



České kalibrační  
sdružení, z.s.

Slovinská 47,  
612 00 Brno

Počet stran: 34

Počet příloh: 7

## **Metodika zkoušení/kalibrace přístrojů pro záznam teploty používaných při přepravách hluboce zmrazených potravin**

**VYPRACOVÁNÍ POSTUPU BYLO FINANCOVÁNO V RÁMCI PLÁNU STANDARDIZACE  
PROGRAM ROZVOJE METROLOGIE 2017**

**Číslo úkolu: VII/18/17**

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

**Řešitel: České kalibrační sdružení**

**Neprodejné – Postup je k dispozici k volnému využití, nesmí však být využit ke komerčním  
účelům. Zveřejnění na stránkách ČKS bylo schváleno odborem metrologie ÚNMZ**

**Datum: říjen 2017**



## Obsah:

|  |    |
|--|----|
| Předmluva: .....   | 3  |
| 1 Úvodní ustanovení.....   | 4  |
| 2 Požadavky na pracoviště .....  | 4  |
| 3 Požadavky na znalosti a dovednosti pracovníků .....                  | 5  |
| 4 Varianty provedení používaných záznamníků v procesu přepravy .....   | 5  |
| 5 Požadavky na vybavení pracoviště etalony a doplňkovým vybavením..... | 6  |
| 6 Největší dovolené chyby .....  | 7  |
| 7 Kontrola dodávky a příprava ke zkoušení/kalibraci .....              | 7  |
| 8 Postup zkoušení/kalibrace .....                                      | 9  |
| 8.1 Záznamová zařízení přenosná .....                                  | 9  |
| 8.2 Záznamová zařízení s interním snímačem (přenosná) .....            | 10 |
| 8.3 Záznamová zařízení s externím snímačem (přenosná) .....            | 10 |
| 8.4 Záznamová zařízení s externím snímačem (nepřenosná) .....          | 10 |
| 8.4.1 Měření teploty – Varianta 1 .....                                | 11 |
| 8.4.2 Měření teploty – Varianta 2 .....                                | 12 |
| 8.4.1 Měření teploty – Varianta 3 .....                                | 14 |
| 8.5 Záznam časového intervalu .....                                    | 15 |
| 9 Vyhodnocení zkoušení/kalibrace.....                                  | 16 |
| 9.1 Oblast teploty.....  | 16 |
| 9.2 Oblast času .....  | 19 |
| 10 Průvodní dokumentace .....  | 22 |

## Seznam příloh:

Příloha 1. Příklad etalonového zařízení

Příloha 2. Výpisy záznamu měřidla DataCOLD 300 – mrazící návěs


Příloha 3. Výpisy části záznamu etalonu teploty a času

Příloha 4. Ověření Pt 100 pro výpočet  $U_c$

Příloha 5. Vzor protokolu o zkoušce / kalibraci

Příloha 6. Vzorový příklad výpočtu nejistoty

Příloha 7. Přehledová tabulka variant zkoušení/kalibrace pro jednotlivé metrologické třídy

|   |                                    |                              |                                    |
|---|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | České kalibrační<br>sdružení, z.s. | Slovinská 47,<br>612 00 Brno | Počet stran: 34<br>Počet příloh: 7 |
|---|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|

## Předmluva:

Tato metodika vznikla jako reakce na neuspokojivý stav v České republice v naplňování „Nařízení komise (ES) č.37/2005 o sledování teplot v přepravních prostředcích, úložných a skladovacích prostorech pro hluboce zmrazené potraviny určené k lidské spotřebě“ a dále „Dohody o mezinárodních přepravách zkazitelných potravin a o specializovaných prostředcích určených pro tyto přepravy (ATP) Sb.m.s. č.32/2016“. Oběma citovanými předpisy jsou sezávněny normy ČSN EN 12830 „Přístroje pro záznam teploty při přepravě, skladování a distribuci zchlazených, zmrazených, hluboko zmrazených/rychle zmrazených potravin a zmrzliny - **Zkoušky, provedení, použitelnost**“, která stanovuje technické a funkční vlastnosti přístrojů pro záznam teploty vzduchu pro vybavení prostředků použitých pro přepravu zchlazených zmrazených a hluboce zmrazených/rychle zmrazených potravin a zmrzliny a ČSN EN 13486 „Přístroje pro záznam teploty při přepravě, skladování a distribuci zchlazených, zmrazených, hluboko zmrazených/rychle zmrazených potravin a zmrzliny – **Periodické ověřování**“. Povinnost dodržování výše uvedených norem se pak vztahuje na potraviny hluboce zmrazené, tzn. teploty - 18°C a nižší.

Cílem zpracované metodiky je poskytnutí informací, jak postupovat při zkouškách/kalibracích přístrojů pro záznam teploty při přepravě hluboce zmrazených potravin.

Metodiku je možné využít rovněž při zkouškách/kalibracích i v oblastech, které nejsou regulovány předpisy (chlazené potraviny, skladování potravin apod.)



## 1 Úvodní ustanovení

- a. Tato metodika se použije při provádění zkoušení/kalibrací přístrojů pro záznam teploty používaných při přepravě hluboko zmrazených/rychle zmrazených potravin a zmrzliny.
- b. Metodiku je možné aplikovat s určitými modifikacemi, rovněž pro zkoušení/kalibrací přístrojů pro záznam teploty používaných při skladování hluboko zmrazených, a zchlazených potravin a zmrzliny.
- c. Povinnost používání přístrojů pro záznam teploty a provádění zkoušek/kalibrací přístrojů pro záznam teploty vyplývá z:
  - Nařízení Komise (ES) č. 37/2005 ze dne 12. ledna 2005 o sledování teplot v přepravních prostředcích, úložných a skladovacích prostorech pro hluboce zmrazené potraviny určené k lidské spotřebě (čl. 2 a čl. 3 – obsahuje požadavek na provedení přístroje dle EN 12830 a požadavek na zkoušení přístroje dle EN 13486).
  - Dohody o mezinárodních přepravách zkazitelných potravin a o specializovaných prostředcích určených pro tyto přepravy (ATP), (dokument EHK OSN, publikována ve Sbírce mezinárodních smluv č.32/2016, celkem 52 signatářů – země EU + ostatní státy, Příloha 2, dodatek 1 obsahuje požadavek na provedení přístroje dle EN 12830 a požadavek na zkoušení přístroje dle EN 13486).

## 2 Požadavky na pracoviště

Pracoviště musí mít podrobný postup provozních metod, který uvádí posloupnost operací a shoduje se s operacemi při ověřování v souladu s EN 30012-1“ (citace čl. 5.5.1 ČSN EN 13486).

- Norma EN 30012-1 je do soustavy ČSN zapracována jako ČSN EN ISO 10012 „Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení“ (vydána Listopad 2003).
- Lze předpokládat, že kalibrační laboratoře akreditované dle ČSN EN ISO 17025 splňují požadavky dle ČSN EN ISO 10012 a tudíž z pohledu systému měření jsou schopné a oprávněné tyto zkoušky/kalibrace provádět.
- Další potencionálně možná pracoviště, přicházející v úvahu pro vykonávání zkoušek/kalibrací jsou ta, která mají zavedený systém dle ČSN EN ISO 9001.
- Ostatní subjekty, které chtějí provádět/provádějí zkoušky/kalibrace musí mít zavedený systém dle ČSN EN ISO 10012 a zákazník, zadávající kalibrace/zkoušky by se měl ve vlastním zájmu přesvědčit o způsobilosti tohoto pracoviště (zákaznický audit, specifikování požadavků zákazníka).



### 3 Požadavky na znalosti a dovednosti pracovníků

- Znalost a aplikace Nařízení komise (ES) č.37/2005 o sledování teplot v přepravních prostředcích, úložných a skladovacích prostorech pro hluboce zmrazené potraviny určené k lidské spotřebě“.
- Znalost a aplikace „Dohody o mezinárodních přepravách zkazitelných potravin a o specializovaných prostředcích určených pro tyto přepravy (ATP) Sb.m.s. č.32/2016“ v rozsahu regulace týkající se hluboce mrazených potravin (zejména Příloha 2, dodatek 1 MONITOROVÁNÍ TEPLIT VZDUCHU PŘI PŘEPRAVĚ HLUBOKO ZMRAZENÝCH POTRAVIN.
- Znalost normy ČSN EN 12830 „Přístroje pro záznam teploty při přepravě, skladování a distribuci zchlazených, zmrazených, hluboko zmrazených/rychle zmrazených potravin a zmrzlina - Zkoušky, provedení, použitelnost“.
- Znalost normy ČSN EN 13486 „Přístroje pro záznam teploty při přepravě, skladování a distribuci zchlazených, zmrazených, hluboko zmrazených/rychle zmrazených potravin a zmrzlina – Periodické ověřování“, aplikace normy na skutečné podmínky pracoviště provádějící zkoušky/kalibrace.
- Znalost právních předpisů o metrologii (zák. 505/1990 Sb. o metrologii v rozsahu nezbytném k provádění kalibrací pracovních měřidel nestanovených).
- Znalost TNI 01 0115 „Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM).
- Znalosti o vlastnostech měřidel a zařízeních používaných v procesu kalibrací, odbornou způsobilost k používání těchto měřidel a zařízení při kalibracích (viz např. ČSN EN ISO 10012).
- Znalosti a dovednost pro praktické provádění kalibrací, vyhodnocování naměřených hodnot (chyby měření, nejistoty měření a interpretování výsledků měření (shody se specifikací).

### 4 Varianty provedení používaných záznamníků v procesu přepravy

- a) Záznamová zařízení přenosná:
- Záznamový přístroj s interním snímačem.
  - Záznamový přístroj s externím snímačem.



b) Záznamová zařízení zabudovaná pevně ve vozidle nepřenosná:

- Snímač/snímače umístěn/y v chlazeném prostoru, vyhodnocovací jednotka umístěna mimo chlazený prostor.

