	České kalibrační sdružení, z.s.	Slovinská 47, 612 00 Brno	Počet stran: 13
---	------------------------------------	------------------------------	-----------------

Návod pro použití software pro kalibraci elektronických vah s neautomatickou činností

VYPRACOVÁNÍ SOFTWARE BYLO FINANCOVÁNO V RÁMCI
PROGRAM ROZVOJE METROLOGIE 2018

Číslo úkolu: VII/18/18


Zadavatel: Česká republika – Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví,
organizační složka státu

Řešitel: České kalibrační sdružení, z.s.

Neprodejné


Tento návod spolu s programem vytvořeným pro kalibraci elektronických vah s neautomatickou činností v editoru Excel je k dispozici k volnému využití, nesmí však být využit ke komerčním účelům. Zveřejnění na stránkách ČKS bylo schváleno odborem metrologie ÚNMZ.

Datum: listopad 2018

	České kalibrační sdružení, z.s.	Slovinská 47, 612 00 Brno	Počet stran: 13
---	------------------------------------	------------------------------	-----------------

Obsah:

1	Úvod - popis programu	3
2	Obsluha programu	3
2.1	Spuštění programu	3
2.2	Zadávání údajů do jednotlivých rámečků	4
2.3	Zkouška opakovatelnosti	7
2.4	Zkouška při excentrickém zatížení	7
2.5	Zkouška pro určení chyb indikací	8
2.6	Archivace	9
3	Nejistoty při používání	10
4	Výstupní data	11
5	Výpočty prováděné v tabulce „Zkouška pro určení chyb indikací“	11
6	Databáze etalonových závaží	12

	České kalibrační sdružení, z.s.	Slovinská 47, 612 00 Brno	Počet stran: 13
---	------------------------------------	------------------------------	-----------------

1 Úvod – popis programu

„**Kalibrace vah.xlsb**“ je nástroj zpracovaný v tabulkovém procesoru Excel 2016. Slouží pro zpracování výsledků při kalibraci vah s neautomatickou činností, včetně nejistot měření.

Výstupem je „**Záznam o měření**“, který splňuje požadavky normy ČSN EN ISO/IEC 17025 na záznamy o měření.

Na listu sešitu, označeném „**Nejistota při užívání**“ je vyhodnocena nejistota měření při používání váhy.

Na listu označeném „**Výstupní data**“ jsou k dispozici data, která je možné použít pro automatizované zpracování kalibračního listu podle požadavků ČSN EN ISO/IEC 17025.

Listy „**Nejistota při užívání**“ a „**Výstupní data**“ jsou aktivovány až po archivaci.

Součástí je i samostatný soubor, označený „**Zak.xlsb**“, který je třeba umístit do stejného adresáře jako soubor „**Kalibrace vah.xlsb**“. Název „**Kalibrace vah.xlsb**“ je možné měnit, ale název souboru „**Zak.xlsb**“, který slouží jako databáze zákazníků, je třeba zachovat.

2. Obsluha programu

2.1 Spuštění programu

Po spuštění souboru „**Kalibrace vah**“ zvolíme list „**Záznam o měření**“.

Na tomto listu jsou čtyři interaktivní tlačítka:

- **VSTUPY** – Tlačítko slouží k zadávání vstupních údajů, potřebných před vlastní kalibrací
- **MAZÁNÍ FORMULÁŘE** - Tlačítko slouží k vymazání hodnot z formulářů označených „**Zkouška při excentrickém zatížení**“, „**Zkouška opakovatelnosti**“ a „**Zkouška pro určení chyb indikací**“
- **TEST** - Program je každý den při prvním spuštění testován, jestli nedošlo ke změně některé z buněk, ve kterých jsou prováděny výpočty. Pokud ke změně došlo, dojde k automatické opravě. Pomocí tohoto tlačítka je možné tento test provést kdykoliv.
- **ARCHIVACE** - Pomocí tohoto tlačítka je provedené měření archivováno.

Kromě toho jsou na záznamu o měření barevně odlišená pole „**Poznámka**“, „**Teplota**“, „**Vlhkost**“, „**Počet míst pro odečet**“ a „**Počet míst pro nejistotu**“. Do těchto polí je možné před archivací zadávat požadované údaje.

Pro zadání vstupních údajů stiskneme tlačítko „**VSTUPY**“.

