



Česká metrologická společnost, z.s.

Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1

tel/fax: 221 082 254

e-mail: cms-zk@csvts.cz

www.spolky-csvts.cz/cms

Kalibrační postup

KP 1.1.2/02/21

KLINOMETR

(Sklonoměr)

Praha

říjen 2021

Vzorový kalibrační postup byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2021

Číslo úkolu: PRM/VII/2/21

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

Řešitel: Česká metrologická společnost, z. s.

© ÚNMZ, ČMS

Neprodejné: Metodika je volně k dispozici na stránkách ÚNMZ a ČMS. Nesmí však být dále komerčně šířena.

1 Předmět kalibrace

Tento kalibrační postup se vztahuje na kalibraci klinometrů (sklonoměrů) a to:

- optických klinometrů,
- klinometrů s mikrometrickým šroubem.

Kalibrační postup může být použit i pro klinometry, které jsou kromě vodorovné měřicí plochy vybaveny také svislou měřicí plochou.

Kalibrace popsaná v tomto kalibračním postupu se týká:

- prvotní kalibrace, resp. vstupní kontroly klinometru dodaného do organizace (dále jen PK),
- rekalkibrace (následné kalibrace během používání klinometru (dále jen RK)).

2 Související normy a metrologické předpisy

ČSN 25 3710	Kontrolní a rýsovací nářadí. Sinusová pravítka	[L1]
ČSN 25 5502	Kontrolní a rýsovací nářadí. Přesnost průměrných ploch desek a hranolů	[L2]
ČSN 01 4455	Jakost povrchu zaškrabaných ploch	[L3]
ČSN EN ISO 3650:2000	GPS – Etalony délek – Koncové měřky	[L4]
ČSN EN ISO 14253-1:2018 anglicky	GPS – Zkouška obrobků a měřidel měřením – Část 1: Pravidla rozhodování pro prokázání shody nebo neshody se specifikacemi	[L5]
ČSN EN ISO 14253-2:2011	GPS – Zkouška obrobků a měřicího vybavení měřením – Část 2: Návod pro odhad nejistoty měření v GPS, při kalibraci měřicího vybavení a při ověřování výrobku	[L6]
ČSN EN ISO 9001:2016 oprava Opr.1:2018	Systémy managementu jakosti – Požadavky	[L7]
ČSN EN ISO 10012:2003	Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení.	[L8]
ČSN EN ISO/IEC 17025 :2018	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří	[L9]
TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[L10]
EA 4/02 M:2013	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích	[L11]
Ing. Igor Brezina	Základy metrologie uhlov, ALFA 1982	[L12]

3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci klinometrů je dána příslušným předpisem organizace. Tito pracovníci se seznámí s kalibračním postupem upraveným na konkrétní podmínky kalibrační laboratoře nebo obdobného pracoviště provádějícího kontroly měřidel

a souvisejícími předpisy.

Doporučuje se potvrzení odborné způsobilosti těchto pracovníků prokázat vhodným způsobem, například osvědčením o odborné způsobilosti, osobním certifikátem apod.

4 Názvosloví, definice

4.1 Termíny

Klinometr je měřicí přístroj k měření sklonu rovinných ploch nebo osy válcových ploch v rozsahu $\pm 120^\circ$, popř. $\pm 180^\circ$ od vodorovné roviny. Pro určení referenční vodorovné roviny přitom slouží kapalinová libela.

MPE je extrémní hodnota chyby s konstantními symetrickými mezními hodnotami zpravidla udávaná výrobcem měřidla.

Další termíny a definice jsou obsaženy v příslušných normách, zejména v ČSN 01 0115 a v publikacích věnovaných metrologické terminologii.

