	České kalibrační sdružení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 1 z 14 Počet příloh: 3
---	------------------------------	------------------------------	-------------------------------------

## PLÁN STANDARDIZACE – PROGRAM ROZVOJE METROLOGIE 2015

### ZPRÁVA PRO ZÁVĚREČNOU OPONENTURU

**Číslo úkolu:** VII/12/15

**Název úkolu:** Zpracování metodiky zkoušek pro kalibraci vybraných kategorií vah s automatickou činností a vyjadřování nejistoty měření při těchto kalibracích

**ZADAVATEL:** ČESKÁ REPUBLIKA – ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI,  
METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ, ORGANIZAČNÍ SLOŽKA STÁTU


**ŘEŠITEL:** ČESKÉ KALIBRAČNÍ SDRUŽENÍ, SLOVINSKÁ 47, 612 00 BRNO

**VYPRACOVAL:** JAN STŘELEČEK

**SCHVÁLIL:** ING. JIŘÍ KAZDA

**DATUM:** 16.11.2015

**ROZDĚLOVNÍK:** 2X ÚNMZ, 1X ŘEŠITEL, 2 X OPONENTI

	České kalibrační sdužení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 2 z 14 Počet příloh: 3
---	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------------

## Obsah

č. kapitoly	Název kapitoly	Strana
1	Úvod do problematiky	2
2	Cíl úkolu	3
3	Postup řešení	3
3.1	Návrh praktických měření na vybraných kategoriích AWI	3
3.1.1	Automatické dávkovací váhy	3
3.1.2	Automatické váhy pro vážení silničních vozidel	4
3.1.3	Automatické kontinuální součtové váhy	4
3.2	Provedení měření	5
3.3	Analýza nejistot pro vyhodnocení měření	5
3.4	Zpracování metodiky	13
4	Závěr	13
	Seznam příloh	13

## Resumé


V ČR dosud nebyl vydán dokument, který by důsledněji řešil problematiku kalibrací a především vyjadřování nejistot u vah s automatickou činností a umožnil tak rozšíření portfolia akreditací kalibračních laboratoří. V rámci evropského programu EMRP byl takovýto projekt, který měl řešit problematiku kalibrací vah s automatickou činností v polovině roku 2015 navržen, ale má dlouhodobý charakter a má řešit pouze některé kategorie vah.

## 1 Úvod do problematiky

Zatímco v oblasti vah s neautomatickou činností je již široce na evropské úrovni používán Guide Euramet/cg-18, a to jak kalibračními laboratořemi, tak akreditačními službami, neexistuje v současné době dokumentovaná metoda pro vyjadřování nejistot měření při kalibracích vah s automatickou činností. Metrologická návaznost vah s automatickou činností není zajišťována v pravém slova smyslu kalibracemi.

V oblasti vah s automatickou činností zde existuje řada velmi podrobných mezinárodních doporučení OIML (OIML R50, R51, R61, R106, R107, R134), která však pokrývají pouze oblast legální metrologie respektive ověřování těchto měřidel. Tyto OIML dokumenty (kromě OIML R 134) jsou také deklarovány jako normativní dokumenty pro směrnici 2004/22/EC (MID).

Protože v této oblasti nejsou prozatím zavedeny metody kalibrací, je často běžnou praxí, že v závislosti na požadavku uživatelů provádí kalibrační laboratoře kalibrace těchto vah v

	České kalibrační sdružení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 3 z 14 Počet příloh: 3
---	------------------------------	------------------------------	-------------------------------------

statickém módu respektive módu vah s neautomatickou činností za účelem zajištění metrologické návaznosti. Toto však vůbec neodráží použití vah v praxi. Korektní metrologická návaznost pro potřeby průmyslu tak není bohužel tímto způsobem vůbec zajištěna.

## 2 Cíl úkolu

Cílem úkolu je vytvořit postup pro kalibraci vah s automatickou činností a stanovení pravidel pro vyjadřování nejistot měření, které budou ověřeny na praktických měřeních a umožnit těmito metodami zajištění korektní metrologickou návaznost. Úkol v tomto roce se týká vybraných kategorií vah, tak jak je patrné s kapitoly 3 níže.

