



**Česká metrologická společnost, z.s.**

**Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1**

**tel: 221 082 254**

**e-mail: [cms-zk@csvts.cz](mailto:cms-zk@csvts.cz)**

**[www.spolky-csvts.cz/cms](http://www.spolky-csvts.cz/cms)**

**Metodika provozního měření**

**MPM 1.2.2/03/25**

**OPTICKÝ A MECHANICKÝ OTÁČKOMĚR**

**Praha**

**říjen 2025**

**Vzorový metodický postup** byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie

Číslo úkolu: VII/3/25

**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 metodiky

Tento metodický postup se vztahuje na provozní měření otáček pomocí mechanických a optických otáčkoměrů v rozsahu 0 až 100 000 min<sup>-1</sup> pro optické otáčkoměry a 0 až 10 000 min<sup>-1</sup> pro mechanické otáčkoměry. V případě měření dalších veličin (čas, délka) je v metodice popsáno i měření délky (např. posuv drátu u svařovacích zařízení)

## 2. Související normy a metrologické předpisy

| NORMA              | Název                                                                                                    |              |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| TNI 01 0115        | Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)                 | [L1]         |
| ČSN EN 61010-1ed.2 | Bezpečnostní požadavky na elektrická měřicí, řídicí a laboratorní zařízení – část 1: Všeobecné požadavky | [L2]         |
| ČSN EN 60359       | Elektrická a elektronická měřicí zařízení – Vyjadřování vlastností                                       | [L3]         |
| ČSN EN ISO 10012   | Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení                               | [L4]         |
| EA-4/02 M:         | Vyhodnocení nejistoty měření při kalibraci                                                               |              |
| ILAC-G8:09/2019    | Pokyny pro použití rozhodovacích pravidel a uvádění výroků o shodě                                       | [L5]<br>[L6] |
| KP 8.1.1/04/24     | Optický a mechanický otáčkoměr                                                                           |              |

## 3. Kvalifikace pracovníků provádějících měření

Kvalifikace pracovníků provádějících měření optickými a mechanickými otáčkoměry je dána příslušným předpisem organizace. Tito pracovníci se seznámí s metodickým postupem upraveným na konkrétní podmínky daného pracoviště provádějícího měření a případnými (interními) souvisejícími předpisy.

Doporučuje se potvrzení odborné způsobilosti těchto pracovníků prokázat vhodným způsobem, například osvědčením o interním zaškolení, o absolvování odborného kurzu, v krajním případě certifikátem odborné způsobilosti. Úroveň školení závisí na funkčním zařazení pracovníka a důležitosti prováděné měřicí operace.

Měření otáček je zpravidla prováděno na elektrických zařízeních (strojích). Dále se tedy doporučuje kvalifikace pracovníků jako osoby znalé pro samostatnou činnost / osoby znalé pro řízení činnosti ve smyslu zákona č. 250/2021 Sb.

#### 4. Názvosloví, definice

Názvosloví a definice jsou obsaženy v příslušných normách (viz čl. 2), zejména v TNI 01 0115 a v publikacích věnovaných metrologické terminologii.

#### 5. Měřidla a pomocná měřicí zařízení

- optický otáčkoměr (měření pomocí laseru nebo světelného paprsku)
- optický otáčkoměr s mechanickými měřicími adaptéry
- mechanický otáčkoměr s měřicími adaptéry
- reflexní pásy
- pryžové nalepovací pásy

Poznámka: Všechna použitá měřidla a pomocná měřicí zařízení musí být navázána na etalon vhodného rozsahu a přesnosti a musí mít platnou kalibraci.



Optický otáčkoměr CEM AT-6



Mechanický otáčkoměr HASLER s měřicími adaptéry

## 6. Obecné podmínky měření – veličiny ovlivňující výsledky měření

Podmínky prostředí, ve kterých je možné používat dané měřidlo, jsou určeny výrobcem měřidla nebo normami příslušnými pro dané měřidlo. Nedodržení těchto podmínek je nutné brát v potaz při vyhodnocení přesnosti měření nebo výpočtu nejistoty měření, případně je nutné použít jiný typ měřidla.

Při měření mechanickými otáčkoměry je nutné co nejvíce omezit vibrace měřené části, pokud je to možné.

Pro měření optickými otáčkoměry, které obsahují v konstrukci elektroniku, obvykle výrobce měřidel určuje rozsah použití teploty v rozmezí  $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , pro teploty mimo tento rozsah výrobce určuje tzv. teplotní koeficient, který je nutné připočítat při výpočtu přesnosti měření.