4.2 Konstrukce a parametry

Optický klinometr



Rozsah:

360°

Hlavní stupnice:

$10'$

Přímé čtení pomocné stupnice:

$10''$

Odhad dílku:

$2''$

Obr. č. 1: CLINOMETER TB 100 od firmy Taylor-Hobson

Klinometr s mikrometrickým šroubem



Hlavní stupnice:

$2 \times 180^\circ$, 1 dílek = 1°

Stupnice mikrometru:

1 dílek = $1'$

Libela:

Citlivost $0,3 \text{ mm/m} = 1'$

Chyba MPE:

$1,5'$

Obr. č. 2: CLINOMETER 80 od firmy Wyler

5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení pro kalibraci

- Příměrná deska,
- kontrolní čep $\varnothing 60 \text{ mm}$,
- kontrolní válec, válcový úhelník $\varnothing 90 \text{ mm}$,
- příložný úhelník,
- sinusové pravítko ČSN 25 3710,
- podélná vodováha (citlivost $0,04 \text{ mm/m}$),
- koncové měřky $0,5 \text{ mm}$ až 100 mm , 5. sekundární řád (ČSN EN ISO 3650, třída 2).

Poznámka: Výše uvedené měřicí prostředky musí být kalibrovány etalonem s platnou dobou kalibrace.

- lupa se zvětšením min. 3x,
- tuširovací barva,
- roztírací podložka, stírací plst',
- jemný brousek, speciální keramický brousek, např. Arkansas, jemný brusný pilník, brusné papíry apod.,
- čisticí prostředky: čistý benzín, např. lékárenský, vata, vlasový štětec, lněná utěrka, popř. jelenice,
- mazací a konzervační prostředky: lékárenská vazelína, jemný hodinářský olej apod.

6 Obecné podmínky kalibrace – referenční podmínky

Kalibrace klinometrů se provádí v čisté místnosti s omezeným prouděním vzduchu za těchto podmínek:

Teplota prostředí:	$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
Změna teploty vzduchu:	max. $0,5^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}^{-1}$
Vlhkost vzduchu:	max. 70% relat.

Před vlastní kalibrací musí být klinometr a příslušné etalony umístěny minimálně 1 hodinu na průměrné desce za referenčních podmínek. Teplota kalibrovaného klinometru, etalonu a prostředí v místnosti se měří před zahájením kalibrace, po jejím skončení, případně i během kalibrace. Relativní vlhkost se měří před zahájením kalibrace.

7 Rozsah kalibrace

Při kalibraci klinometru se provádějí tyto zkoušky:

- Předběžná kontrola a případné úpravy klinometru (čl. 8),
- vzhledová a funkční kontrola (čl. 9.1),
- kontrola měřicích ploch (čl. 9.2),
- seřízení klinometru a měření rovnoběžnosti rovinné a prizmatické plochy (čl. 9.3),
- kontrola podélné libely (viz čl. 9.4),
- měření optického úhloměru (čl. 9.5),
- měření kolmých měřicích ploch (čl. 9.6).

8 Předběžná kontrola a úprava klinometru

Při přebírání klinometru ke kalibraci se překontroluje, zda typ, výrobní číslo a příslušenství klinometru odpovídají údajům na objednávce nebo na dodacím listu.

Klinometr se očistí, vyčistí technickým benzínem a vytře do sucha utěrkou, připraví se měřicí prostředky ke kalibraci (viz čl. 5).

9 Postup kalibrace

9.1 Vzhledová kontrola a kontrola funkce klinometru

Zkontroluje se funkce všech pohyblivých mechanismů klinometru, funkce podélné a příčné libely a čitelnost stupnic.

Prohlédnou se dosedací (měřicí) plochy rovinné i prizmatické a zjistí se jejich případné

poškození

9.2 Kontrola měřicích ploch

V případě zaškrabaných ploch se kontrola provede tuširovací barvou. Na průměrnou desku se nanese tuširovací barva, dobře se rozetře a stáhne plstěným stěračem.