## 3 Postup řešení

V rámci prezentování průběžných výsledků (pro účely dílčí oponentury) byly řešeny následující části.

Dílčí části úkolu:

- Návrh praktických měření na různých kategoriích AWI
- Provedení měření/kalibrací
- Analýza nejistot pro vyhodnocení měření

**V rámci prezentování závěrečných výsledků (pro účely závěrečné oponentury) byly dále řešeny části:**

- Provedení měření na kontinuálních součtových vahách (pásových vahách)
- Zpracování postupu kalibrace pro všechny vybrané kategorie vah

### 3.1 Návrh praktických měření na vybraných kategoriích AWI

Praktická měření byla provedena na následujících kategoriích vah:


- Automatické dávkovací váhy
- Automatické váhy pro vážení silničních vozidel (používané v kontrolovaných zónách)
- Automatické kontinuální součtové váhy (pásové váhy)

#### 3.1.1 Automatické dávkovací váhy

V této kategorii se pro měření použily váhy určené pro dávkování s vážicím rozsahem  $Max \leq 6000$  g s dynamickým módem.

Pro kontrolní měření se použily referenční vzorky/samostatné zátěže s následujícími nominálními hodnotami hmotnosti:

Vzorek	Nominální hodnota vzorku
--------	--------------------------

	České kalibrační sdružení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 4 z 14 Počet příloh: 3
---	---------------------------	------------------------------	-------------------------------------

1	230 g
2	450 g
3	1000 g
4	2000 g
5	2500 g

Na vybraných zátěžích se provedly série měření se soubory v rozsahu 10 měření pro jednu zátěž.

Pro určení referenčních hodnot použitých zátěží se použily kontrolní váhy s neautomatickou činností garantující následující metrologické charakteristiky:

Velikost dílku	Pro velikost vzorku
0,1 g	60 g až 1000 g
0,5 g	2000 g až 2500 g

Pro určení skutečné chyby kontrolní váhy s neautomatickou činností bylo použito etalonové závaží pokrývající nominální hodnoty vzorků ve třídě přesnosti OIML 111 F2.

*Měření je dokumentováno v Příloze 2 ke Zprávě.*

### 3.1.2 Automatické váhy pro vážení silničních vozidel

V této kategorii se pro měření použily váhy pro automatické vážení silničních vozidel – nápravové váhy, umístěné v kontrolované zóně a pracující za relativně pomalých rychlostí (do 15 km/hod).

Pro měření se použily dvě různá vozidla s pěti nápravami o různé celkové hmotnosti:

1. vozidlo  $\leq 37$  t
2. vozidlo  $\leq 25$  t

Pro určení referenčních hodnot sledovaných hmotností, kterými jsou: celková hmotnost a hmotnost na nápravu, se použily pro:


celkovou hmotnost:

- mostové váhy s neautomatickou činností s  $d \leq 20$  kg a  $Max \leq 40$  t

hmotnost na nápravu:

- přenosné váhy pro vážení silničních vozidel ve statickém režimu (Haenni)

Pro vyhodnocení byla provedena série 10 přejezdů určenými vozidly (10 přejezdů pro každé vozidlo).

	České kalibrační sdužení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 5 z 14 Počet příloh: 3
---	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------------

Měření je dokumentováno v Příloze 2 ke Zprávě.

### 3.1.3 Automatické kontinuální součtové váhy (pásové váhy)

V této kategorii byly pro měření zvoleny váhy třídy přesnosti 1 (dle OIM R50) s maximálním průtokem  $Q_{\max} \leq 50$  t/h a  $d \geq 1$  kg. Váhy byly kalibrovány jako váhy s jednou rychlostí pásu.

Pro kontrolní měření byly použity mostové váhy třídy III s hodnotou  $d \leq 10$  kg.