Po jeho stisknutí je vygenerován formulář „**Zadávání vstupních údajů**“, (obrázek číslo 1).

Obrázek číslo 1 – Zadávání vstupních údajů

Zadávání vstupních údajů ×

Číslo záznamu o měření <input type="text" value="xxx"/>		Datum kalibrace 29 . 9 . 2018 DNES		Kalibroval <input type="text"/>												
Zadavatel <input type="text"/> <input type="text"/>		Místo kalibrace Vlastní laboratoř														
		Specifikace místa kalibrace Vlastní prostory KL														
Kalibrované měřidlo Váha s neautomatickou činností		Výrobce Výrobce		Posun formuláře ▲ ▼												
Typ Typ	Výrobní číslo Výrobní číslo	Evidenční číslo Evidenční číslo														
Kalibrační postup Kalibrační postup																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Zadání rozlišení</td> <td>Rozsah 1</td> <td>Rozsah 2</td> <td>Rozsah 3</td> </tr> <tr> <td>Maximální váživost: [kg]</td> <td>130</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velikost dílku: [kg]</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Zadání rozlišení	Rozsah 1	Rozsah 2	Rozsah 3	Maximální váživost: [kg]	130			Velikost dílku: [kg]	1		
Zadání rozlišení	Rozsah 1	Rozsah 2	Rozsah 3													
Maximální váživost: [kg]	130															
Velikost dílku: [kg]	1															
		Jednotka odečtu kg	Indikace analogová	OK												

2.2 Zadávání údajů do jednotlivých rámečků

Číslo záznamu o měření


Zadáváme číslo záznamu o měření. Je povolena libovolná kombinace znaků. Pod tímto číslem bude záznam po stisknutí tlačítka „**ARCHIVACE**“ archivován ve stejném adresáři, ve kterém byl program spuštěn.

Datum kalibrace

Zadáváme datum kalibrace. Po stisknutí tlačítka „**DNES**“ je vygenerováno aktuální datum. Je možné zadávat nezávisle i do jednotlivých políček.

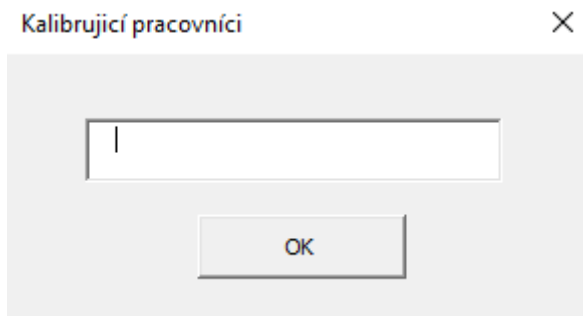
Kalibroval

Klepnutím na rozvinovací seznam zvolíme jméno kalibrujícího. Pokud chceme údaj aktualizovat, dvojklikem na zvolenou položku je vygenerován formulář pro změnu (při zadávání nového jména zvolíme prázdnou položku).

	České kalibrační sdružení, z.s.	Slovinská 47, 612 00 Brno	Počet stran: 13
---	------------------------------------	------------------------------	-----------------

Následně bude vygenerován formulář s názvem „**Kalibrující pracovníci**“ (obrázek číslo 2), kde provedeme požadovanou úpravu.