Základní rovinná měřicí plocha a postupně i obě prizmatické měřicí plochy se zkontrolují na barvu. Při nasazování klinometru na průměrnou desku je nutné zpočátku postupovat opatrně, aby se průměrná deska nepoškrábala. Tuširovací obraz měřicí plochy musí odpovídat 1. třídě jakosti zaškrabané plochy podle ČSN 01 4455, tj. minimálně 24 dotykových plošek ve čtverci o straně 25 mm a mít alespoň 60% obraz.

V případě, že se měřicí plochy dotýkají průměrné desky pouze na hranách (např. hrany jsou poškozeny), je dovoleno upravit tyto hrany jemným brusným kamenem.

(pouze RK)

V případě broušených měřicích ploch lze kontrolu přímosti těchto ploch provést nožovým pravítkem.

9.3 Seřízení klinometru a měření rovnoběžnosti rovinné a prizmatické plochy

K označenému místu průměrné desky se přiloží úhelník a k němu kalibrovaný klinometr. Zkontroluje se příčná libela, zda její bublina leží mezi čárkami stupnice, resp. zda je bublina položena mezi čárkami souměrně. Kontrola se provádí ve dvou polohách při otočení klinometru o 180°. Klinometr je přitom přiložen k příloženému úhelníku na průměrné desce.

Při seřizování podélné libely se postupuje takto:

- Průměrná deska se zhruba ustaví do vodorovné roviny přesnou podélnou vodováhou,
- na průměrné desce se klinometr fixuje do určitého místa příložným úhelníkem a vyznačí se místo, kde se klinometr nachází,
- přečte se hodnota na optickém úhломěru,
- klinometr se otočí o 180° a opět se přečte hodnota na optickém úhломěru. Přitom se dbá, aby byl klinometr ve stejném místě jako při prvním měření,
- obě hodnoty se odečtou, přitom platí, že poloviční hodnota číselného rozdílu udává chybu ustavení průměrné desky od vodorovné roviny,
- průměrná deska se ustaví s co nejmenší odchylkou,
- kontrolní čep položený na průměrné desce se zajistí proti pootočení gumovými příložkami a vyrovná se do vodorovné roviny podélnou vodováhou,
- zaznamená se hodnota měření na optickém úhломěru,
- klinometr se otočí o 180° a přečte se znovu měřená hodnota na optickém úhломěru,
- poloviční součet měřených hodnot udává úchylku rovnoběžnosti prizmatických ploch s rovinnou měřicí plochou.

Klinometr se seřídí zatažením aretačního šroubu a jemným pootočením převodového šroubu úhlooměru. Dále se:

- odšroubuje zadní kryt klinometru, kde je umístěn pákový převod pro nastavení úhlooměru, povolí se zajišťovací matice a jemným šroubováním pravého a levého šroubu se úhloměř vynuluje,
- aretační šrouby se dotáhnou zajišťovacími maticemi, přičemž se dbá, aby se úhloměř znovu nepootočil,
- zajišťovací matice se pojistí proti svévolnému uvolnění kapičkou červené acetonové barvy.

(pouze RK)

9.4 Kontrola podélné libely

Klinometr se položí na průměrnou desku vyrovnanou do vodorovné polohy a zkontroluje se poloha podélné libely. Bublina musí být v nulové poloze.

(PK, RK)

9.5 Měření optického úhlooměru

Průměrná deska se vyrovná do vodorovné polohy (čl. 9.3) v podélném i příčném směru. Na průměrnou desku se položí sinusové pravítko vedle příložného úhelníku tak, aby bylo umístěno ve vhodném místě pro kalibraci. Na sinusové pravítko se položí klinometr a průměrná deska se sinusovým pravítkem se vyrovná do vodorovné polohy stejně jako v čl. 9.3.