Postup zkoušky:

Při zkoušce vážení se nejprve provede zkouška přesnosti nuly a poté vlastní zkoušky vážení.

Označí se bod na stojícím pásu. Váhy se nastaví na nulu a vypne se automatické nastavení nuly. Zaznamená se indikace  $I_1$  s ohledem na bod označený na pásu (začátek zkoušky). Nezatížený pás se nechá běžet po dobu co nejbližší 3 minutám. Oběhy pásu musí být přitom kompletní. Zaznamená se indikace součtu  $I_2$  na konci zkoušky a určí se chyba (změna indikace nuly,  $I_2 - I_1$ )

Zkoušky vážení se provedou ve dvojicích, přičemž se použije prakticky stejný průtok, rychlost pásu a velikost zkušebního zatížení (z důvodu použití výsledků pro vyhodnocení opakovatelnosti), při následujících hodnotách průtoku:

- dvě dvojice (4x) zkoušek při maximální a minimální hodnotě průtoku (vyznačeno na štítku váhy)

jedna dvojice (2x) zkoušek při střední hodnotě průtoku nebo při 20% intervalu mezi maximálním a minimálním průtokem.

***Měření bylo provedeno v období v měsíci září 2015 a je dokumentováno v této Zprávě pro závěrečnou oponenturu v doplněné příloze č.2***

## 3.2 Provedení měření

Výsledky měření jsou dokumentovány v Příloze 2 Zprávy

## 3.3 Analýza nejistot pro vyhodnocení měření


### 3.3.1 Automatické dávkovací váhy matematický model a rozbor nejistot

Standardní nejistota jednotlivých hodnot

Obecná základní rovnice pro výpočet chyby u vah je

$$E = I - m_{\text{ref}}$$

kde  $I$  představuje hodnotu indikovanou vahami

	České kalibrační sdužení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 6 z 14 Počet příloh: 3
---	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------------

$m_{\text{ref}}$  představuje hodnotu referenčního zatížení

Variance jsou pak:

$$u^2(E) = u^2(I) + u^2(m_{\text{ref}})$$

V případě automatických dávkovacích vah je  $m_{\text{ref}}$  nahrazeno údajem kontrolní váhy a  $I$  průměrem hodnot získaným z řady měření zkušební zátěže o konstantní hodnotě.

$E$  pak představuje průměrnou chybu.

Tedy  $E = I - R_K$

kde  $R_K$  je údaj kontrolní váhy přičemž

$$R_K = I_K - E_K$$

kde  $E_K$  je chyba kontrolní váhy

čili

$$E = I - (I_K - E_K)$$

Variance jsou pak:

$$u^2(E) = u^2(I) + u^2(R_K)$$

kde  $u(I)$  je nejistota indikace

a

$u(U_K)$  je nejistota údaje kontrolní váhy

### Standardní nejistota indikace

$$I = I_L + \delta I_{\text{digL}} + \delta I_{\text{rep}} + \delta I_{\text{ecc}} - I_0 - \delta I_{\text{dig0}}$$


Všechny tyto korekce mají očekávanou hodnotu nula. Jejich standardní nejistoty jsou:

$\delta I_{\text{dig0}}$  odpovídá zaokrouhlovací chybě při nulovém zatížení. Hranice jsou  $\pm d_0/2$  nebo  $\pm d_T/2$  podle použití; předpokládá se rovnoměrné rozdělení, tudíž

$$u(\delta I_{\text{dig0}}) = d_0/(2\sqrt{3})$$

nebo

$$u(\delta I_{\text{dig0}}) = d_T/(2\sqrt{3})$$

	České kalibrační sdržení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 7 z 14 Počet příloh: 3
---	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------------