Tyto typy záznamových zařízení lze rozdělit podle provedení umístění snímačů na:

- Snímače, které jsou konstrukčně provedeny tak, aby byly přístupné pro jejich umístění do vzduchové, případně kapalinové kalibrační pícky s rozsahem alespoň do  $-25^{\circ}\text{C}$  (chlazení Peltierovými články případně kompresorem). Někteří výrobci pícek tento parametr uvádějí ve formě např.  $50^{\circ}\text{C}$  pod teplotu okolí.
- Snímače, které jsou konstrukčně provedeny tak, že sice nejsou přístupné pro jejich umístění do termostatické vzduchové komory s Peltierovými články, avšak umožňují maximální tepelnou vazbu mezi snímačem a použitým etalonem („přidrátováním“).
- Snímače, které jsou konstrukčně provedeny tak, že nejsou přístupné; a není ani zřejmé, kde jsou umístěny (v které části chlazeného prostoru).

## 5 Požadavky na vybavení pracoviště etalony a doplňkovým vybavením

### Pro kalibraci teplot:

#### Etalonové zařízení

- Etalony (pracovní) použité pro kalibraci záznamníků třídy 0,5 musí mít maximální nejistotu kalibrace  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$
- Etalony (pracovní) použité pro kalibraci záznamníků třídy 1 musí mít maximální nejistotu kalibrace  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$
- Etalony (pracovní) použité pro kalibraci záznamníků třídy 2 musí mít maximální nejistotu kalibrace  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$

Nepřekročení těchto nejistot musí být ověřena 1x ročně kalibrací.



### Doplňkové zařízení

Vhodný termostat (píčka – suchá, kapalinová) nebo klimatizační komora v souladu s požadavky:

- Doplňkové zařízení třídy 0,5 musí mít maximální nejistotu kalibrace  $\pm 0,3$  °C
- Doplňkové zařízení třídy 1 musí mít maximální nejistotu kalibrace  $\pm 0,5$  °C
- Doplňkové zařízení třídy 2 musí mít maximální nejistotu kalibrace  $\pm 1$  °C

Doplňkové zařízení se ověřuje měřením stability a homogenity 1x za 5 let.

### **Pro kalibraci doby trvání záznamů času:**

- Etalonové (pracovní) zařízení na měření času s relativní chybou  $\leq 0,02$  %

## **6 Největší dovolené chyby**

### **Teplot (viz ČSN EN 12830 Tabulka 2 – Metrologické třídy):**

| Třída                   | 1             | 2           |
|-------------------------|---------------|-------------|
| Největší dovolené chyby | $\pm 1$ °C    | $\pm 2$ °C  |
| Rozlišitelnost          | $\leq 0,5$ °C | $\leq 1$ °C |


### **Relativní chyby času:**

- 0,2 % doby záznamu, když se datum nuluje do 31 dní
- 0,1 % doby záznamu včetně chyby data a času, když se datum vynuluje po 31 dnech

## **7 Kontrola dodávky a příprava ke zkoušení/kalibraci**

Podmínky pro přijetí přístrojů pro záznam teploty používaných v procesu přepravy hluboce zmrazených potravin ke zkouškám/kalibracím pracovištům provádějícím zkoušky/kalibrace.

- Zkoušena smí být měřidla obsahující Značení (viz čl. 7. ČSN EN 12830 čl. 8):

|   |                                    |                              |                                    |
|---|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | České kalibrační<br>sdružení, z.s. | Slovinská 47,<br>612 00 Brno | Počet stran: 34<br>Počet příloh: 7 |
|---|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|


- Odkaz na EN 12830
  - Název výrobce nebo obchodní značka
  - Individuální identifikace výrobku
  - Vhodnost pro přepravu (T)
  - Druh klimatického prostředí (B nebo D – viz Tabulka 3 EN 12830 ČSN)
  - Třídu přesnosti (1 nebo 2 viz Tabulka 2 EN 12830 ČSN)
- Typ záznamových přístrojů a metody použití:
    - Klimatické prostředí B: záznamové přístroj umístěný uvnitř nebo vně vozidla s externím snímačem
    - Klimatické prostředí D: záznamový přístroj umístěný uvnitř chladicího prostoru s interním nebo externím snímačem

Pokud záznamové zařízení není Značeno v souladu s výše uvedenými požadavky na značení, nemůže být deklarováno, že odpovídá ČSN EN 12830 a tedy nesmí být používáno pro přepravu hluboce zmrazených potravin. Zákazník musí být upozorněn na skutečnost, že jím předložený přístroj ke zkoušce/kalibraci nesmí používat při transportu hluboce zmrazených potravin.

*Zdůvodnění: V případě Značení Vhodnosti pro přepravu (T) je výrobce přístroje deklarována odolnost proti úderům a mechanickým vibracím. V případě Značení přístroje písmenem (S) - vhodnost pro skladování tyto odolnosti nebyly zkoušeny a nejsou výrobcem deklarovány.*

V případě, že záznamové zařízení nespĺňuje požadavky na označení záznamníku, pracoviště upozorní zákazníka na skutečnost, že z pohledu právních předpisů vztahujících se k transportu hluboce zmrazených potravin nelze takovýto záznamník považovat za „legální“ ve smyslu „Nařízení komise (ES) č.37/2005 o sledování teplot v přepravních prostředcích, úložných a skladovacích prostorech pro hluboce zmrazené potraviny určené k lidské spotřebě“ a „Dohody o mezinárodních přepravách zkazitelných potravin a o specializovaných prostředcích určených pro tyto přepravy (ATP) Sb.m.s. č.32/2016“ pro měření a sledování teplot při přepravách hluboce zmrazených potravin“ (-18°C a nižších).



|   |                                   |                              |                                    |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | České kalibrační<br>sdužení, z.s. | Slovinská 47,<br>612 00 Brno | Počet stran: 34<br>Počet příloh: 7 |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|

## 8 Postup zkoušení/kalibrace

### 8.1 Záznamová zařízení přenosná

Jako etalon je vhodné použít přímoukazující teploměr příslušné přesnosti, s možností online výstupu do počítače, případně s interní pamětí pro ukládání naměřených hodnot.

Zde je třeba ještě rozlišovat, jedná-li se o záznamník s displejem, ze kterého je možné odečítat zobrazovanou hodnotu **obr.1**, pak je možné porovnávat hodnoty zobrazované záznamníkem a etalonovým teploměrem přímo, či jedná-li se o tzv. černou skříňku, **obr.2**.

V tomto případě je nutné před umístěním do klimakomory nastavit správný čas, periodu záznamu a začátek záznamu. K tomu je třeba příslušný software, kterým toto lze provést a po ukončení měření i vyčíst naměřené hodnoty. U některých typů černých skříněk je možnost online přenosu měřených hodnot do počítače. V tomto případě je vhodné tuto možnost využít, abychom měli přehled o měřených hodnotách – ustálení.

Jako etalonový teploměr je vhodné v obou případech použít zařízení, které má možnost výstupu měřených hodnot do počítače, s možností zobrazení těchto hodnot do grafu. Periodu a začátek měření pak nastavíme stejnou jako u kalibrovaného záznamníku. Pokud máme grafický záznam teplot, je vhodné ho uvést i do kalibračního listu – může být i jako elektronická příloha.



**Obr. 1** Záznamník s displejem



**Obr. 2** Záznamník bez displeje

## 8.2 Záznamová zařízení s interním snímačem (přenosná)

Kalibrace je prováděna v laboratoři, kdy celé záznamové zařízení včetně etalonového snímače teploměru je umístěno v klimakomoře a to v bezprostřední blízkosti.

Vlastní teploměr (čidlo – většinou tenkovrstvý snímač Pt, Ni nebo NTC) bývá v záznamovém zařízení umístěn většinou v bezprostřední blízkosti krytu, který má otvory (mřížku) pro lepší přenos tepla – přes tyto otvory je snímač i vidět. Je tedy vhodné umístit etalonový teploměr co nejbližší k těmto otvorům. Začínáme od nejnižší teploty a postupujeme směrem nahoru – tedy (-20, 0, 10)°C. Je třeba vyčkat dostatečně dlouhou dobu na vyrovnání teplot, neboť vlastní záznamník má určitý objem, který je třeba dokonale teplotně stabilizovat. Navíc obsahuje elektroniku, která produkuje teplo. Zvláště důležité je ustálení u černých skříněk, kde nevidíme aktuální zobrazovanou teplotu.

## 8.3 Záznamová zařízení s externím snímačem (přenosná)

Z hlediska kalibrace je nejvhodnější variantou – zde může být dosaženo nejnižších nejistot - u dobrých laboratoří v řádech setin °C. Kalibrace je prováděna v laboratoři, kdy kalibrovaný teploměr je umístěn do kapalinového termostatu, případně kalibrační vzduchové pícky společně s etalonovým snímačem teploty. Pro 0°C je vhodné použít směs vody a ledu, pro ostatní teploty pak kapalinovou lázeň s olejovou či lihovou náplní. Při použití pícky je třeba zajistit dobrý přestup tepla a to buď použitím jímky s malou vzduchovou mezerou mezi stěnou a snímačem (do 0.5mm) nebo do jímky nalít teplosměnnou kapalinu (olej nebo líh).

## 8.4 Záznamová zařízení s externím snímačem (nepřenosná)

Záznamová zařízení zabudovaná pevně ve vozidle, snímač/snímače umístěny v chlazeném prostoru, vyhodnocovací jednotka umístěna mimo chlazený prostor **obr. 3**.





**Obr. 3** Záznamové zařízení vyhodnocovací jednotka umístěna mimo chlazený prostor.


#### 8.4.1 Měření teploty – Varianta 1

Snímače jsou konstrukčně provedeny tak, aby byly přístupné pro jejich umístění do vzduchové kalibrační pícky.