Obrázek číslo 2 – Zadávání kalibrujících pracovníků do databáze

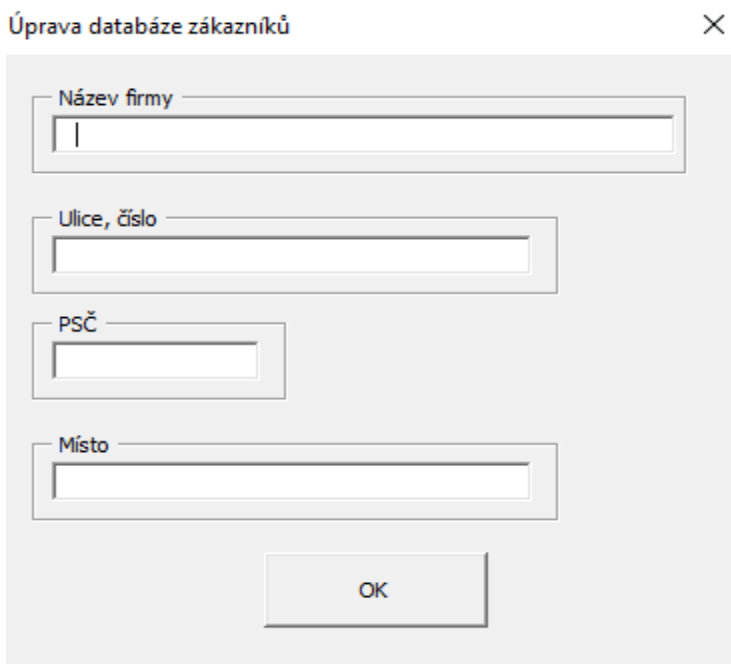



Zadavatel

Klikem na rozvinovací seznam zvolíme z databáze zadavatele. Úpravu databáze provedeme dvojklikem na zvolenou položku. Pro zadání nového zadavatele zvolíme prázdnou položku.

Následně bude vygenerován formulář s názvem „**Úprava databáze zákazníků**“ (obrázek číslo 3), kde provedeme požadovanou úpravu.

Obrázek číslo 3 – Úprava databáze zákazníků

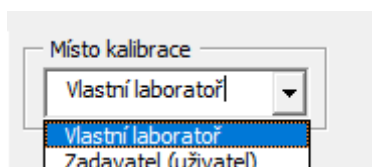


	České kalibrační sdružení, z.s.	Slovinská 47, 612 00 Brno	Počet stran: 13
---	------------------------------------	------------------------------	-----------------

Místo kalibrace

Zde po kliku na rozvinovací seznam zvolíme místo kalibrace (obrázek číslo 4).

Obrázek číslo 4 – Volba místa kalibrace



Specifikace místa kalibrace

Zde dle potřeby specifikujeme místo kalibrace.

Kalibrované měřidlo

Zde specifikujeme kalibrované měřidlo (např. „Váha s neautomatickou činností“).

Výrobce

Zde specifikujeme výrobce.

Typ

Zde specifikujeme typ váhy.

Výrobní číslo

Zde uvedeme výrobní číslo váhy.

Evidenční číslo

Zde uvedeme v případě potřeby evidenční číslo váhy.

Kalibrační postup

Zde specifikujeme použitý kalibrační postup.

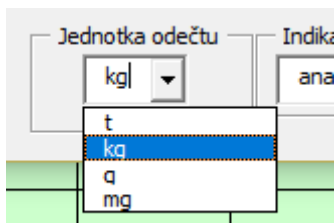
Zadání rozlišení

Zde zadáme velikost dílku v jednotlivých dílčích rozsazích.

Jednotka odečtu

Zde po kliknutí na rozvinovací seznam zvolíme jednotku odečtu (obrázek číslo 5).

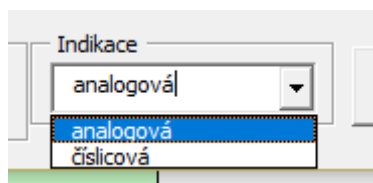
Obrázek číslo 5 – Volba jednotky



Indikace

Zde po kliknutí na rozvinovací seznam zvolíme druh indikace (obrázek číslo 6).

Obrázek číslo 6 – Volba způsobu indikace



Po zadání všech požadovaných údajů stiskneme tlačítko „OK“ a můžeme přistoupit k vlastní kalibraci.

2.3 Zkouška opakovatelnosti


Podle požadavků dokumentu „**Postup pro kalibraci elektronický vah s neautomatickou činností**“, **bod 3.4.1** provedeme zkoušku opakovatelnosti a hodnoty zaznamenáme do tabulky označené „**Zkouška opakovatelnosti**“, (obrázek číslo 7). Hodnoty zaznamenáváme do zeleně podbarvených buněk.

Obrázek číslo 7 – Tabulka pro zkoušku opakovatelnosti

Zkouška opakovatelnosti:										
Hodnota etalonu	1. vážení	2. vážení	3. vážení	4. vážení	5. vážení	6. vážení	7. vážení	8. vážení	9. vážení	10. vážení
kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg

2.4 Zkouška při excentrickém zatížení

Podle požadavků dokumentu „**Postup pro kalibraci elektronický vah s neautomatickou činností**“, **bod 3.4.2** provedeme zkoušku při excentrickém zatížení a hodnoty zaznamenáme do tabulky

	České kalibrační sdružení, z.s.	Slovinská 47, 612 00 Brno	Počet stran: 13
---	------------------------------------	------------------------------	-----------------

označené „**Zkouška při excentrickém zatížení**“, (obrázek číslo 8). Hodnoty zaznamenáváme do zeleně podbarvených buněk.