$\delta I_{\text{digL}}$  odpovídá zaokrouhlovací chybě indikace při zatížení. Hranice jsou  $\pm d_I/2$  nebo  $d_T/2$  podle použití; předpokládá se rovnoměrné rozdělení, tudíž

$$u(\delta I_{\text{digL}}) = d_I/(2\sqrt{3}),$$

nebo

$$u(\delta I_{\text{digL}}) = d_T/(2\sqrt{3}).$$

$\delta I_{\text{rep}}$  odpovídá chybě v důsledku nedokonalé opakovatelnosti; předpokládá se normální rozdělení, s odhadem

$$u(\delta I_{\text{rep}}) = s(I_j)$$

$\delta I_{\text{ecc}}$  odpovídá chybě způsobené excentrickým umístěním těžiště zkušebního zatížení při jeho pohybu po vážicí části vah. Tam kde tento účinek nelze zanedbat, lze jeho velikost odhadnout na základě těchto předpokladů:

Rozdíly jsou (při dané hodnotě rychlosti pásu) proporcionální vzdálenosti zatížení od středu nosiče zatížení a hodnotě zatížení;

$$\delta I_{\text{ecc}} \leq \{ |\Delta I_{\text{ecc}, i}|_{\max}/(L_{\text{ecc}}) \} I$$

Předpokládá se rovnoměrné rozdělení, takže standardní nejistota je

$$u(\delta I_{\text{ecc}}) = I |\Delta I_{\text{ecc}, i}|_{\max}/(L_{\text{ecc}}\sqrt{3})$$

nebo v relativní formě,

$$\hat{w}(I_{\text{ecc}}) = |\Delta I_{\text{ecc}, i}|_{\max}/(L_{\text{ecc}}\sqrt{3})$$

Standardní nejistota indikace se normálně získá

$$u^2(I) = d_0^2/12 + d_I^2/12 + s^2(I) + \hat{w}^2(I_{\text{ecc}}) I^2$$


### Standardní nejistota údaje kontrolních vah $u(R_K)$

$$u(R_K)^2 = u_{\text{opak}}^2 + u_{d0}^2 + u_{dI}^2 + u_{EI}^2$$

kde  $u(R_K)$  je rovno nejistotě vah při používání. Tedy nejistota údaje vah **UEI** pro dané zatížení (údaj je získán z kalibračního listu kontrolní váhy) je rozšířena o nejistotu její indikace.

### Kombinovaná standardní nejistota určení chyby indikace AWI

Standardní nejistota chyby indikace lze vyjádřit následovně:

	České kalibrační sdužení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 8 z 14 Počet příloh: 3
---	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------------

$$u(E_I)^2 = u_{\text{opak}}^2 + u_{\text{d0}}^2 + u_{\text{dI}}^2 + u_{\text{exc}}^2 + (u_{\text{opak}}^2 + u_{\text{d0}}^2 + u_{\text{dI}}^2 + u_{\text{EI}}^2)$$

kde položky v závorce představují nejistotu údaje kontrolní váhy.

### 3.3.2 Automatické váhy pro vážení silničních vozidel - matematický model a rozbor nejistot

#### Standardní nejistota jednotlivých hodnot

Obecná základní rovnice pro výpočet chyby u vah je

$$E = I - m_{\text{ref}}$$

kde  $I$  představuje hodnotu indikovanou vahami v příslušné entitě (celková hmotnost nebo zatížení na nápravu)

$m_{\text{ref}}$  představuje hodnotu referenčního zatížení

Variance jsou pak:

$$u^2(E) = u^2(I) + u^2(m_{\text{ref}})$$

V případě automatických vah je  $m_{\text{ref}}$  nahrazeno údajem kontrolní váhy.

$E$  pak představuje chybu vypočtenou z výše uvedených hodnot.

Tedy  $E = I - R_K$

kde  $R_K$  je údaj kontrolní váhy přičemž

$$R_K = I_K - E_K$$

kde  $E_K$  je chyba kontrolní váhy

čili

$$E = I - (I_K - E_K)$$


Variance jsou pak:

$$u^2(E) = u^2(I) + u^2(R_K)$$

kde  $u(I)$  je nejistota indikace

a



	České kalibrační sdružení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 9 z 14 Počet příloh: 3
---	---------------------------	------------------------------	-------------------------------------

$u(R_K)$  je nejistota údaje kontrolní váhy

### Standardní nejistota indikace

$$I = I_L + \delta I_{\text{digL}} + \delta I_{\text{rep}} - I_0 - \delta I_{\text{dig0}}$$

Pozn.: vzhledem k povaze vážení není korekce na excentrické zatížení uvažována.