Pod sinusové pravítko se vkládají koncové měřky podle tabulky a čte se úhel indikovaný na stupnici úhlooměru. Odhaduje se 0,5 dílku stupnice, tj. 30''. Měří se v každé poloze 5x, ze čtených hodnot se vypočte aritmetický průměr. Totéž se provede s klinometrem pootočeným o 180°, tedy pro kladnou i zápornou část stupnice úhlooměru.

Tabulka kalibrovaných úhlů (platí pro sinusové pravítko $L = 300$ mm)			
Koncové měřky	Nastavený úhel	Koncové měřky	Nastavený úhel
20 mm	3° 49' 21,2''	100 mm	19° 28' 16,4''
50 mm	9° 35' 38,6''	150 mm	30° 00' 00,0''
80 mm	15° 27' 57,6''	250 mm	56° 26' 33,7''

U klinometrů vybavených svislou měřicí plochou se kontrola hodnoty 90° na úhlooměru provádí takto:

Klinometr se přiloží svislou měřicí plochou k válcovému úhelníku a optický úhloměř se nastaví pomocí podélné libely na 90° tak, že je libela vynulovaná. Poté se čte úhel na úhlooměru. Totéž se provede z druhé strany válcového úhelníku (klinometr je otočen proti válcovému úhelníku o 180°). Měřené hodnoty získané v 1. a 2. poloze se odečtou, polovina této hodnoty je chybou úhlooměru na úhlu 90°.

9.6 Měření kolmých měřicích ploch

U klinometrů vybavených kolmými měřicími plochami (obdoba kolmých měřicích ploch u rámové vodováhy) se kontroluje kolmost měřicích ploch k základně klinometru, a to jak ploch rovinných, tak i prizmatických. Rovinnost těchto ploch se kontroluje podle čl. 9.2. Kolmost kolmých měřicích ploch klinometru se kontroluje pomocí válcového úhelníku

ustaveného na průměrné desce.

Je-li klinometr vybaven horní měřicí plochou, kontroluje se rovnoběžnost horní průměrné plochy se základnou (spodní měřicí plochou) klinometru pomocí číselníkového úchylkoměru. Při kontrole rovnoběžnosti prizmatické plochy se do prizmatu vloží kontrolní čep a rovnoběžnost se měří vzhledem k horní povrchce tohoto čepu.

10 Vyhodnocení kalibrace

10.1 Postup vyhodnocení

Měřené hodnoty, resp. úchyly od jmenovité hodnoty se zanesou do záznamu o kalibraci, resp. do kalibračního listu. Zjištěné úchyly zvětšené o rozšířenou nejistotu měření U se porovnájí s dovolenými úchyly, popř. dovolenými max. chybami.

10.2 Stanovení nejistoty měření

Nejistoty měření při kalibraci klinometru se vyhodnocují podle dokumentu EA 4/02.

10.3 Postup v případě neshody

Pokud není jiná dohoda mezi dodavatelem a zákazníkem, použije se pro rozhodnutí o shodě nebo neshodě se specifikacemi ČSN EN ISO 14253-1

Pokud by měřená hodnota zvětšená o nejistotu měření ležela vně těchto mezí, ale sama měřená hodnota ležela v těchto mezích, nelze v takovém případě prokázat shodu ani neshodu a v kalibračním listě se uvede pouze výsledek měření (Y) a příslušná nejistota měření (U) ve tvaru $Y \pm U$. Zadavatel kalibrace musí být upozorněn na závažné překročení požadavku normy a na neodstranitelná poškození.

11 Kalibrační list

Uvádění výsledků musí být v souladu s požadavky článku 7.8 normy ČSN EN ISO/IEC 17025. Dále jsou uvedeny pouze základní informace požadované normou.

Výsledky musí být před vydáním přezkoumány a schváleny, musí být uváděny přesně, jasně jednoznačně a objektivně. Musí rovněž obsahovat informace dohodnuté se zákazníkem a všechny informace nezbytné pro interpretaci vyžadované použitou metodou.