Toto je asi neoptimálnější varianta, kdy je možné dosáhnout malé nejistoty měření a zároveň není z hlediska konstrukce nikterak náročná. Stačí, aby bylo alespoň posledních 50 cm přívodního kabelu snímače umístěno v liště tak, aby se dal vyjmout do prostoru **obr. 4**.



**Obr. 4** Snímač umístěn do kalibrační pícky.

|   |                                   |                              |                                    |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | České kalibrační<br>sdržení, z.s. | Slovinská 47,<br>612 00 Brno | Počet stran: 34<br>Počet příloh: 7 |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|


Kalibrace je prováděna přímo v místě mrazícího prostoru, kdy kalibrovaný teploměr je umístěn do kalibrační vzduchové pícky společně s etalonem. Pro 0°C je vhodné použít směs vody a ledu. Při použití pícky je třeba zajistit dobrý přestup tepla a to buď použitím jímký s malou vzduchovou mezerou mezi stěnou a snímačem (do 0.5mm) nebo do jímký nalít teplosměnnou kapalinu (olej nebo líh). Vzhledem k tomu, že se jedná o kalibraci mimo stálé prostory, je potřeba dodržet okolní pracovní podmínky (teplota, vlhkost), pro provozování používaného zařízení (pícka, měřicí zařízení apod.).

#### 8.4.2 Měření teploty – Varianta 2

Snímače jsou konstrukčně provedeny tak, že sice není možné jejich umístění do vzduchové kalibrační pícky, avšak umožňují maximální tepelnou vazbu mezi snímačem a použitým etalonem („přidrátováním“). Je vhodné umístění snímačů přesně popsat do kalibračního listu, nejlépe rozměrovým náčrtem, případně ještě fotografií.

Poziční umístění je na **obr. 5**. V tomto případě je etalonový teploměr umístěn do bezprostřední blízkosti kalibrovaného snímače, nejlépe „přidrátováním“, **obr. 6**. Signál etalonového teploměru se vyvede pomocí vhodné kabeláže mimo mrazicí prostor (opět pozor na okolní pracovní podmínky). Pomocí chladicího agregátu se vychladí pracovní prostor na požadovanou teplotu - musí být v mezích  $\pm 5$  °C od teploty, při které se zařízení nejčastěji používá (např. pro hluboce zmrazené potraviny musí být v intervalu (-13 ÷ -23) °C. Po ustálení se provede odečet pro porovnání zobrazovaných hodnot. Vzhledem k tomu, že se měření provádí ve vzduchu a svůj vliv na teplotní stabilitu budou mít nejen rozdílné dynamické vlastnosti kalibrovaného snímače a etalonu (dané především rozdílným průměrem či délkou čidla) ale i regulace, je vhodné provádět měření po delší časový interval, ze kterého pak stanovíme průměrné hodnoty naměřených teplot, jak na kalibrovaném záznamníku, tak na etalonu a tím alespoň částečně snížíme vliv nestability na výslednou nejistotu.



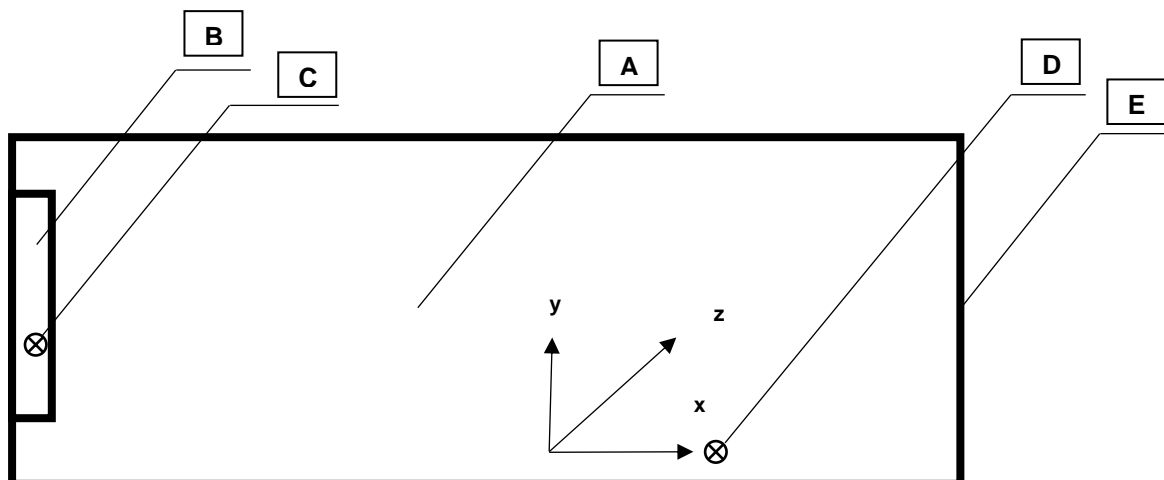
|   |                                 |                              |                                    |
|---|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | České kalibrační sdružení, z.s. | Slovinská 47,<br>612 00 Brno | Počet stran: 34<br>Počet příloh: 7 |
|---|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|



**Obr. 5** Poziční umístění senzoru v mrazícím prostoru.



**Obr. 6** Umístění etalonového snímače do bezprostřední blízkosti kalibrovaného snímače



Legenda:

|                      |
|----------------------|
| A - mrazící prostor  |
| B - chladicí agregát |
| C - snímač T1        |
| D - snímač T2        |
| E - vstupní dveře    |

| snímač T1: |            | snímač T2: |            |
|------------|------------|------------|------------|
| délka      | $x= 0,2$ m | délka      | $x= 7,6$ m |
| výška      | $y= 1,6$ m | výška      | $y= 2,2$ m |
| šířka      | $z= 1,2$ m | šířka      | $z= 0,0$ m |

Nulový bod os  $(x,y,z)$  pro stanovení polohy teplotního snímače je v levém spodním rohu mrazícího prostoru ve směru jízdy.

**Obr. 7** Umístění etalonového snímače do bezprostřední blízkosti kalibrovaného snímače

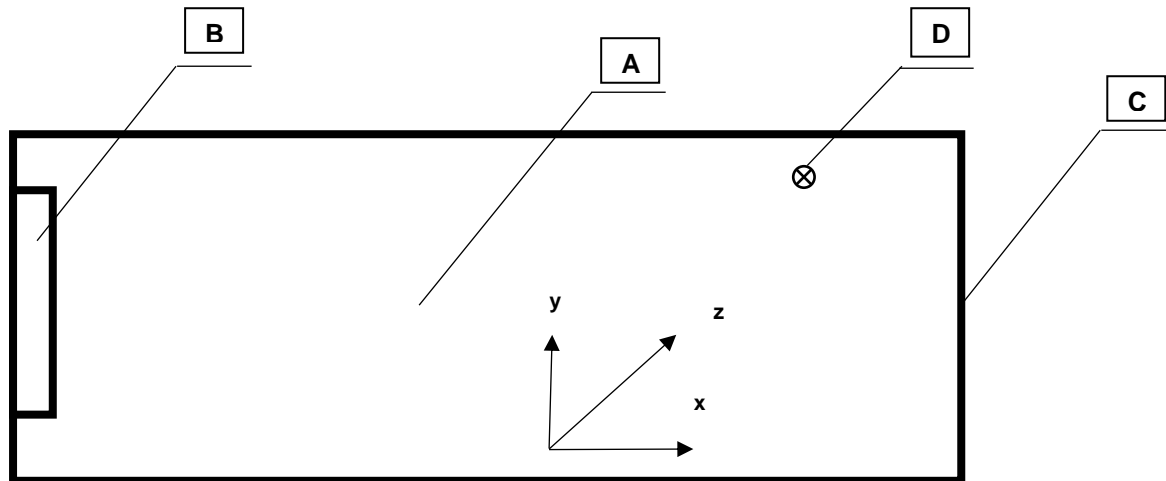
#### 8.4.1 Měření teploty – Varianta 3

Snímače jsou konstrukčně provedeny tak, že nejsou přístupné; a není ani zřejmé, kde jsou umístěny (v které části chlazeného prostoru).

Z hlediska kalibrace se jedná o nejnáročnější variantu umístění snímače. V tomto případě se jako nejvhodnější umístění etalonového teploměru jeví místo v horní části mrazícího prostoru **obr 8**. V každém případě je třeba toto umístění přesně popsat do kalibračního listu, nejlépe rozměrovým náčrtem, případně ještě fotografií.



Stejně jako v předchozím případě je nutná stabilizace, zde se ještě ve větší míře projeví vliv rozdílných dynamických vlastností kalibrovaného snímače a etalonového teploměru. Pokud je navíc ještě kalibrovaný teploměr zabudován někde ve stěně, nebo v chladicím agregátu, bude na změny teploty reagovat s podstatně větším zpožděním než etalon. Tomu je pak třeba přizpůsobit nejen dobu na ustálení, ale i na délku měření.



Legenda:

|                      |
|----------------------|
| A - mrazicí prostor  |
| B - chladicí agregát |
| C - vstupní dveře    |
| D - etalonový snímač |

| Etalonový teploměr:  |                              |
|--|------------------------------|
| délka  | $x = 8,2$ m (metr od dveří)  |
| výška  | $y = 2,0$ m (0.2m od stropu) |
| šířka  | $z = 1,6$ m (v podélné ose)  |
| Nulový bod os $(x,y,z)$ pro stanovení polohy teplotního snímače je v levém spodním rohu mrazicího prostoru ve směru jízdy. |                              |

**Obr. 8** Umístění etalonového snímače do mrazicího prostoru

## 8.5 Záznam časového intervalu

Záznam časového intervalu se provádí vzájemným porovnáním záznamu etalonu časového měřiče (elektronicky) s měřidlem (elektronickým nebo papírový výpisem). Může být proveden pomocí elektronických stopek anebo elektronickým záznamem. Před zahájení je nutné sesouhlasit etalonové „hodiny“ s hodinami záznamového měřidla. Tento záznam času jak



etalonu, tak měřidla je synchronizovaný se záznamem teplot a uložen do paměti. Záznam se vyexportuje do elektronické podoby (např. excel) k následnému vyhodnocení.