Všechny tyto korekce mají očekávanou hodnotu nula. Jejich standardní nejistoty jsou:

$\delta I_{\text{dig0}}$  odpovídá zaokrouhlovací chybě při nulovém zatížení. Hranice jsou  $\pm d_0/2$  nebo  $\pm d_T/2$  podle použití; předpokládá se rovnoměrné rozdělení, tudíž

$$u(\delta I_{\text{dig0}}) = d_0/(2\sqrt{3})$$

nebo

$$u(\delta I_{\text{dig0}}) = d_T/(2\sqrt{3})$$

$\delta I_{\text{digL}}$  odpovídá zaokrouhlovací chybě indikace při zatížení. Hranice jsou  $\pm d_I/2$  nebo  $d_T/2$  podle použití; předpokládá se rovnoměrné rozdělení, tudíž

$$u(\delta I_{\text{digL}}) = d_I/(2\sqrt{3}),$$

nebo

$$u(\delta I_{\text{digL}}) = d_T/(2\sqrt{3}).$$

$\delta I_{\text{rep}}$  odpovídá chybě v důsledku nedokonalé opakovatelnosti; předpokládá se normální rozdělení, s odhadem

$$u(\delta I_{\text{rep}}) = s(I_j)$$


Výpočet směrodatné odchylky provede z řady vypočtených chyb pro každou entitu (celkovou hmotnost nebo zatížení na nápravu).

### Standardní nejistota údaje kontrolních vah $u(R_K)$

$$u(R_K)^2 = u_{\text{opak}}^2 + u_{d0}^2 + u_{dI}^2 + u_{EI}^2$$

kde  $u(R_K)$  je rovno nejistotě vah při používání. Tedy nejistota údaje vah **UEI** pro dané zatížení (údaj je získán z kalibračního listu kontrolní váhy) je rozšířena o nejistotu její indikace.

Údaj nejistoty váhy z kalibračního listu je platný pouze pro mostové váhy použité pro referenční celkové hmotnosti vozidla.

	České kalibrační sdružení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 10 z 14 Počet příloh: 3
---	---------------------------	------------------------------	--------------------------------------

Nejistotu kontrolních vah  $u(R_K)$  respektive vážení v případě získání referenčních hodnot zatížení na nápravu je nutno spočítat následujícími způsoby podle použitého způsobu vážení:

#### *Vážení po částech:*

Celková rozšířená nejistota se skládá z nejistoty vyjádřené pomocí největší dovolené chyby zařízení v provozu (přičemž se předpokládá rovnoměrné rozdělení) a nejistoty plynoucí z vnějších vlivů. Pro odhad hodnoty nejistoty z vnějších vlivů se použijí 1,5 % indikované hodnoty (předpokládá se rovnoměrné rozdělení).

Parametrem pro odhad nejistoty plynoucí z největší dovolené chyby zařízení ( $mpe$ ) je hodnota ověřovacího dílku a největší dovolená chyba podle typu a konstrukce zařízení pro dané zatížení.

Nejistota dílčího měření (např. zatížení na nápravě) se vyjádří následujícím způsobem:

$$u_n^2 = \left( \frac{mpe}{\sqrt{3}} \right)^2 + (0,015.I)^2$$

kde:  $mpe$  je největší dovolená chyba pro dané zatížení v provozu;

0,015 je hodnota plynoucí z nejistoty vnějších vlivů;

$I$  je indikace.