11.1 Náležitosti kalibračního listu

Kalibrační list by měl obsahovat tyto údaje:

- a) titul (Kalibrační list, Protokol o zkoušce apod.),
- b) název a adresu kalibrační laboratoře,
- c) místo provádění kalibrační činnosti (u zákazníka, v místě instalace apod.),
- d) pořadové číslo kalibračního listu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran, s jasným udáním konce dokumentu

- e) jméno a adresu zadavatele, popř. zákazníka,
- f) název, typ, výrobce a identifikační číslo kontrolní podložky,
- g) datum přijetí kontrolní podložky ke kalibraci (nepovinné), datum provedení kalibrace a datum vystavení kalibračního listu,
- h) určení specifikace uplatněné při kalibraci nebo označení kalibračního postupu (v tomto případě KP 1.1.2/02/21) a prohlášení, že uvedené výsledky se vztahují pouze ke zkoušeným nebo kalibrovaným položkám,
- i) podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňujících veličin apod.),
- j) měřidla a jednotky použité při kalibraci,
- k) odchylky nebo vyloučení z metody,
- l) obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření (etalony použité při kalibraci),
- m) výsledky měření a s nimi spjatou rozšířenou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s určitou metrologickou specifikací, či požadavkem zákazníka,
- n) údaje o nejistotách měření ve stejné jednotce jako měřená veličina,
- o) výsledky před a po každé adjustaci nebo opravě, pokud jsou k dispozici,
- p) Tam, kde je to relevantní nebo požadované zákazníkem výrok o shodě s požadavky nebo specifikacemi, případně názory a interpretace výsledků, jeli to nezbytné,
- q) Nesmí být uváděna žádná doporučení týkající kalibračního intervalu, pokud to nabylo dohodnuto se zákazníkem,
- r) jméno pracovníka, který kontrolní podložky kalibroval, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko kalibrační laboratoře.

Akreditovaná kalibrační laboratoř navíc uvede číslo laboratoře a odkaz na osvědčení o akreditaci. Součástí kalibračního listu je též prohlášení, že uvedené výsledky se týkají pouze kalibrovaného předmětu a kalibrační list nesmí být bez předběžného písemného souhlasu kalibrační laboratoře publikován jinak než celý.

Pokud provádí kalibrační, resp. metrologická laboratoř kalibraci pro vlastní organizaci, nebo po dohodě se zákazníkem, může být kalibrační list zjednodušen, případně vůbec nevystavován (výsledky kalibrace mohou být uvedeny např. v kalibrační kartě měřidla nebo na vhodném nosiči, popř. v elektronické paměti). V tomto případě je vhodné, aby kalibrační laboratoř zpracovala záznam o měření (s uvedenými měřenými hodnotami) a archivovala ho.

11.2 Protokolování

Originál kalibračního listu se předá zadavateli kalibrace. Kopii kalibračního listu si ponechá kalibrační laboratoř a archivuje ji po dobu nejméně pěti let, nebo po dobu stanovenou zadavatelem, zároveň se záznamem o kalibraci. Doporučuje se archiovat záznamy a kalibrační listy chronologicky. Výsledky kalibrace se mohou v souladu s případnými podnikovými metrologickými dokumenty zanášet do kalibrační karty měřidla nebo ukládat do vhodné elektronické paměti.

11.3 Umístění kalibrační značky

Po provedení kalibrace může kalibrační laboratoř označit kalibrovaný klinometr kalibrační značkou, popř. kalibračním štítkem nejčastěji s uvedením čísla kalibračního listu, datem provedení kalibrace, případně s logem laboratoře. Pokud to není výslovně uvedeno v některém interním podnikovém metrologickém předpisu nebo kupní smlouvě se

zákazníkem, nesmí kalibrační laboratoř uvádět na svém kalibračním štítku datum příští kalibrace, protože stanovení kalibrační lhůty měřidla je právem a povinností uživatele.