V případě, kdy se zkouška při excentrickém zatížení neprovádí, uvedenou tabulku nevyplňujeme.

Obrázek číslo 8 – Tabulka pro zkoušku při excentrickém zatížení

Zkouška při excentrickém zatížení:				
Hodnota etalonu	Sektor	Odečtená hodnota	Odchylka	Maximální odchylka
kg		kg	kg	kg
	1		-	
	2			
	3			
	4			
	5			

2.5 Zkouška pro určení chyb indikací

Tuto zkoušku je možné provádět až po vykonání předchozích dvou s výjimkou zkoušky při excentrickém zatížení u vah, kde se neprovádí. Pokud nebude postup dodržen, nezobrazí se výsledky.

Před vlastní zkouškou je potřeba mít závaží, která budou užita, zadána v listu „**Etalony**“, viz odstavec 6.

Před vlastní zkouškou je třeba z této databáze prostřednictvím rozvinovacího seznamu zvolit všechny sady, které budou při měření užity. Volba se provádí kliknutím na zvolenou sadu. Takto označená sada bude následně označena „+“. Při nové volbě a opětovém kliknutí na zvolenou sadu bude volba zrušena.

Obrázek číslo 9 – Volba sady závaží

Zkouška pro určení chyb indikací:			Zvolit sadu
Tára	Jmenovitá hodnota etalonu	Zátěž (m_n)	+ 1 až 5 kg 10 kg + 20 kg SEZ 005, 1 mg ÷ 2 kg, E2 01-02, 2 kg, M1 SEZ 002, 200 mg ÷ 10 kg, M1 SEZ 001, 500 g ÷ 10 kg, M1
kg	kg	kg	

Po zvolení všech potřebných sad je možné začít používat tabulku nazvanou „Zkouška pro určení chyb indikací“.

Do tabulky zadáváme hodnoty do zeleně podbarvených buněk. Po zadání do sloupce s názvem „Jmenovitá hodnota etalonu“ zadáme požadovanou hodnotu zátěže. Následně jsou ve sloupci „Použitá závaží“ automaticky vygenerována závaží, která je třeba při této zátěži ze zvolených sad použít. Ve sloupci označeném „Zátěž (m_n)“ je zobrazena skutečná hodnota použité zátěže. Po zaznamenání indikace je potom automaticky vypočítána chyba, rozšířená nejistota a koeficient

rozšíření k. K výpočtu je užito výsledků z předchozích zkoušek a údajů o závaží, zadaných na listu „Etalony“. Prováděné výpočty jsou popsány v odstavci 5.

Na jednu zátěž je možné pro automatické vyhledávání kombinací užít maximálně 20 závaží. Pokud je potřeba užít většího počtu, je třeba závaží seskupit a zadat ručním způsobem do listu „Etalony“ do tabulky číslo 1. V tomto případě neprobíhá automatický výpočet maximální dovolené chyby.

Obrázek číslo 10– Tabulka pro zkoušku určení chyb při indikaci

Zkouška pro určení chyb indikací:

Zvolit sadu ▼

Tára	Jmenovitá hodnota etalonu	Zátěž (m_n)	Indikace (I)	Chyba (E)	Rozšířená nejistota	Koeficient rozšíření k	Použitá závaží
kg	kg	kg	kg	kg	kg		

2.6 Archivace

Po ukončení měření stiskneme tlačítko „**ARCHIVACE**“. Soubor bude archivován ve stejném adresáři pod zadaným číslem záznamu o měření. V tomto archivním souboru budou všechny buňky uzamčeny, takže není již možné provádět změny. Navíc se zobrazí dvě nové záložky.

- „**Nejistota při užívání**“ – tento list slouží ke stanovení nejistoty při používání kalibrované váhy.

Návod k použití tohoto listu je popsán v odstavci 3.

- „**Výstupní data**“ – data uvedená na tomto listu je možné použít ke zpracování kalibračního listu.