Jednotlivé výsledky měření se považují v tomto případě za korelované veličiny (korelační koeficient:  $r = 1$ ) a při sčítání nejistot jednotlivých náprav pro vyjádření nejistoty celkové hmotnosti se jednotlivé nejistoty sčítají následujícím způsobem:

$$u_C = u_1 + u_2 + \dots + u_n$$

Pro určení hodnoty rozšířené nejistoty se použije koeficient rozšíření  $k = 2$ .

$$U = 2.u_C$$

#### *Vážení vozidla naráz*

Celková rozšířená nejistota se skládá z nejistoty vyjádřené pomocí největší dovolené chyby zařízení v provozu (přičemž se předpokládá rovnoměrné rozdělení) a nejistoty plynoucí z vnějších vlivů. Pro odhad hodnoty nejistoty z vnějších vlivů se použijí 1,5 % indikované hodnoty (předpokládá se rovnoměrné rozdělení).

Parametrem pro odhad nejistoty plynoucí z největší dovolené chyby zařízení ( $mpe$ ) je hodnota ověřovacího dílku a největší dovolená chyba podle typu a konstrukce vah pro dané zatížení.

Nejistota dílčího měření (např. zatížení na nápravě) se vyjádří následujícím způsobem:


$$u_n^2 = \left( \frac{mpe}{\sqrt{3}} \right)^2 + (0,015.I)^2$$

kde:  $mpe$  je největší dovolená chyba pro dané zatížení v provozu;

0,015 je hodnota plynoucí z nejistoty vnějších vlivů;

$I$  je indikace.

Jednotlivé výsledky měření se považují v tomto případě za nekorelované veličiny a při sčítání

	České kalibrační sdužení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 11 z 14 Počet příloh: 3
---	-----------------------------	------------------------------	--------------------------------------

nejistot jednotlivých náprav pro vyjádření nejistoty celkové hmotnosti se jednotlivé nejistoty sčítají následujícím způsobem:

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_n^2$$

Pro určení hodnoty rozšířené nejistoty se použije koeficient rozšíření  $k = 2$ .

$$U = 2 \cdot u_c$$

### Kombinovaná standardní nejistota určení chyby indikace AWI

Standardní nejistota chyby indikace lze vyjádřit následovně:

$$u(E_I)^2 = u_{\text{opak}}^2 + u_{\text{d0}}^2 + u_{\text{dI}}^2 + (u_{\text{opak}}^2 + u_{\text{d0}}^2 + u_{\text{dI}}^2 + u_{\text{EI}}^2 + u(m_T)^2)$$

kde položky v závorce představují nejistotu údaje kontrolní váhy.

### 3.3.3 Automatické kontinuální součtové váhy (pásové váhy)

#### Standardní nejistota jednotlivých hodnot

Obecná základní rovnice pro výpočet chyby u vah je

$$E = I - m_{\text{ref}}$$

kde  $I$  představuje hodnotu indikovanou vahami

$m_{\text{ref}}$  představuje hodnotu referenčního zatížení

Variance jsou pak:

$$u^2(E) = u^2(I) + u^2(m_{\text{ref}})$$

V případě automatických kontinuálních součtových vah je  $m_{\text{ref}}$  nahrazeno údajem kontrolní váhy a  $I$  představuje hodnotu sečtené zátěže ve vážicím cyklu.

$E$  pak představuje chybu vypočtenou z výše uvedených hodnot.


Tedy  $E = I - R_K$

kde  $R_K$  je údaj kontrolní váhy přičemž

$$R_K = I_K - E_K$$

kde  $E_K$  je chyba kontrolní váhy

čili

	České kalibrační sdrůžení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 12 z 14 Počet příloh: 3
---	------------------------------	------------------------------	--------------------------------------

$$E = I - (I_K - E_K)$$

Variance jsou pak:

$$u^2(E) = u^2(I) + u^2(U_K)$$

kde  $u(I)$  je nejistota indikace

a

$u(R_K)$  je nejistota údaje kontrolní váhy

### Standardní nejistota indikace

$$I = I_L + \delta I_{\text{digL}} + \delta I_{\text{rep}} - I_0 - \delta I_{\text{dig0}}$$

Pozn.: vzhledem k povaze vážení není korekce na excentrické zatížení uvažována.

