



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

Novotného lávka 200/5, 110 00 Praha 1

tel/fax: 221 082 254, 606 957 233

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 1.1.1/05/23**

**METODIKA MĚŘENÍ SVAROVÝMI MĚRKAMI**

**Praha**

říjen 2023

**Vzorový metodický postup** byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2023  
Číslo úkolu: VII/3/23

**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

Metodický postup se zabývá použitím svarových měrek při přípravě svarových ploch a při kontrole provedení svarů. Přestože měření na svarech je poměrně jednoduchá úloha zvládnutelná často běžnými měřidly, byly vyvinuty desítky typů a modifikací speciálních měrek a šablon. Můžeme rozlišit měrky univerzální, které jsou použitelné pro několik měřicích úloh a měrky jednoúčelové. Termín „měrky“ zahrnuje v podstatě speciální jednoúčelová měřidla a měřicí šablony. V metodice jsou popsány základní úlohy měření na svarech a k nim přiřazeny nejběžnější svarové měrky.

## 2 Související normy a metrologické předpisy

ČSN EN ISO 17637:2018	Nedestruktivní zkoušení svarů – Vizuální kontrola tavných svarů [L1]
ČSN EN ISO 14253-1:2023	Geometrické specifikace produktu (GPS) – Kontrola součástí a měřicího vybavení měřením – Část 1: Rozhodovací pravidla pro ověření shody nebo neshody se specifikacemi [L2]
ČSN EN ISO 14253-2:2011	Geometrické specifikace produktu (GPS) – Kontrola obrobků a měřicího vybavení měřením – Část 2: Návod pro odhad nejistoty měření v GPS, při kalibraci měřicího vybavení a při ověřování výrobku [L3]
ČSN EN ISO 3650:2000	GPS – Etalony délek – Koncové měrky [L4]
ČSN EN ISO 9001:2016 oprava Opr.1:2018	Systémy managementu kvality – Požadavky [L5]
ČSN EN ISO 10012:2003	Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení. [L6]
ČSN EN ISO/IEC 17025:2018	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří [L7]
TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM) [L8]
EA 4/02 M:2022	Vyhodnocení nejistoty měření při kalibraci [L9]

## 3 Kvalifikace pracovníků provádějících měření

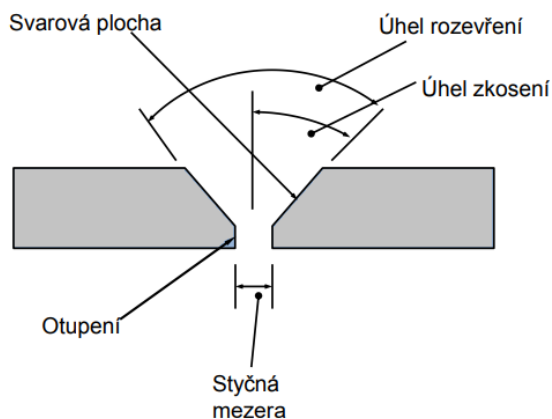
Kvalifikace pracovníků provádějících měření svarovými měrkami je dána příslušným předpisem organizace. Tito pracovníci se seznámí s metodickým postupem upraveným na konkrétní podmínky daného pracoviště provádějícího měření a případnými (interními) souvisejícími předpisy.

Doporučuje se potvrzení odborné způsobilosti těchto pracovníků prokázat vhodným způsobem, například osvědčením o interním zaškolení, o absolvování odborného kurzu,

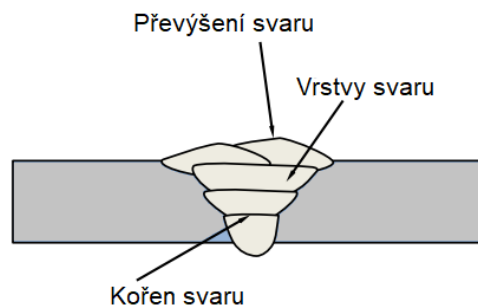
v krajním případě certifikátem odborné způsobilosti. Úroveň školení závisí na zařazení pracovníka a důležitosti prováděné měřicí operace.