U kalibrovaných měřidel je z pravidla nejmenší krok intervalu záznamu a to 1 minuta.

Pro vyhodnocení jednominutového časového intervalu se použije doba záznamu min. 8 hodin.

V případě jiného intervalu záznamu u záznamového zařízení je doba pro vyhodnocení odpovídající v tabulce:

| Interval zápisu času dle<br>typu záznamového zařízení | Minimální potřebná doba běhu k ověření/kalibraci času<br>pro povolenou chybu podle ČSN EN 13486 čl. 6.2.3 |          |
|---|---|----------|
|   | pro 0,1%  | pro 0,2% |
| 1 sec.  | 26 min.   | 13 min.  |
| 2 sec.  | 52 min.   | 26 min.  |
| 1 min.  | 16 hod.   | 8 hod.   |
| 2 min.  | 32 hod.   | 16 hod.  |
| 15 min.   | 120 hod.  | 60 hod.  |
| 30 min.   | 480 hod.  | 240 hod. |

Povolená max. chyba:

- 0,2 % doby záznamu, když se datum nuluje do 31 dní
- 0,1 % doby záznamu včetně chyby data a času, když se datum vynuluje po 31 dnech

## 9 Vyhodnocení zkoušení/kalibrace


### 9.1 Oblast teploty

Vyhodnocení shody se specifikací přímoukazujícího teploměru (teplotní trasy):

$$\Delta_{sn} = (t_{sn} - t_{et}) + u_{c,k=2}$$

kde



|   |                                   |                              |                                    |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | České kalibrační<br>sdužení, z.s. | Slovinská 47,<br>612 00 Brno | Počet stran: 34<br>Počet příloh: 7 |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|

$\Delta_{sn}$  – chyba kalibrovaného teploměru zvětšená o nejistotu kalibrace. Pokud je tato hodnota menší nebo rovna povolené chybě (daná normou jako třída přesnosti), pak je možné konstatovat shodu naměřených hodnot s požadavkem normy.

$t_{sn}$  – hodnota naměřená na kalibrovaném teploměru

$t_{et}$  – hodnota stanovená etalonovým teploměrem

$u_{c,k=2}$  je standardní kombinovaná rozšířená nejistota (s koeficientem rozšíření 2)

Pro konstatování shody naměřených hodnot s parametry výrobce musí být hodnota  $\Delta_{sn}$  menší nebo rovna hodnotě, kterou výrobce povoluje. V oblasti kalibrací teploty platí ještě úzus, kdy by standardní kombinovaná rozšířená nejistota měření neměla být větší než 1/3 povolené chyby kalibrovaného teploměru. Pro třídu přesnosti 1 by tedy tato nejistota neměla být větší než 0.3°C, pro třídu přesnosti 2 by neměla být větší než 0.65°C.

### Vyhodnocení kombinovaných standardních nejistot:

Pro jednotlivé zkušební teploty se provede vyhodnocení kombinovaných standardních nejistot dle normativního předpisu EA 4/02 a v souladu s normativním předpisem TPM 0051-93. Při vyhodnocování nejistot se pracuje pouze s kombinovanou standardní nejistotou nerozšířenou. Výpočet se provádí ve °C. Kombinované nejistoty údaje etalonu podle ověřovacího listu etalonu jsou obvykle rozšířené koeficientem k=2. Vydělením rozšířené nejistoty tímto koeficientem se dostane hodnota standardní kombinované nejistoty pro k=1, se kterou se provádí výpočet nejistoty.


Výsledná standardní kombinovaná nejistota  $u_c$  se vypočte dle vztahu:

$$u_c^2 = u_e^2 + u_{ae}^2 + u_{ax}^2 + u_{mmx}^2 + u_{lstab}^2 + u_{lhom}^2 + u_{odve}^2 + u_{odvx}^2 + \sum_{i=1}^n u_i^2$$

$u_e$  - nejistota údaje etalonu dle kalibračního listu. Kombinované nejistoty údaje etalonu podle kalibračního listu etalonu jsou obvykle rozšířené koeficientem **k=2**. Vydělením rozšířené nejistoty tímto koeficientem dostaneme hodnotu standardní kombinované nejistoty pro **k=1** (normální rozdělení), se kterou se provádí výpočet nejistoty. Pokud je u etalonů známa jejich historie, je v této nejistotě započítán i vliv driftu (změna od poslední kalibrace). Při měření mimo laboratoř je pak třeba brát v úvahu jejich teplotní drift – závislost elektronické části teploměru na teplotě okolí. Tento parametr je většinou uváděn jako přírůstek chyby přístroje na 1°C.

*Příklad: Pracovní rozsah okolních teplot, při kterém je definována chyba elektronické části etalonového teploměru, je (0-40)°C. V rozsahu teplot (20-26)°C je základní chyba ±0.01°C. Měříme-li ovšem mimo laboratoř, je třeba v rozmezí teplot (0-20)°C a (26-40)°C ještě k této základní chybě připočítat na každý stupeň 0.001°C. Měříme-li tedy například při teplotě okolí 12°C musíme počítat s povolenou chybou 0.01+0.001\*8 = 0.018°C*

$u_{ae}$  - nejistota naměřených hodnot na etalonu (standardní nejistota typu A).

|   |                                    |                              |                                    |
|---|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | České kalibrační<br>sdrůžení, z.s. | Slovinská 47,<br>612 00 Brno | Počet stran: 34<br>Počet příloh: 7 |
|---|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|

$u_{ax}$  - nejistota naměřených hodnot na kalibr. snímači (standardní nejistota typu A).

- při n opakovaných měření veličiny x se získá n údajů:

$$x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$$

- nejistota naměřených hodnot odporu (nejistota typu A) je v tomto případě rovná výběrové směrodatné odchylce  $s_x$  výběrového průměru  $\bar{x}$ :

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

$$u_a = s_x = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Tento vztah platí pro  $n \geq 10$ . Při menším počtu měření než 10, je nutné hodnotu směrodatné odchylky  $s_x$  násobit koeficientem  $k_{Ua}$  uvedeným v následující tabulce:

| Počet měření | $k_{Ua}$ |
|--------------|----------|
| 2            | 7.0      |
| 3            | 2.3      |
| 4            | 1.7      |
| 5            | 1.4      |
| 6            | 1.3      |
| 7            | 1.3      |
| 8            | 1.2      |
| 9            | 1.2      |


- tyto koeficienty platí při použití koeficientu rozšíření  $k = 2$  (při výpočtu kombinované rozšířené standardní nejistoty  $u$ ) a vycházejí ze Studentova a normálního rozdělení - viz. TPM 0051- 93.

*Pozn. Naměřené hodnoty použité pro výpočet nejistoty typu A budou vždy ovlivněny i nejistotami typu B a to především stabilitou použitého termostatu případně stabilitou použitého měřícího zařízení.*

$u_{mmx}$  - nejistota odečtu hodnoty z kalibrovaného teploměru. Je dána rozlišením teploměru, většinou se bere 1/2 digitu až 1 digit.

$u_{Istab}$  - nejistota způsobená nestabilitou termostatu nebo kalibračního prostředí. Hodnota je dána jako rozdíl nejmenší a největší naměřené hodnoty na etalonu. Pro tuto hodnotu se uvažuje rovnoměrné (pravoúhlé) rozdělení ( $1/\sqrt{3}$ ).

Je-li měření prováděno mimo laboratoř, je třeba brát v úvahu, že regulace pícky je podobně, jako elektronická část etalonového teploměru, závislá na okolní teplotě. I zde výrobce definuje oblast pracovní teploty okolí, při kterých může být pícka provozována a při kterých je definována její přesnost – výkyvy teploty okolí nebo provozování pícky na hranicích teplot okolí může mít vliv na její stabilitu.

|   |                                   |                              |                                    |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | České kalibrační<br>sdržení, z.s. | Slovinská 47,<br>612 00 Brno | Počet stran: 34<br>Počet příloh: 7 |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|

$u_{\text{Ihom}}$  - nejistota způsobená vlivem nehomogenity termostatu či kalibračního prostředí.

U termostatů je dána parametry výrobce (ve °C) a potvrzena kontrolními měřeními. Při měřeních, kdy se porovnávají hodnoty teploměrů umístěných v prostoru je třeba tyto hodnoty odhadnout a to na základě typových měření např. dvěma etalony umístěnými v nějaké definované vzdálenosti od sebe. Pro tuto hodnotu se uvažuje rovnoměrné (pravoúhlé) rozdělení ( $1/\sqrt{3}$ ).

$u_{\text{odv}}$  - nejistota způsobená odvodem tepla z termostatu. Zde má největší vliv nedostatečný ponor teploměru. Za dostatečný ponor se považuje trojnásobek délky čidla u nižších teplot a pětinásobek délky čidla u teplot nad 300°C samozřejmě s přihlédnutím k průměru snímače. Se vzrůstajícím rozdílem teploty lázně a teploty okolí roste i odvod tepla. Hodnota se určuje odhadem dle konkrétního měření. Neuplatní se při porovnávání v prostoru, kdy jsou v něm umístěny oba teploměry celým objemem

$u_{\text{odvx}}$  - je pro kalibrovaný teploměr,  $u_{\text{odve}}$  je pro etalon. Pro tuto hodnotu se uvažuje rovnoměrné (pravoúhlé) rozdělení ( $1/\sqrt{3}$ )

Zkouška: Teploměr ponoříme do termostatu do určité hloubky tak, jak je popsáno v předešlém odstavci a po ustálení odečteme jeho hodnotu. Poté teploměr ponoříme asi o 10mm hlouběji. Pokud se hodnota nezmění, dá se nejistota způsobená odvodem tepla zanedbat (je nulová). Pokud se hodnota změní, dá se z velikosti tohoto rozdílu odhadnout nejistota způsobená odvodem tepla z termostatu.