Všechny tyto korekce mají očekávanou hodnotu nula. Jejich standardní nejistoty jsou:

$\delta I_{\text{dig0}}$  odpovídá zaokrouhlovací chybě při nulovém zatížení. Hranice jsou  $\pm d_0/2$  nebo  $\pm d_T/2$  podle použití; předpokládá se rovnoměrné rozdělení, tudíž

$$u(\delta I_{\text{dig0}}) = d_0/(2\sqrt{3})$$

nebo

$$u(\delta I_{\text{dig0}}) = d_T/(2\sqrt{3})$$

$\delta I_{\text{digL}}$  odpovídá zaokrouhlovací chybě indikace při zatížení. Hranice jsou  $\pm d_V/2$  nebo  $d_T/2$  podle použití; předpokládá se rovnoměrné rozdělení, tudíž

$$u(\delta I_{\text{digL}}) = d_V/(2\sqrt{3}),$$

nebo


$$u(\delta I_{\text{digL}}) = d_T/(2\sqrt{3}).$$

$\delta I_{\text{rep}}$  odpovídá chybě v důsledku nedokonalé opakovatelnosti; předpokládá se normální rozdělení, s odhadem

$$u(\delta I_{\text{rep}}) = s(I_j)$$

Výpočet směrodatné odchylky provede z řady vypočtených chyb při zkoušce vážení a při zohlednění chyby na nule získané při zkoušce přesnosti nuly.

### Standardní nejistota údaje kontrolních vah $u(R_K)$

	České kalibrační sdružení	Slovinská 47, 612 00 Brno	Strana č. 13 z 14 Počet příloh: 3
---	------------------------------	------------------------------	--------------------------------------

$$u(R_K)^2 = u_{\text{opak}}^2 + u_{\text{d0}}^2 + u_{\text{dI}}^2 + u_{\text{EI}}^2$$

kde  $u(R_K)$  je rovno nejistotě vah při používání. Tedy nejistota údaje vah  $u_{\text{EI}}$  pro dané zatížení (údaj je získán z kalibračního listu kontrolní váhy) je rozšířena o nejistotu její indikace.

### Kombinovaná standardní nejistota určení chyby indikace AWI

Standardní nejistota chyby indikace lze vyjádřit následovně:

$$u(E_i)^2 = u_{\text{opak}}^2 + u_{\text{d0}}^2 + u_{\text{dI}}^2 + (u_{\text{opak}}^2 + u_{\text{d0}}^2 + u_{\text{dI}}^2 + u_{\text{EI}}^2)$$

kde položky v závorce představují nejistotu údaje kontrolní váhy.

### 3.4 Zpracování metodiky

Postup pro kalibraci vybraných kategorií vah s automatickou činností je prezentován v příloze č. 3, této Zprávy.

## 4. Závěr

Výsledky řešení budou publikovány na www stránkách ČKS. Přínosem bude možnost rozšíření oblasti akreditace na váhy s automatickou činností. Akreditované kalibrační laboratoře tak budou moci rozšířit portfolio svých služeb o kalibrace vah s automatickou činností.

Přínos pro uživatele vah s automatickou činností – důvěryhodnost provedených kalibrací akreditovaným kalibračním postupem.

Řešení části úkolu může přispět při orientaci, jakých přesností vážicí zařízení s automatickou činností používaná výrobci různých produktů ve skutečnosti dosahují. Dílčí část řešení může přispět k vyjasnění, jakých přesností se v praxi dosahuje při kontrole silničních vozidel.

Řešení úkolu obecně přispěje k harmonizaci postupů kalibrací vah a vážicích zařízení.

Řešení bude přínosné i pro akreditační orgány v této oblasti.

Přílohy:      Metodika kalibrací vah s automatickou činností a vyjadřování nejistot při těchto kalibracích  
                   č. 1 Plánovací list úkolu  
                   č. 2 Záznamy z měření  
                   č. 3 Praktické příklady kalibrací AWI a příklady kalibračních listů