#### 4 Názvosloví, definice

##### a. Svary tupé

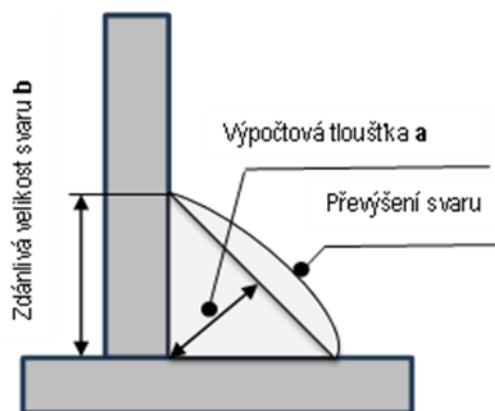


Obr. 1: Příprava svarových ploch



Obr. 2: Hotový tupý svar

##### b. Svary koutové



Obr. 3: Koutový svar

#### 5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení

- Svarová měrky pro přípravu svarů,
- svarové měrky pro hotové svary nebo kombinované měrky,
- teploměr,
- čisticí prostředky: Svářečské kladivo, ocelový kartáč, otryskávací zařízení, hadr.

Poznámka:

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

## 6 Obecné podmínky měření – veličiny ovlivňující výsledky měření

Provozní měření pomocí svarových měrek se provádí za těchto referenčních podmínek:

- Teplota prostředí ( $20 \pm 5$ ) °C,
- teplotní rozdíl mezi měrkou a měřeným předmětem max. 2 °C,
- prostředí bez nadměrné prašnosti (dosedající na měřené plochy),
- suché prostředí s relativní vlhkostí přibližně do 75 %

Teplota měřeného předmětu a měřidel a teplota prostředí se zjišťuje před zahájením měření.

## 7 Metrologické meze využití metody měření

Metodika popisuje použití svarových měrek při přípravě dílů ke svařování a kontrolu provedených svarů. Pro tyto dvě etapy se používají buď speciální měrky, nebo existují univerzální měrky, které jsou použitelné v obou etapách.

Přípravná fáze zahrnuje:

- Kontrolu svarových úkosů (viz kap. 8.1),
- kontrolu přesazení (viz kap. 8.2),
- kontrolu svarové mezery (viz kap. 8.3),
- čištění hotového svaru (viz kap. 8.4).

Měření na hotových svarech:

- Převýšení tupých svarů (viz kap. 9.1),
- převýšení koutových svarů (viz kap. 9.2).

## 8 Kontrola a příprava svaru před svařováním

### a. Kontrola svarových úkosů



**Úhel zkosení** se kontroluje některou z otočných měrek, například typu Cambridge nebo HJC

Obr. 4: Měrka HJC

Měrka se přiloží základnou na horní plochu, otočné rameno se přiloží na svarovou plochu a na stupnici se odečte úhel zkosení. Úhel zkosení se kontroluje zpravidla před sestavením svaru.

**Úhel rozevření** se kontroluje úhlovými měrkami, které mohou být samostatné nebo jsou součástí např. měřky svarů s noniem (viz obr. 6). Vzhledem k hrubému odstupňování úhlových měrek jde spíše o informativní kontrolu.

#### b. Kontrola přesazení



Přesazení na horních plochách plechů lze kontrolovat snadno víceúčelovými otočnými měrkami. Pro kontrolu přesazení ze strany kořene je třeba použít speciálních měrek, pokud je tato strana nepřístupná, například při svařování trubek. Speciální hákovité měrky se protáhnou svarovou mezerou, doteky dorazí na měřené plochy a

Obr. 5: Měrky na přesazení

přesazení se odečte na stupnici. Měrky umožňují měřit též přesazení horních ploch a někdy i šířku svarové mezery.

#### c. Kontrola svarové mezery

Styčné mezery svarů se kontrolují zpravidla kuželovými nebo plochými mezerovými měrkami se stupnicí. Měrka se vsune do mezery a v úrovni hrany se odečte šířka mezery na stupnici. Měrky mohou být samostatné, nebo součástí kombinované měrky. Mezerové měrky mohou být někdy nahrazeny běžnými spárovými měrkami.

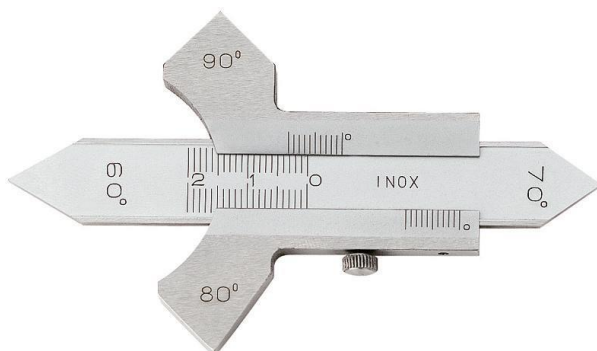
#### d. Čištění hotového svaru

Před dalším měřením na hotovém svaru musí být svar zbaven zbytků strusky a okartáčován nebo otryskán podle technologického postupu.