$u_i$  - nejistoty způsobené dalšími vlivy a to zejména:

- nejistota plynoucí z početních operací
- nejistota způsobená rozdílnými časovými konstantami etalonu a zkoušených snímačů. Hodnota se určuje odhadem dle konkrétního měření.
- nejistota způsobená vlivem ohřevu etalonu protékajícím měřícím proudem.

## 9.2 Oblast času

Povolená relativní chyba měřidla času záznamového zařízení je uvedena v čl.6.

### Výpočet chyby časového údaje - $\delta$

Je-li čas indikovaný kalibrovaným měřidlem  $t_k$  a naměříme etalonovou hodnotu  $t_{kp}$ , pak absolutní chyba je

$$\Delta = t_k - t_{kp}$$



a relativní chyba

$$\Delta[\%] = \frac{\Delta}{t_{kp}} \cdot 100$$

Chyba časového údaje kalibrovaného měřidla  $\delta_x$  je rovna:

$$\Delta_x = \Delta_k - \Delta_e + \Delta_{reak} + \Delta_r$$

$\Delta_k$  - průměrná zjištěná odchylka určena zejména pro mechanické stopky s rozlišením horším než 0,05s a další měřidla s obdobnou nebo horší přesností.

$\Delta_e$  - chyba údaje etalonového časového měřicího zařízení (stopek)

$\Delta_{reak}$  - reakční doba (synchronizace časových údajů měřidla/etalonu) a obsluhy při spuštění a zastavení kal. měřidla (stopek)

$\Delta_r$  - rozlišovací schopnost kalibrovaného

#### Vyhodnocení kombinovaných standardních nejistot:

Ze série 10 měření se vypočítá nejistota  $u_A$  hodnoty odchylky časového údaje podle vztahu:

$$u_A = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (\delta_{x_i} - \bar{\delta}_x)^2}$$


n - počet měření (10)

$\delta_i$  - i-tá hodnota odchylky

$\bar{\delta}$  - průměrná odchylka z 10 měření

Nejistota zahrnuje i vliv rozdílu mezi odezvou tlačítka START/STOP různých typů stopek.

*Pozn.: Pro delší časové úseky, kdy se neprovádějí opakovaná měření, použijeme jako nejistotu typu A hodnotu vypočítanou pro kratší časy.*

|   |                                   |                              |                                    |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | České kalibrační<br>sdužení, z.s. | Slovinská 47,<br>612 00 Brno | Počet stran: 34<br>Počet příloh: 7 |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|

## Zdroje nejistot typu B

### *Nejistota etalonu*

$\delta_e$  - chyba údaje etalonového časového zařízení (stopek), je stanovena podle technické dokumentace. Předpokládáme rovnoměrné rozložení chyby  $\delta_f$ , proto standardní nejistota bude

$$u_{B1} = \delta_e / \sqrt{3} = 1 / \sqrt{3}$$

$\delta_f$  - chyba časové základny je uvedena v technické dokumentaci, která je zanedbatelná vzhledem k rozlišení kalibrovaného měřidla. Nestabilita generátoru je vzhledem k rozlišení kalibrovaného měřidla rovněž zanedbatelná.

$\delta_{\max}$  - Maximální  $\delta_{\max}$  chyba údaje stopek vyčteme z kalibračního listu. Při rovnoměrném rozložení je standardní nejistota

$$u_{B1} = \delta_{\max} * t_{\text{měř}} / \sqrt{3}$$

přičemž  $t_{\text{měř}}$  je měřený časový úsek.

$u_{ke}$  - nejistota kalibrace je uvedena v kalibračním listu příslušného etalonu.

$\delta_{rč}$  - rozlišovací schopnost etalonového časového zařízení

$\delta_{reak}$  - reakční doba obsluhy při ovládání. Vliv jednak rozdílné reakce levé a pravé ruky pracovníka provádějícího kalibraci. Tento rozdíl je při dobré koncentraci obsluhy maximálně 50 ms (dohromady při spuštění + zastavení). Vliv různé tuhosti tlačítek a jejich odezvy u různých typů stopek zahrnuje nejistota typu A

$$u_{B2} = \delta_{reak} / \sqrt{3}$$

$\delta_r$  - rozlišovací schopnost kalibrovaného měřidla. U digitálních měřidel je dána polovinou posledního zobrazovaného místa. Rozložení chyby je rovnoměrné, proto nejistota

$$u_{B3} = \delta_r / \sqrt{3}$$

Potom výsledná standardní nejistota typu B je:

$$u_B = \sqrt{(u_{B1})^2 + \left(\frac{\delta_{ke}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{rč}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{reak}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{\delta_r}{\sqrt{3}}\right)^2}$$



### Celková rozšířená nejistota $u_c$

Nyní lze v souladu s předpisem EA - 4/02 vyjádřit výslednou nejistotu pro koeficient rozšíření  $k = 2$ , tj. pravděpodobnost pokrytí 95 %:

$$u_{C(k=2)} = 2 \cdot \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

Pro zjištění odchylky relativní chyby záznamu se záznamové zařízení nastaví na jeho největší rychlost posuvu registračního papíru nebo na nejkratší záznamový interval. Skutečný čas se při zkušebním záznamu měří pomocí vhodných hodin s relativní chybou  $\leq 0,02$  % a tento se porovná s časem naměřeným záznamovým zařízením.

Volitelné etalonové zařízení pro čas je uveden v **příloze 1**.


Jestliže výrobce záznamového zařízení je vybaven prostředky pro stanovení chyby trvání záznamu v procentech pomocí speciálního zkušebního zařízení nebo postupu, pak se tento použije. Musí se postupovat podle doporučení výrobce a to bude uvedeno v protokolu o zkoušce/kalibraci.

## 10 Průvodní dokumentace

Ke každému kalibrovanému měřidlu je vydáván protokol o zkoušce/kalibrační list, pokud měřidlo nebylo vyřazeno ze zkoušek při vnější prohlídce (poškození, nefunkčnost atd.). V takovém případě je po dohodě a na požadavek zákazníka vydán doklad dle jeho potřeb.

Každý kalibrační list vydaný kalibrační laboratoří musí obsahovat nejméně:


- a) název "Protokol o zkoušce / kalibraci", když subjekt má akreditaci na postup uvede akreditační značka (logo) příslušného národního akreditačního orgánu;
- b) název a adresu subjektu / kalibrační laboratoře, která protokol o zkoušce/kalibrační list;
- c) jednoznačnou identifikaci protokolu o zkoušce/kalibraci (pořadovým číslem), každé strany a celkový počet stran protokolu (XXXXXXX);

|   |  |                                      |  |
|---|--|--------------------------------------|--|
|  | <p>České kalibrační<br/>sdružení, z.s.</p> | <p>Slovinská 47,<br/>612 00 Brno</p> | <p>Počet stran: 34<br/>Počet příloh: 7</p> |
|---|--|--------------------------------------|--|

- d) datum/data, kdy byla provedena zkouška/kalibrace a datum vydání protokolu o zkoušce/kalibraci;
- e) údaje o oprávnění, na jehož základě je protokol o zkoušce/kalibraci vydán;
- f) jméno a podpis technického vedoucího KL/subjektu nebo vedoucího KL/subjektu jako osoby odpovědné za obsah protokolu o zkoušce/kalibraci;
- g) prohlášení, že protokol o zkoušce / kalibraci nemůže být bez písemného schválení subjektu, který jej vydal, rozmnožován jinak než celý;
- h) vhodnou identifikaci zákazníka;
- i) jednoznačnou identifikaci měřidla, které bylo zkoušeno/kalibrováno;
- j) podmínky, které mají vliv na provádění zkoušky/kalibrace (týká se především okolního prostředí);
- k) identifikaci použitého kalibračního postupu (metody);
- l) prohlášení o návaznosti použitých etalonů a obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření;
- m) výsledky měření a s nimi spjatou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s danou metrologickou specifikací;
- n) jméno a podpis pracovníka, který měření provedl a datum měření.

Stanovená nejistota měření nesmí být menší než nejlepší schopnost měření, kterou deklaruje subjekt, provádějící zkoušení/kalibraci.

Prohlášení o shodě s danou metrologickou specifikací je jednoznačně identifikováno se kterými specifikacemi je měřidlo v souladu.

|   |  |                                      |  |
|---|--|--------------------------------------|--|
|  | <p>České kalibrační<br/>sdružení, z.s.</p> | <p>Slovinská 47,<br/>612 00 Brno</p> | <p>Počet stran: 34<br/>Počet příloh: 7</p> |
|---|--|--------------------------------------|--|

## Příloha 1. Příklad etalonového zařízení

### Měřicí zařízení (se záznamem) pro etalonový teploměr:

Ahlborn 710, 2690, 2590 ...;

Ametek Jofra DTI 1000 A/B, ASM 800 A/B, AOIP TM 6602 – všechny lze použít jako záznamník s pouze online přenosem dat do PC;

ASL (Wika): F100 (CTH7000) - lze použít jako záznamník s pouze online přenosem dat do PC;

Beamex MC6;

Dostmann: P795, P755-LOG;

Fluke (Hart): 1523, 1524;

Všichni tito výrobci jsou schopni dodat etalonový teploměr požadované přesnosti.