Návod k použití tohoto listu je popsán v odstavci 4.

Po stisknutí tlačítka „**ARCHIVACE**“ se zobrazí formulář pro zadání hesla.


Obrázek číslo 11 – Zadávání hesla před archivací

HESLO
×

Zadej heslo:

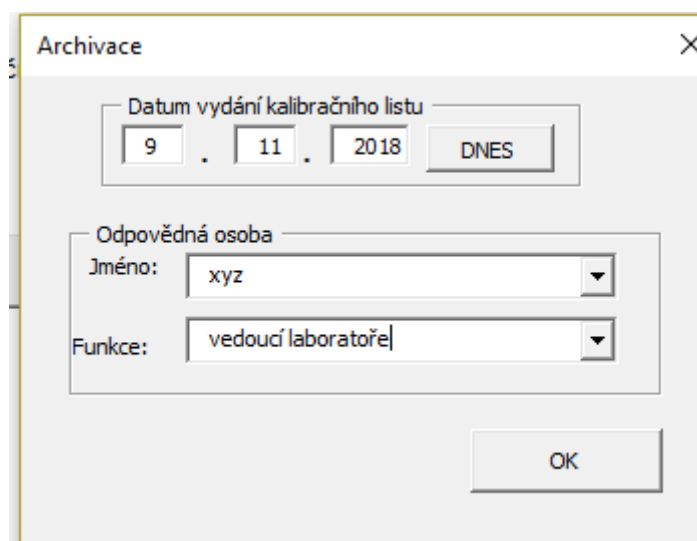
Změnit heslo

OK

	České kalibrační sdružení, z.s.	Slovinská 47, 612 00 Brno	Počet stran: 13
---	------------------------------------	------------------------------	-----------------

Heslo je nastavené na „1111“ a je možné ho změnit. Měla by ho znát pouze osoba, která provádí schválení. Za tím účelem bude vygenerován následující formulář.

Obrázek číslo 12 – Informace zadávané před archivací



Po stisknutí tlačítka „**DNES**“ je vygenerováno systémové datum. Jednotlivá čísla je možné zadávat i přímo do buněk.

Na rozvinovacích seznamech provedeme volbu odpovědné osoby a funkce. Údaje je možné aktualizovat po dvojkliku na zvolenou buňku. Při zvolení prázdné buňky je možné databázi doplnit, při zvolení již zadané buňky je možné údaje upravit.

Po stisknutí tlačítka „**OK**“ dojde k archivaci.


3 Nejistoty při používání

V listu „**Nejistota při užívání**“ je uvedena nejistota měření při používání váhy ($k = 2$). Vzorec reprezentuje očekávanou nejistotu měření a bere v úvahu odchylky indikace.

Do tabulky vstupních údajů je třeba zadat kolísání teploty při použití váhy.

Pokud je zadán teplotní koeficient, výpočet již nezávisí na volbě, zda váha byla certifikována podle ČSN EN 45501. Pokud koeficient není znám, je další výpočet touto volbou ovlivněn.

Výpočet je prováděn podle dokumentu „**Postup pro kalibraci elektronický vah s neautomatickou činností**“, bod 5.6.2.2.

	České kalibrační sdružení, z.s.	Slovinská 47, 612 00 Brno	Počet stran: 13
---	------------------------------------	------------------------------	-----------------

Obrázek číslo 13 – Výřez z listu „Nejistota při užívání“

Tabulka vstupních údajů

1	Teplotní koeficient váhy "TC" [K ⁻¹]	2,00E-06
2	Kolísání teploty při užívání [K]	2
3	Váha certifikována podle ČSN EN 45501	<input checked="" type="checkbox"/>

Rozsah (0 až 60) kg	Linearizovaná rovnice rozšířené nejistoty pro k = 2 $U = 0,00328 + 0,000176877736 \cdot R$
------------------------	---



Do následující tabulky je možné zadat hodnotu v procentech rozsahu a podle výše uvedené rovnice je vypočítána nejistota měření.

Zatížení		Rozšířená nejistota měření pro k = 2	
%	kg	kg	%

4 Výstupní data

Na listu s názvem „Výstupní data“ jsou k dispozici data z provedené kalibrace. Jednotlivé položky jsou popsány a odkazem na příslušnou buňku je možné je dále použít pro vytvoření kalibračního listu.