12 Péče o kalibrační postup

Originál kalibračního postupu je uložen u jeho zpracovatele, další vyhotovení jsou předána příslušným pracovníkům podle rozdělovníku (viz čl. 13.1 tohoto postupu).

Změny, popř. revize kalibračního postupu provádí jeho zpracovatel. Změny schvaluje vedoucí zpracovatele (vedoucí kalibrační laboratoře nebo metrolog organizace).

13 Rozdělovník, úprava a schválení, revize

Uvedený příklad je pouze orientační a subjekt si může tuto dokumentaci upravit podle interních předpisů o řízení dokumentů.

13.1 Rozdělovník

Kalibrační postup		Převzal		
Výtisk číslo	Obdrží útvar	Jméno	Podpis	Datum

13.2 Úprava a schválení

Kalibrační postup	Jméno	Podpis	Datum
Upravil			
Úpravu schválil			

13.3 Revize

Strana	Popis změny	Zpracoval	Schválil	Datum

14 Stanovení nejistoty při kalibraci klinometru (příklad)

Kalibruje se klinometr se čtením 1', (viz Obr. 2) na úhlu 30°. Kalibrace se provádí na

přiměrné desce stupně přesnosti 0, pomocí sinusového pravítka a koncové měrky.

14.1 Stanovení nejistoty při realizaci referenčního úhlu na sinusovém pravítku

Uvažujeme sinusové pravítko $L = 300$ mm II. st. přesnosti a měrku 150 mm tř. II. Odtud plyne úhel 30°

Veličina	Meze nejistot	Typ rozdělení	Dílčí nejistota	Citlivostní koeficient	Příspěvek k nejistotě
Mezní chyba sinus. pravítka 4,5“ (podle tab. 4 ČSN 25 3710)	4,5”	norm. $k = 2$	2,25”	1	2,25”
Mezní chyba koncové měrky 150 mm II. řád je 1,6 μm (tab.5 ČSN EN ISO 3650)	1,6 μm	norm. $k = 2$	0,8 μm	0,67 *)	0,54”
Odchylka měrky od normální teploty max $\pm 0,5$ $^\circ\text{C}$	0,5 $^\circ\text{C}$	rovnom. 1,73	0,29 $^\circ\text{C}$	1,15 **)	0,33”
Mezní chyba rovinnosti základní desky 7,5 μm deska délky 500 mm tř. přesnosti 0 (tab. 1 ČSN 25 5502)	7,5 μm	norm. $k = 2$	3,75 μm	0,67 *)	2,51”
Nejistota referenčního etalonu úhlu pro $k = 1$					3,43”

Vysvětlivky:

*) 5 $\mu\text{m}/\text{m} = 1''$ proto výraz $1/5$ je přepočítací koeficient délkové odchylky na úhel, $L = 0,3$ m je délka sinusového pravítka. Potom je citlivostní koeficient dán výrazem:

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{L} = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{0,3} = 0,67 \text{ ''}/\mu\text{m}$$

***) 11,5 $\mu\text{m}/\text{m}$ je součinitel délkové roztažnosti a 0,15 m je délka podložené měrky. Potom citlivostní koeficient:

$$11,5 \cdot 0,15 \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{L} = 11,5 \cdot 0,15 \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{0,3} = 1,15 \text{ ''}/^\circ\text{C}$$

Poznámka: Citlivostní koeficienty platí pro malé úhly a představují tudíž největší možné vlivy.

14.2 Stanovení nejistoty určení referenční vodorovné roviny libelou

Libela má citlivost 0,1 mm/m (na 1 dílek).