### Blokové kalibrační pícky:

Ametek Jofra: CTC 155, PTC 155, RTC 155, RTC 156

Beamex: FB150

Isotech: Venus 2140, Europa 6, Hyperion 936 – kovový blok i míchaná kapalinová lázeň

Fluke (Hart): 6102 – Micro- Bath, 9142, 9170

### Záznam času:

Digitální stopky: Casio, Olympia, Hanhart, Junso, Omega, ...

SW programu freeware „**program SP TimeSync**“ ze serveru **ntp2ufe**.

Systém synchronizace času dodávaným výrobcem záznamníku např. Testo





## Příloha 2. Výpisy záznamu měřidla DataCOLD 300 – mrazící návěs

Výpis numerických  
hodnot záznamu teplot  
a času (dva senzory)

Carrier DataCOLD 300  
EN12830 T B C1, ATP-MUC 11

04/08/2016 07:43  
Vzorkovanie dát: 30 min.  
tiketu o prep  
T1 Sensor 1  
T2 Sensor 2

To : 04/08/2016 07:43

| Time z | T1    | T2         |
|--------|-------|------------|
| Uyber  | -18,0 | -8,6       |
| Obnove | 07:02 | -17,8 -8,6 |
| Digita | 06:32 | -17,7 -8,7 |
| Graf h | 06:02 | -17,5 -8,7 |
| Graf d | 05:32 | -17,6 -8,7 |
| Graf m | 05:02 | -18,0 -8,7 |
| Menu u | 04:32 | -18,1 -8,8 |
| Nastav | 04:02 | -17,9 -8,8 |
| Interv | 03:32 | -17,6 -8,7 |
| Denny  | 02:32 | -18,0 -8,7 |
| Denne  | 02:00 | -18,0 -8,7 |
| Temp.  | 01:32 | -18,0 -8,7 |
| Date f | 01:02 | -17,7 -8,7 |
| Vzorko | 00:32 | -17,5 -8,6 |
| SPZ vo | 00:02 | -17,7 -8,5 |
| Text h |       |            |

04/08/2016

|       |       |      |
|-------|-------|------|
| 23:32 | -18,0 | -8,6 |
| 23:02 | -18,1 | -8,5 |
| 22:32 | -18,0 | -8,5 |
| 22:02 | -17,7 | -8,4 |
| 21:32 | -17,7 | -8,4 |
| 21:02 | -18,1 | -8,1 |
| 20:32 | -18,1 | -8,0 |
| 20:02 | -17,7 | -7,7 |
| 19:32 | -17,9 | -7,4 |
| 19:02 | -16,4 | -6,9 |
| 18:32 | -11,0 | -6,3 |
| 18:02 | -18,1 | -6,6 |
| 17:32 | -17,7 | -6,6 |
| 17:02 | -17,7 | -6,6 |
| 16:32 | -18,1 | -6,9 |
| 16:02 | -18,1 | -7,1 |
| 15:32 | -17,6 | -7,3 |
| 15:02 | -18,0 | -7,5 |
| 14:32 | -18,1 | -7,7 |
| 14:02 | -17,5 | -7,5 |
| 13:32 | -17,9 | -7,6 |
| 13:02 | -18,2 | -7,8 |
| 12:32 | -17,6 | -7,8 |
| 12:02 | -17,8 | -8,0 |
| 11:32 | -18,1 | -8,1 |
| 11:02 | -17,8 | -8,2 |
| 10:32 | -17,6 | -8,4 |
| 10:02 | -18,1 | -8,6 |
| 09:32 | -17,8 | -8,9 |
| 09:02 | -17,6 | -8,1 |
| 08:32 | -18,1 | -9,1 |
| 08:02 | -17,5 | -9,1 |
| 07:32 | -18,1 | -9,1 |
| 07:02 | -17,6 | -9,3 |
| 06:32 | -18,0 | -9,3 |
| 06:02 | -17,7 | -9,3 |
| 05:32 | -17,8 | -9,2 |
| 05:02 | -17,6 | -9,1 |
| 04:32 | -15,8 | -8,8 |
| 04:02 | -11,2 | -8,4 |
| 03:32 | -16,2 | -8,4 |
| 03:02 | -17,7 | -8,3 |
| 02:32 | -17,6 | -8,3 |
| 02:00 | -17,9 | -8,4 |
| 01:56 | -17,6 | -8,3 |
| 01:26 | -17,9 | -8,4 |
| 00:56 | -18,0 | -8,3 |
| 00:26 | -17,7 | -8,2 |

03/08/2016

|       |       |      |
|-------|-------|------|
| 23:56 | -17,7 | -8,2 |
| 23:26 | -18,0 | -8,2 |
| 22:56 | -17,9 | -8,1 |
| 22:26 | -17,5 | -8,0 |
| 21:56 | -17,6 | -7,8 |
| 21:26 | -17,8 | -7,6 |
| 20:56 | -17,9 | -7,4 |
| 20:26 | -17,9 | -7,2 |
| 19:56 | -17,8 | -6,9 |
| 19:26 | -17,4 | -6,6 |
| 18:56 | -17,6 | -6,4 |
| 18:26 | -18,1 | -6,3 |

Výpis numerických  
hodnot záznamu teplot  
a času (jeden senzor)

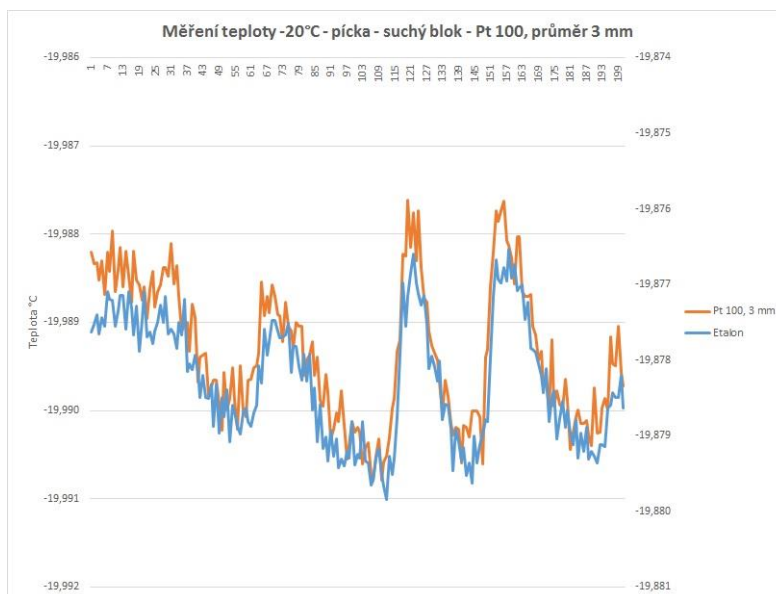




### Příloha 3. Výpisy části záznamu etalonu teploty a času (Fluke 1586A)

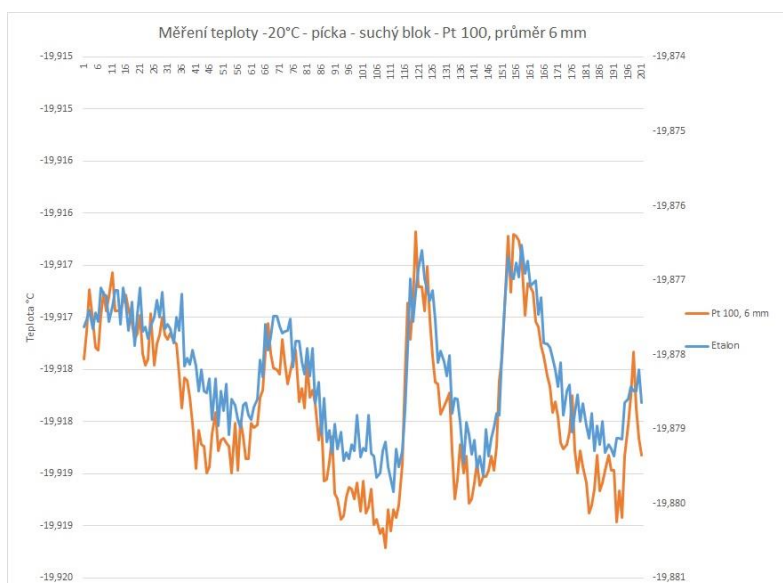
| Record # | Time                    | E<br>Ch 001 (C) | Alarm Output | Signature |
|----------|-------------------------|-----------------|--------------|-----------|
| 1        | 2017-08-04 13:02:30.093 | -18,368         | 0            | ZWBQS     |
| 2        | 2017-08-04 13:03:00.073 | -18,117         | 0            | CKJUN     |
| 3        | 2017-08-04 13:04:28.023 | -18,005         | 0            | MOKXQ     |
| 4        | 2017-08-04 13:04:48.053 | -18,971         | 0            | HWYRH     |
| 5        | 2017-08-04 13:05:18.013 | -18,971         | 0            | UXXMW     |
| 6        | 2017-08-04 13:05:38.063 | -18,989         | 0            | YXFAO     |
| 7        | 2017-08-04 13:05:58.053 | -18,019         | 0            | HDIRM     |
| 8        | 2017-08-04 13:06:18.043 | -18,048         | 0            | FaIVR     |
| 9        | 2017-08-04 13:06:38.063 | -18,075         | 0            | DCFbN     |
| 10       | 2017-08-04 13:06:58.023 | -18,101         | 0            | IZRBQ     |
| 11       | 2017-08-04 13:07:18.043 | -18,124         | 0            | RAVAD     |
| 12       | 2017-08-04 13:07:38.072 | -18,141         | 0            | GBDTI     |
| 13       | 2017-08-04 13:07:48.043 | -18,149         | 0            | FaUGJ     |
| 14       | 2017-08-04 13:08:08.072 | -18,158         | 0            | GEDNK     |
| 15       | 2017-08-04 13:08:18.013 | -18,164         | 0            | cHabN     |
| 16       | 2017-08-04 13:08:38.043 | -18,171         | 0            | DEZJL     |
| 17       | 2017-08-04 13:09:08.043 | -18,177         | 0            | LKHFD     |
| 18       | 2017-08-04 13:09:28.063 | -18,179         | 0            | FSEAH     |
| 19       | 2017-08-04 13:09:38.013 | -18,179         | 0            | PFGWU     |
| 20       | 2017-08-04 13:10:08.053 | -18,173         | 0            | AYGBG     |
| 21       | 2017-08-04 13:10:38.053 | -18,171         | 0            | BRNMc     |
| 22       | 2017-08-04 13:11:34.023 | -18,268         | 0            | VXRUa     |
| 23       | 2017-08-04 13:11:54.083 | -18,140         | 0            | RBaYL     |
| 24       | 2017-08-04 13:12:21.013 | -18,055         | 0            | HHSOa     |
| 25       | 2017-08-04 13:12:41.083 | -18,041         | 0            | LKTWM     |

## Příloha 4. Ověření Pt 100 pro výpočet $U_c$



Čas měření po stabilizaci: 33 min.

