200 g</b>	<b>200,0000 g</b>	<b><math>\pm 0,0012 \text{ g}</math></b>

## 10 Výsledky kalibrace

V průběhu kalibrace se naměřené hodnoty zapisují do pracovního listu. Na základě těchto údajů se vypracuje kalibrační list v souladu s PK laboratoře VFN.

## 11 Validace a péče o kalibrační postup

Tento kalibrační postup je validován při pravidelných mezilaboratorním porovnáváních zkoušek zpravidla pořádaných ČMI Brno.

Nejméně jednou za rok se kontroluje aktuálnost kalibračního postupu.

## 12 Přílohy

Příloha č. 1 Vzor kalibračního listu



Všeobecná fakultní nemocnice v Praze  
**Metrologické středisko**  
Na Bojišti 1, 128 00 Praha 2



List 1 / 2

## KALIBRAČNÍ LIST

číslo :

---

**Datum vystavení :** 00.01.1900

**Zadavatel :** 0  
0  
0

**Datum přijetí :** 00.01.1900

**Kalibrované měřidlo :** 0  
Výrobce : 0  
Typ : 0  
Výrobní číslo : 0  
Evidenční / inventární číslo : 0

Horní mez váživosti (Max) : g  
Hodnota skutečného dílku (d) : 10 g

**Použitý etalon :** Sada etalonového závaží  
Typ : Třída F1 dle OIML R 111-1: 2004  
Výrobní / identifikační číslo : 18529501  
Návaznost : KL č. : 1053-KL-30370-19; vydal : ČMI OI Praha

**Podmínky měření :**  
Teplota vzduchu : (21,7 ÷ 21,8) °C  
Rel. vlhkost vzduchu : (31,4 ÷ 31,5) %

**Metoda měření :** interní kalibrační postup KP-08-01

**Místo provedení zkoušky :** Všeobecná fakultní nemocnice v Praze  
Oddělení metrologie  
Na Bojišti 1, 128 00 Praha 2

---



Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

## Metrologické středisko

Na Bojišti 1, 128 00 Praha 2



List 2 / 2

Prokrácování kalibračního listu č. :

Naměřené a vypočtené hodnoty :

### 1. Zkouška excentricity

Pozice	Zkoušeno zátěží g	
	Indikace g	Odchylka g
střed	0	
vzadu vlevo	0	0
vzadu vpravo	0	0
vpředu vpravo	0	0
vpředu vlevo	0	0

### 2. Zkouška opakovatelnosti

Číslo měření	Zátěž 2000 g Indikace g	Zátěž 5000 g Indikace g
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0

### 3. Zkouška vážení

Číslo měření	Jmenovité zatížení g	Indikace g	Chyba indikace g	Rozšířená nejistota g
1	...	...	...	...
2	...	...	...	...
3	...	...	...	...
4	...	...	...	...
5	...	...	...	...
6	...	...	...	...
7	...	...	...	...
8	...	...	...	...
9	...	...	...	...
10	...	...	...	...

Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření  $k=2$ , což

Poznámka :

Kalibroval : 0  
technik metrolog

Dne : 00.01.1900

Schválil : Ing. Jiří Pařík  
vedoucí MS

----- konec kalibračního listu -----

Naměřené výsledky se vztahují pouze ke dni a místu, v kterém byla kalibrace provedena. Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu stran.