Veličina	Meze nejistot	Typ rozdělení	Dílčí nejistota	Citlivostní koeficient	Příspěvek k nejistotě
Mezní chyba libely při vlivem hystereze (1/3 dílku = 33 $\mu\text{m}/\text{m}$)	33 $\mu\text{m}/\text{m}$	norm. $k = 2$	16,5 $\mu\text{m}/\text{m}$	1/5	3,3”
Mezní chyba při čtení dílku (1/5 dílku = 20 $\mu\text{m}/\text{m}$)	20 $\mu\text{m}/\text{m}$	norm. $k = 2$	10 $\mu\text{m}/\text{m}$	1/5	2”
Nejistota stanovení reference libelou pro $k = 1$				$u(l) =$	3,86”

14.3 Stanovení nejistoty kalibrace sklonoměru

Provede se pět měření při nastaveném sklonu 30° s výsledky:

$$+ 30'', 0'', + 30'', 0'', 0''$$

z toho střední hodnota:

$$\bar{x} = 12''$$

a standardní nejistota A:

$$u_A = s \cdot k / \sqrt{n} = 16,43 \cdot 1,4 / \sqrt{5} = 10,29''$$

Veličina	Odhad	Nejistoty převzaté a mezní	Typ rozdělení	Dílčí nejistota	Citlivostní koeficient	Příspěvek k nejistotě
Největší naměřená úchylka při kalibraci a nejistota	+ 12''	10,29''	norm. $k = 1$	10,29''	1	10,29''
Nejistota referenčního úhlu (realizovaného sinusovým pravítkem)	0	3,43''	norm. $k = 1$	3,43''	1	3,43''
Nejistota stanovení reference libelou	0	3,86''	norm. $k = 1$	3,86''	1	3,86''
Chyba čtení úhlu čte se 30'' 30'' / 2 = 15'' *)	0	15''	rovnoměrn. $\sqrt{3}$	8,67''	1	8,67''
Úchylka	+12''	Kombinovaná standardní nejistota			$u(k) =$	14,41''

Vysvětlivky:

*) Při stanovení nejistoty z chyby čtení stupnice vycházíme z velikosti nejmenšího dílku. Při čtení na jediné (hlavní) stupnici se odečítá 1/2 až 1/5 dílku. Na pomocné (nonické) stupnici odečítáme na nejbližší celý dílek. Tím vzniká chyba, kterou odhadujeme na polovinu hodnoty čteného dílku.

Rozšířená nejistota:

$$U = k \cdot u(k) = 2 \cdot 14,41'' \approx 30'', \text{ pro normální rozdělení } k = 2$$

(Koeficient rozšíření $k = 2$ platí pro pravděpodobnost normálního rozdělení $P = 95\%$).

Výsledek kalibrace sklonoměru na úhlu 30°:

$$+ 12'' \pm 30'' \text{ pro } k = 2$$

(Koeficient rozšíření $k = 2$ platí pro pravděpodobnost normálního rozdělení $P = 95\%$).

Při posouzení vlivu jednotlivých složek nejistoty zjistíme, že hlavním zdrojem nejistoty je rozlišitelnost při čtení úhlové stupnice klinometru. Proto můžeme výsledek výpočtu nejistoty určený pro jeden úhel (30°) zobecnit pro celý měřicí rozsah přístroje.

15 Validace

Kalibrační metody podléhají validaci v souladu s normou ČSN EN ISO/IEC 17025 čl. 7.2.2 Validační zpráva je uložena v archivu sekretariátu ČMS.

Upozornění

Kalibrační postup je třeba považovat za vzorový. Doporučuje se, aby jej organizace přizpůsobila svým požadavkům s ohledem na své metrologické vybavení a konkrétní podmínky. V případě, že střediskem provádějícím kalibraci je akreditovaná kalibrační laboratoř, měl by být kalibrační postup navíc upraven podle příslušných předpisů (zejména MPA a EA).

Změny proti předchozímu vydání z roku 2008

V revidovaném vydání kalibračního postupu byla provedena formální úprava podle současného vzoru ČMS, aktualizována normativní základna a doplněny příklady měřidel kterých, se postup týká. Dále byl upraven příklad stanovení nejistoty měření při kalibraci.

Nepronodějně