Pro přístroje napájené z elektrické sítě je nutné aby napětí sítě bylo v rozmezí dle specifikace výrobce, pro přístroje napájené z baterií nebo akumulátorů obdobně.

U elektronických měřidel vyšší přesnosti dále výrobce určuje tzv. dobu náběhu (warm-up), což je doba, po kterou musí být přístroj zapnut, než dosáhne plné přesnosti. Měření je nutné zahájit až po uplynutí této doby

Ostatní podmínky prostředí (např. vnější elektrické nebo magnetické pole) nemají ve většině průmyslových aplikací přímý vliv na výsledek měření a posuzují se subjektivně podle podmínek daného pracoviště.

## 7. Metrologické meze využití metody měření

Rozsahy měření jsou dány rozsahem použitého měřidla. Měřidla je nutné používat s příslušenstvím dodaným nebo doporučeným výrobcem měřidla. Nevhodné měřicí adaptéry nebo jiné příslušenství mohou ovlivnit výsledek měření.

## 8. Kontrola měřidla před použitím a příprava na měření

Měřicí přístroj se připraví pro měření v souladu s technickou dokumentací nebo údaji uvedenými na přístroji. Provede se vnější prohlídka přístroje:

- 1) kryt přístroje a kryt stupnice nejsou poškozeny
- 2) přístroj je vybaven všemi součástkami a příslušenstvím potřebným k měření
- 3) všechny technické údaje o přístroji uvedené na stupnici, přepínači rozsahů, svorkách a krytu přístroje jsou zřetelné.

Dále se provede kontrola provozuschopnosti:

- 1) měřicí adaptéry jsou spolehlivě upevněné a nepoškozené
- 2) přepínače měřících rozsahů jsou funkční a mají správnou aretaci odpovídající zvolenému měřicímu rozsahu
- 3) Zjistí se, zda všechny ovládací prvky mechanicky správně pracují.

Měřidlo, které vykazuje nedostatky, nelze dále k měření používat.

## 9. Postup měření

### 9.1 Optické otáčkoměry:

Optické otáčkoměry měří frekvenci odrazů laserového (světelného) paprsku vysílaného optickým zařízením a odráženým zpět reflexní páskou do optického zařízení.

Na měřený objekt, např. hřídel nebo měřicí kolo, se nalepí reflexní páska. Reflexní část by neměla přesahovat 20 % délky tmavé části. Pro správné měření je nutné, aby optický kontrast mezi reflexní páskou měřeným objektem byl co největší. Pokud měřený objekt má lesklou povrchovou úpravu, je nutné povrch měřeného objektu nejprve polepit tmavou páskou a potom na ní nalepit reflexní pásku, nebo část měřeného objektu polepit tmavou páskou. Šířka měřené reflexní i tmavé části musí být taková, aby světelná stopa vysílaného paprsku nepřesahovala okraje pásky, zvláště při měření z větší vzdálenosti. Nalepovací páska musí být slabé, aby se při vyšších rychlostech otáčení neodlepily.

Otáčkoměry, jejichž příslušenstvím jsou měřicí mechanické adaptéry, umožňují po přepnutí měřicí funkce měřit i rychlost posuvu nebo celkovou vzdálenost.

### 9.2. Mechanické otáčkoměry

Mechanické otáčkoměry měří přiložením měřicího adaptéru na měřený objekt. Pro měření je nutný co nejlepší kontakt mezi oběma částmi. Mechanické otáčkoměry jsou vybaveny pryžovým povrchem, stejný typ povrchu je vhodné nalepit i na měřený objekt. Přítlačná síla otáčkoměru musí být dostatečná, kontakt adaptéru k měřenému objektu musí být přímý, to znamená, hřídel otáčkoměru musí být v přímce s měřeným objektem a adaptér se musí dotýkat v jeho středu (pro adaptéry otáčkoměru ve tvaru kužele) nebo musí být rovnoběžně pro adaptéry ve tvaru měřicího kola.

Měření mechanickými otáčkoměry není vhodné pro vysokou rychlost otáčení, protože vibrace měřeného objektu nebo otáčkoměru, který obsluha drží v ruce, zásadně ovlivňuje přesnost měření

### 9.3 Měření rychlosti a délky posuvu

V případě, že je známý průměr měřicího adaptéru, je možné použít otáčkoměr i proměření rychlosti posuvu drátu svařovacích zařízení, pásový dopravník) podle vztahu

$$v = n \cdot \pi \cdot d,$$

kde  $v$  je rychlost posuvu v  $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$   
 $n$  jsou otáčky v  $\text{min}^{-1}$   
 $d$  je průměr měřicího kola v m.