Suchý blok - rozptyl teplot na základě regulace při -20°C činí 0,003°C



Čas měření po stabilizaci: 33 min.

Suchý blok - rozptyl teplot na základě regulace při -20°C činí 0,003°C



Identifikace zkoušejícího/kalibrujícího subjektu

## VZOROVÝ PROTOKOL O OVĚŘENÍ (KALIBRACI) č. XXXXXXXX

vydaný kalibrační laboratoří XXXXXXXX..

List 1 ze 2 listů

### Identifikace kalibrovaného měřidla:

Název: Digitální zapisovač teplot  
Typ: DataCOLD 300  
Výrobce: Carrier  
Výrobní (evidenční) číslo: XXXXXXXX  
SPZ vozidla/návěsu: XXXXXXXX

### Zákazník:

XXXXXXX  
XXXXXXX  
XXXXXXX

### Podmínky, za kterých byla kalibrace provedena:

Teplota: (20 ± 10) °C

### Kalibraci provedlo pracoviště:

XXXXXXX

### Místo provedení kalibrace:

depo, XXXXXXXX  
XXXXXXX  
XXXXXXX

Kalibrace byla provedena dne **30. 9. 2017** podle kalibračního postupu **KP 7/T** v souladu s ČSN EN ISO **10012**. Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupů uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

### Údaje o etalonech, pracovních měřidlech a dalších použitých zařízeních:

#### Teploty:

| Název                  | Typ  | Výrobní číslo | Kalibrační list |
|------------------------|------|---------------|-----------------|
| Digitální teploměr     | XXXX | XXXXXXX       | XXXXXXX         |
| Oporový snímač teploty | XXXX | XXXXXXX       | XXXXXXX         |
| Oporový snímač teploty | XXXX | XXXXXXX       | XXXXXXX         |

#### Čas:

|                  |      |         |         |
|------------------|------|---------|---------|
| Digitální stopky | XXXX | XXXXXXX | XXXXXXX |
|------------------|------|---------|---------|

Všechny použité etalony a pracovní měřidla jsou přímo nebo prostřednictvím kalibrovaných referenčních etalonů navázány na státní/mezinárodní etalony příslušných veličin.

V XXXXXXXX, dne 4. 10. 2017

.....  
XXXXXXX  
pracovník pověřený provedením kalibrace

.....  
XXXXXXX  
vedoucí kalibrační laboratoře

*Kalibrační laboratoř prohlašuje, že bez jejího písemného souhlasu se nesmí tento protokol o měření reprodukovat jinak, než celý.  
Protokol o ověření (kalibraci) č. XXXXXXXX*

## Příloha 5. Vzor protokolu o zkoušce / kalibraci.



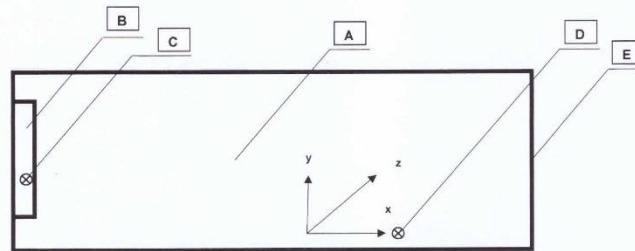
Protokol o ověření (kalibraci) č. XXXXX, vydaný kalibrační laboratoří XXXXX.

List 2 ze 2 listů

**Vstupní hodnoty:**

Nastavení teploty: -20 °C  
Datum a čas doby měření: 30.9.2017; začátek 08:50:40; konec 23:50:40  
Čas stabilizování teploty: 9:10:26  
Použitý teplotní zdroj: Fluke 9170 - pírka - suchý blok

**Procvoní oblast vozidla / návěsu - umístění snímačů.**



**Legenda:**

|                      |
|----------------------|
| A - mrazicí prostor  |
| B - chladičí agregát |
| C - snímač T1        |
| D - snímač T2        |
| E - vstupní dveře    |

| snímač T1: |          | snímač T2: |          |
|------------|----------|------------|----------|
| délka      | x= 1,1 m | délka      | x= 7,6 m |
| výška      | y= 1,6 m | výška      | y= 2,2 m |
| šířka      | z= 0,2 m | šířka      | z= 0,0 m |

Nulový bod os (x,y,z) pro stanovení polohy teplotního snímače je v levém spodním rohu mrazicího prostoru ve směru jízdy.

**Prezentace výsledků:**

**Teplota:** Souprava teploměru  
Snímač: T1

| Údaj etalonu (A) | Údaj měřidla (B) | Skutečná chyba (B-A) | Nejistota měření $U_c$ |
|------------------|------------------|----------------------|------------------------|
| °C               | °C               | °C                   | ± °C                   |
| -20,0            | -20,2            | -0,2                 | 0,20                   |

**Teplota:** Souprava teploměru  
Snímač: T2

| Údaj etalonu (A) | Údaj měřidla (B) | Skutečná chyba (B-A) | Nejistota měření $U_c$ |
|------------------|------------------|----------------------|------------------------|
| °C               | °C               | °C                   | ± °C                   |
| -20,0            | -19,6            | 0,4                  | 0,20                   |

**Čas:** Měření časového intervalu 960 minut.

| Údaj etalonu (A) | Údaj měřidla (B) | Skutečná chyba (B-A) | Nejistota měření $U_c$ |
|------------------|------------------|----------------------|------------------------|
| min.             | min.             | min.                 | ± s                    |
| 960,15           | 960              | -0,15                | 0,70                   |

Rozšířená nejistota měření, je součinem standardní nejistoty a koeficientu rozšíření  $k = 2$ , což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95 %. Standardní nejistota byla určena v souladu s dokumentem EA 4/02.

**Vyhodnocení:**

Naměřené hodnoty **vyhovují** v kalibrovaných bodech a relativní chybě času třídě přesnosti 1 dle ČSN EN 12830.

Konec protokolu o ověření (kalibraci).

Poznámka:

Měřidlo teploty a časové osy podléhá roční kalibraci dle ČSN EN 13486 čl.6.

## Příloha 6. Vzorový příklad výpočtu nejistoty

### Vyhodnocení kombinovaných standardních nejistot:

Pro jednotlivé zkušební teploty se provede vyhodnocení kombinovaných standardních nejistot dle normativního předpisu EA 4/02 a v souladu s normativním předpisem TPM 0051-93. Při vyhodnocování nejistot se pracuje pouze s kombinovanou standardní nejistotou nerozšířenou. Výpočet se provádí ve °C. Kombinované nejistoty údaje etalonu podle ověřovacího listu etalonu jsou obvykle rozšířené koeficientem  $k=2$ . Vydělením rozšířené nejistoty tímto koeficientem se dostane hodnota standardní kombinované nejistoty pro  $k=1$ , se kterou se provádí výpočet nejistoty – viz kapitola 9.1

Nejistota typu A je vyhodnocována z opakovaných měření za stejných podmínek. Je třeba si uvědomit, že pokud provádíme měření, tak, že s určitou periodou snímáme měřenou veličinu, nejedná se o opakované měření, ale pouze o opakovaný odečet, ze kterého lze určit stabilitu měřené veličiny, ale nikoli nejistotu typu A. Při takovýchto kalibracích uvažujeme, že nejistota typu A je obsažena ve složce nejistoty dané stabilitou prostředí (lázeň, píčka, prostor).