5 Výpočty prováděné v tabulce „Zkouška pro určení chyb indikací“

Buňky označené „Zátěž (m_n)“

V těchto buňkách je součet hmotností jednotlivých aplikovaných závaží. Pokud je v databázi „Etalony“ uvedena odchylka etalonového závaží, je vzata v úvahu a následně je tato skutečnost uvažována i při výpočtu nejistot.

Buňky označené „Chyba (E)“

V těchto buňkách je vypočítána chyba indikace jako rozdíl buněk

	České kalibrační sdružení, z.s.	Slovinská 47, 612 00 Brno	Počet stran: 13
---	------------------------------------	------------------------------	-----------------

Indikace (I) – Zátěž (m_n)

v uvedené jednotce.

Buňky označené „Rozšířená nejistota“

V těchto buňkách je vypočítána rozšířená nejistota kalibrace pro k , které je uvedeno ve sloupci označeném „**Koeficient rozšíření k** “.

Výpočet je prováděn podle dokumentu „**Postup pro kalibraci elektronický vah s neautomatickou činností**“, bod 4.7.

Při výpočtu je automaticky nastavena optimální varianta, pro kterou jsou zadána vstupní data.

Buňky označené „Koeficient rozšíření k “

V těchto buňkách je vypočítán „**Koeficient rozšíření k** “.

Výpočet je prováděn podle dokumentu „**Postup pro kalibraci elektronický vah s neautomatickou činností**“, bod 4.7.

6 Databáze etalonových závaží

Jak již bylo uvedeno před vlastním měřením je třeba mít zadány hodnoty etalonových závaží z kalibračních listů. Zadáváme je na listu „**Etalony**“, kam je možné zadat až 12 sad.

Do buňky „Identifikace sady“ zaznamenáme označení sady (podle tohoto označení se volí použitá sada na záznamu o měření).

Pro danou sadu je třeba zvolit z rozvinovacího seznamu třídu přesnosti této sady. Na základě této volby a po zadání jmenovité hmotnosti je automaticky vypočítána maximální dovolená chyba.

Rovněž je třeba zvolit jednotku jmenovité hmotnosti a jednotku pro zadávanou odchylku. Ta je potom shodná pro nejistotu a drift. Jednotka pro maximální dovolenou chybu je vždy „mg“.


Do sloupce „**Identifikace závaží**“ zadáváme identifikační označení jednotlivých závaží ze sady. Pokud jsou v sadě závaží o stejné hmotnosti, je třeba je odlišit. Toto označení je v záznamu o měření uvedeno buňce „**Použitá závaží**“.

Do sloupce „**Použitá závaží**“ zadáme jmenovitou hodnotu závaží ve zvolené jednotce.

Do sloupce „**Odchylka**“ zadáme odchylku z kalibračního listu ve zvolené jednotce. Pokud informaci nemáme, zůstane buňka prázdná.

Do sloupce „**Nejistota z KL**“ zadáme rozšířenou nejistotu z kalibračního listu ve zvolené jednotce. Pokud informaci nemáme, zůstane buňka prázdná.

Do sloupce „**Drift**“ zadáme hodnotu driftu závaží, kterou stanovíme z opakovaných kalibrací. Pokud informaci nemáme, zůstane buňka prázdná.

	České kalibrační sdružení, z.s.	Slovinská 47, 612 00 Brno	Počet stran: 13
---	------------------------------------	------------------------------	-----------------

Jak již bylo uvedeno v odstavci 2.5, na jednu zátěž je možné pro automatické vyhledávání kombinací užít maximálně 20 závaží. Pokud je potřeba užít většího počtu, je třeba závaží seskupit a zadat ručním způsobem do listu „Etalony“ do tabulky číslo 1. V tomto případě neprobíhá automatický výpočet maximální dovolené chyby.

Obrázek číslo 14 - Výřez z listu „Etalony“

1					
Identifikace sady:	5 až 20 kg			M1	
Identifikace závaží	Jmenovitá hmotnost kg	Odchylna mg	Nejistota z KL [mg]	Max. dovolená chyba [mg]	Drift [mg]
5	5			250	
10	10			500	
20-1	20			1000	
20-2	20			1000	
20-3	20			1000	