Pro délku posuvu (drát pás dopravníku) platí

$$l = v \cdot t$$

kde  $l$  je délka v m

$t$  je čas v min

Pozn. Ve vzorcích jsou použity jednotky obvykle používané v průmyslu pro mechanický pohyb.

## 10. Stanovení nejistoty při měření otáček (příklad)

### Příklad výpočtu nejistot měření pro optický otáčkoměr:

Měření s otáčkoměrem s rozlišením 4 digity.

Výpočet nejistoty typu A:

Je proveden v souladu s dokumentem EA-4/02 M:2022

Průměrná hodnota: 
$$\bar{V} = \frac{\sum V_i}{n}$$

Směrodatná odchylka: 
$$s_V = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (V_i - \bar{V})^2}$$

Odhad rozptylu: 
$$s_x^2 = \frac{1}{n} s_V^2$$

Nejistota typu A: 
$$u_A = \sqrt{s_x^2}$$

Průměrná hodnota by podle výše uvedeného dokumentu měla být počítána alespoň z 10 odměrů.

Poznámka: V běžné průmyslové praxi je takové měření nereálné z důvodu velké časové náročnosti nebo neopakovatelnosti měřeného děje. Pak je nutné nejistotu typu A odhadnout na základě zkušenosti nebo na základě výpočtu obdobných typů měření, kde bylo možné alespoň 10 odměrů provést.

$$u_A = \sqrt{s_x^2} = 0,05 \% \text{ (odhad)}$$

$u_{B1} = 0,1 \%$  - přesnost otáčkoměru; zjištěno z technické dokumentace měřidla

$u_{B2} = 0,058 \%$  - zjištěno z kalibračního listu revizního přístroje jako hodnota pro koeficient rozšíření  $k = 2$

$u_{B3} = 0,05 \%$  – zdroj nejistoty vyjadřující konečnou rozlišovací schopnost revizního přístroje při rozlišení  $3 \frac{1}{2}$  dig.

Přehled nejistot:

| Zdroj nejistot | Odhad   | Pravděpodobnost rozdělení | Standardní nejistota | Citlivostní koeficient | Příspěvek k nejistotě |
|----------------|---------|---------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| $u_A$          | 0,05 %  | normální                  | 0,05 %               | 1                      | 0,05 %                |
| $u_{B1}$       | 0,1 %   | rovnoměrné                | 0,058 %              | 1                      | 0,058 %               |
| $u_{B2}$       | 0,029 % | normální                  | 0,029 %              | 1                      | 0,029 %               |
| $u_{B3}$       | 0,05 %  | rovnoměrné                | 0,029 %              | 1                      | 0,029 %               |
| <b>U</b>       |         |                           |                      |                        | <b>0,17 %</b>         |

## 11. Záznamy o měření

Pokud má organizace stanoveny konkrétní záznamy o měření, využijí se. Úroveň záznamu je dána důležitostí měřicí operace a jeho rozsah stanoví odpovědný pracovník subjektu (technolog, metrolog atd.)

Tyto záznamy mohou obsahovat například:

- identifikace pracoviště provádějícího měření,
- pořadové číslo záznamu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran,
- informace o měřidle,
- veličiny ovlivňující měření v okamžiku měření a způsob jejich kompenzace,
- název výrobní operace,
- datum měření, (případně i čas),
- označení použité metodiky měření (v našem případě např. MPM 1.2.2/03/25)
- měřidla použitá při měření,
- obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření,
- výsledky měření a s nimi spjatou rozšířenou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s danou technologickou tolerancí,
- jméno pracovníka, provádějícího měření, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko pracoviště.

## 12. Péče o metodický postup

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

Změny, popř. revize metodického postupu provádí jeho zpracovatel. Změny schvaluje vedoucí zpracovatele 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

| Metodický postup |              | Převzal |        |       |
|------------------|--------------|---------|--------|-------|
| Výtisk číslo     | Obdrží útvar | Jméno   | Podpis | Datum |
|                  |              |         |        |       |

#### 13.2 Úprava a schválení

| Metodický postup | Jméno | Podpis | Datum |
|------------------|-------|--------|-------|
| Upravil          |       |        |       |
| Úpravu schválil  |       |        |       |

#### 13.3 Revize

| Strana | Popis změny | Zpracoval | Schválil | Datum |
|--------|-------------|-----------|----------|-------|
|        |             |           |          |       |

#### Upozornění

Tento metodický postup je třeba považovat za vzorový. Doporučuje se, aby jej organizace přizpůsobila svým požadavkům s ohledem na své metrologické vybavení a konkrétní podmínky.