Výsledná standardní kombinovaná nejistota  $u_c$  se vypočte dle vztahu:

$$u_c^2 = u_e^2 + u_{mmx}^2 + u_{lstab}^2 + u_{lhom}^2 + u_{odve}^2 + u_{odvx}^2 + \sum_{i=1}^n u_i^2$$

$u_c$  - výsledná kombinovaná nejistota

#### 1. Záznamová zařízení přenosná

| 1.1. S externím snímačem umožňující kalibraci v kapalinové lázni nebo píčce |         |          |                        |            |                   |                       |
|---|---------|----------|------------------------|------------|-------------------|-----------------------|
| Zdroj   | Hodnota | Jednotka | Citlivostní koeficient | Rozdělení  | Koeficient $\chi$ | Příspěvek k nejistotě |
| $u_{et}$  | 0.02    | °C       | 1                      | Gausovo    | 2                 | 0.010 °C              |
| $u_{mmx}$   | 0.1     | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.058 °C              |
| $u_{lstab}$   | 0.005   | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.003 °C              |
| $u_{lhom}$  | 0.005   | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.003 °C              |
| $u_{odve}$  | 0.01    | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.006 °C              |
| $u_{stab}$  | 0.01    | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.006 °C              |
| Celková nejistota $u_c$   |         |          |                        |            |                   | <b>0.059 °C</b>       |
| Standardní rozšířená nejistota $u_{c,k=2}$                                  |         |          |                        |            |                   | <b>0.12 °C</b>        |

*Pozn. Dominantním příspěvkem nejistoty je zde rozlišení kalibrovaného snímače. Pokud by měl rozlišení 0.01 °C pak by  $u_{c,k=2}$  vycházela cca 0.03 °C.*



## 1.2. S interním snímačem umožňující kalibraci v klimakomoře

| Zdroj                                      | Hodnota | Jednotka | Citlivostní koeficient | Rozdělení  | Koeficient $\chi$ | Příspěvek k nejistotě |
|--|---------|----------|------------------------|------------|-------------------|-----------------------|
| $u_{et}$                                   | 0.02    | °C       | 1                      | Gausovo    | 2                 | 0.010 °C              |
| $u_{mmx}$                                  | 0.1     | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.058 °C              |
| $u_{lstab}$                                | 0.05    | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.029 °C              |
| $u_{lhom}$                                 | 0.05    | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.029 °C              |
| $u_{odve}$                                 | 0       | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0                     |
| $u_{stab}$                                 | 0       | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0                     |
| Celková nejistota $u_c$                    |         |          |                        |            |                   | <b>0.072 °C</b>       |
| Standardní rozšířená nejistota $u_{c,k=2}$ |         |          |                        |            |                   | <b>0.15 °C</b>        |

*Pozn. Etalon i kalibrovaný teploměr jsou celým svým objemem umístěny v klimakomoře – neuplatní se nejistota způsobená odvodem tepla.*

## 2. Záznamová zařízení přenosná (zabudovaná v chlazeném prostoru)

## 2.1. Se snímačem umožňující kalibraci v píce (dá se vytáhnout tak, že je možné ho dát do pícky při plném ponoru)

| Zdroj                                      | Hodnota | Jednotka | Citlivostní koeficient | Rozdělení  | Koeficient $\chi$ | Příspěvek k nejistotě |
|--|---------|----------|------------------------|------------|-------------------|-----------------------|
| $u_{et}$                                   | 0.02    | °C       | 1                      | Gausovo    | 2                 | 0.010 °C              |
| $u_{mmx}$                                  | 0.1     | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.058 °C              |
| $u_{lstab}$                                | 0.005   | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.003 °C              |
| $u_{lhom}$                                 | 0.005   | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.003 °C              |
| $u_{odve}$                                 | 0.01    | °C       | 1<br>Pokud             | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.006 °C              |
| $u_{stab}$                                 | 0.01    | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.006 °C              |
| Celková nejistota $u_c$                    |         |          |                        |            |                   | <b>0.059 °C</b>       |
| Standardní rozšířená nejistota $u_{c,k=2}$ |         |          |                        |            |                   | <b>0.12 °C</b>        |

*Pozn. Předpokládá se, že pícka i měřící zařízení etalonu jsou umístěny v klimaticky optimálních podmínkách, tedy v teplotách v rozmezí (18-28)°C. U většiny těchto zařízení se chyba způsobená okolní teplotou neprojeví vůbec nebo jen minimálně. Při stanovování této složky nejistoty ( $u_e$  a  $u_l$ ) je třeba vycházet z parametrů výrobce příslušných zařízení).*



## 2.2. Se snímačem umístěným tak, že umožňuje maximální tepelnou vazbu s použitým etalonem

| Zdroj                                      | Hodnota | Jednotka | Citlivostní koeficient | Rozdělení  | Koeficient $\chi$ | Příspěvek k nejistotě |
|--|---------|----------|------------------------|------------|-------------------|-----------------------|
| $u_{et}$                                   | 0.02    | °C       | 1                      | Gausovo    | 2                 | 0.010 °C              |
| $u_{mmx}$                                  | 0.1     | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.058 °C              |
| $u_{lstab}$                                | 0.2     | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.115 °C              |
| $u_{lhom}$                                 | 0.1     | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.058 °C              |
| $u_{odve}$                                 | 0       | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0                     |
| $u_{stab}$                                 | 0       | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0                     |
| Celková nejistota $u_c$                    |         |          |                        |            |                   | <b>0.142 °C</b>       |
| Standardní rozšířená nejistota $u_{c,k=2}$ |         |          |                        |            |                   | <b>0.29 °C</b>        |

Pozn. Příspěvky k nejistotě vlivem stability a homogenity prostředí byly stanoveny kvalifikovaným odhadem, který vychází z experimentálních měření – porovnání kalibrace téhož měřidla v kapalinovém termostatu a v chlazeném prostoru.

Etalon i kalibrovaný teploměr jsou celým svým objemem umístěny v chlazeném prostoru – neuplatní se nejistota způsobená odvodem tepla.

## 2.3. Se snímačem umístěným tak, že neumožňuje maximální tepelnou vazbu s použitým etalonem


| Zdroj                                      | Hodnota | Jednotka | Citlivostní koeficient | Rozdělení  | Koeficient $\chi$ | Příspěvek k nejistotě |
|--|---------|----------|------------------------|------------|-------------------|-----------------------|
| $u_{et}$                                   | 0.02    | °C       | 1                      | Gausovo    | 2                 | 0.010 °C              |
| $u_{mmx}$                                  | 0.1     | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.058 °C              |
| $u_{lstab}$                                | 0.5     | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.289 °C              |
| $u_{lhom}$                                 | 0.5     | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0.289 °C              |
| $u_{odve}$                                 | 0       | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0                     |
| $u_{stab}$                                 | 0       | °C       | 1                      | Rovnoměrné | $\sqrt{3}$        | 0                     |
| Celková nejistota $u_c$                    |         |          |                        |            |                   | <b>0.413 °C</b>       |
| Standardní rozšířená nejistota $u_{c,k=2}$ |         |          |                        |            |                   | <b>0.83 °C</b>        |

Pozn. Příspěvky k nejistotě vlivem stability a homogenity prostředí byly stanoveny kvalifikovaným odhadem, který vychází z experimentálních měření – porovnání kalibrace téhož měřidla v kapalinovém termostatu a v chlazeném prostoru.

Etalon i kalibrovaný teploměr jsou celým svým objemem umístěny v chlazeném prostoru – neuplatní se nejistota způsobená odvodem tepla.

U příkladu 2.2 a 2.3 je třeba brát v úvahu, více než jinde, rozdílné dynamické vlastnosti etalonu a kalibrovaného teploměru. Pokud si vyneseme naměřené hodnoty do grafu, vidíme



|   |                                    |                              |                                    |
|---|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | České kalibrační<br>sdružení, z.s. | Slovinská 47,<br>612 00 Brno | Počet stran: 34<br>Počet příloh: 7 |
|---|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|

*zde, jak jednotlivé teploměry reagují na změnu teploty, a z toho pak lze odhadnout i vliv stability na celkovou nejistotu.*

## **Příloha 7. Přehledová tabulka variant zkoušení/kalibrace pro jednotlivé metrologické třídy**



**Přehledová tabulka - varianty zkoušení/kalibrace záznamových zařízení pro jednotlivé metrologické třídy.**

| Varianty způsobu zkoušení/kalibrace | třída 1<br>± 1°C (max. chyba)   |                                  |  | třída 2<br>± 2°C (max. chyba)   |                                  |  |
|-------------------------------------|---|----------------------------------|--|---|----------------------------------|--|
|                                     | Max. $U_c$ etalonu (1/3 z povolené chyby °C)  | $U_c$ (°C) zkoušejícího subjektu | max. chyba měřidla (°C) pro prohlášení shody dle ČSN 12830   | Max. $U_c$ etalonu (1/3 z povolené chyby °C)  | $U_c$ (°C) zkoušejícího subjektu | max. chyba měřidla (°C) pro prohlášení shody dle ČSN 12830   |
| Teplota                             | varianta v laboratoři<br>- píčka, lázeň   | 0,33                             | > 0,88   | 0,66  | 0,12                             | > 1,88   |
|                                     | varianta v laboratoři<br>- klimakomora  | 0,33                             | > 0,85   | 0,66  | 0,15                             | > 1,85   |
|                                     | varianta u zákazníka<br>- píčka, mikrolázeň   | 0,33                             | > 0,88   | 0,66  | 0,12                             | > 1,88   |
|                                     | varianta u zákazníka<br>- klimakomora   | 0,33                             | > 0,71   | 0,66  | 0,29                             | > 1,71   |
|                                     | varianta u zákazníka<br>- klimakomora<br>- pracovní prostor<br>- pracovní prostor umístění snímače není známo         | 0,33                             | > 0,17   | 0,66  | 0,83                             | > 1,17   |
| Varianty způsobu zkoušení/kalibrace | Doba záznamu včetně chyby data a času, když se datum vynuluje po 31 dnech ověřen v intervalu 1 hodiny<br>0,1% = 3,6 s |                                  |  | Doba záznamu včetně chyby data a času, když se datum vynuluje do 31 dnů ověřen v intervalu 1 hodiny<br>0,2% = 7,2 s |                                  |  |
|                                     | Max. $U_c$ etalonu (1/3 z povolené chyby "s" interval 60 min.   | $U_c$ (s) zkoušejícího subjektu  | max. chyba měřidla v sec. pro prohlášení shody dle ČSN 12830 | Max. $U_c$ etalonu (1/3 z povolené chyby "s" interval 60 min.   | $U_c$ (s) zkoušejícího subjektu  | max. chyba měřidla v sec. pro prohlášení shody dle ČSN 12830 |
| Čas                                 | Digitální záznam<br>- datum/čas, synchronizovaný s teplotou   | 1,2                              | > 2,9  | 2,4   | 0,70                             | > 6,5  |
|                                     | Digitální stopky<br>- měření intervalu času   | 1,2                              | > 2,9  | 2,4   | 0,70                             | > 6,5  |