## 9 Postup měření na hotových svarech

### 9.1 Převýšení tupých svarů

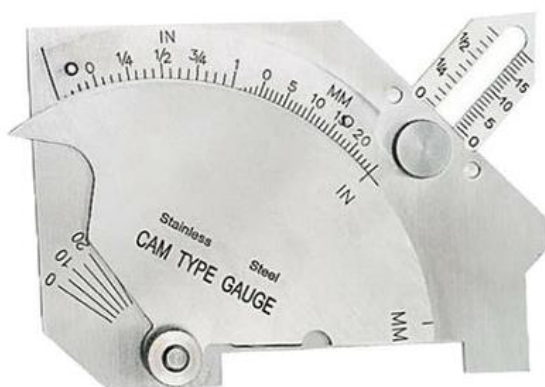
Převýšení tupých svarů se měří posuvnými nebo otočnými měrkami.



Obr. 6 Měrka svarů s noniem

**Měrka svarů s noniem** se opře čelními plochami o základní materiál v místě svaru. Posuvným jezdcem měrky se najede na svar a na příslušné stupnici se odečte převýšení.

**Víceúčelová měrka otočná (Cambridge)** se postaví základnou z jedné strany na základní materiál,

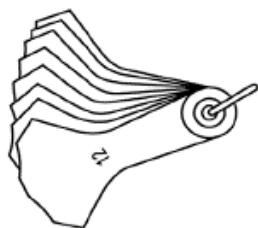


otočné rameno se nastaví na svar a odečte se převýšení na příslušné stupnici. Měří se z obou stran svaru a uvádí průměr nebo maximum podle technologického postupu.

Víceúčelová měrka typu HJC je pro měření převýšení tupých svarů vybavena posuvným měřítkem se stupnicí (viz obr.4).

Obr. 7: Víceúčelová měrka Cambridge

### 9.2 Převýšení koutových svarů



Obr. 8 Sada listových měrek

**Měrka svarů s noniem** (viz obr. 6) se opře zkosenými plochami o základní materiál v místě koutového svaru. Posuvným jezdcem měrky se najede na svar a na stupnici pro koutové svary se odečte převýšení.

**Víceúčelová měrka HJC** má na horní straně umístěno výsuvné měřítko pro měření převýšení koutového svaru.

Pro převýšení koutových svarů se používají také sady **svarových měrek listových** podle obr. 8. Měrka při měření používá princip doteku ve třech bodech. Měřicí rozsah sady je 3 až 12 mm převýšení koutového svaru. Sada je odstupňována po 0,5 mm až do 7 mm a dále doplněna měrkami 8, 10 a 12 mm. Pro náročnost kalibrace se dnes sada užívá méně.

**Víceúčelová měrka Cambridge** má v jednom zkoseném rohu posuvací měřítko pro měření tloušťky koutového svaru. Měrka se opře tímto rohem v místě koutového svaru, měřítkem se najede na svar a odečte jeho tloušťka.

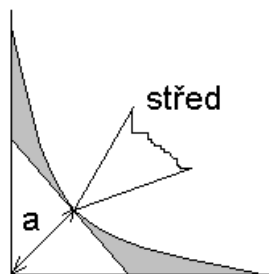
### Měrka svarů s třemi stupnicemi (BDP)



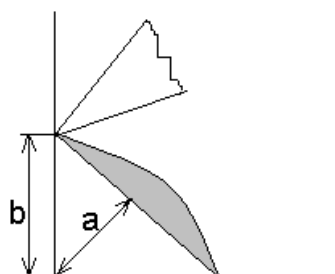
Měrka BDP je speciálně určena pro měření koutových svarů souměrných i nesouměrných a určení teoretické (výpočtové) tloušťky svaru **a** u svarů vydutých i vypouklých.

Měrka je provedena jako otočná s třemi stupnicemi a způsob použití a vyhodnocení je na měrce vykreslen. Měrka se postaví základnou na jednu stranu svařence a otočným ramenem se najede na střed nebo kraj svaru.

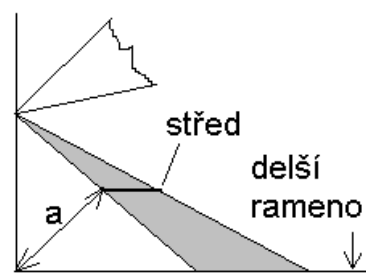
Obr. 9: Měrka svarů s třemi stupnicemi



Obr. 10



Obr. 11



Obr. 12

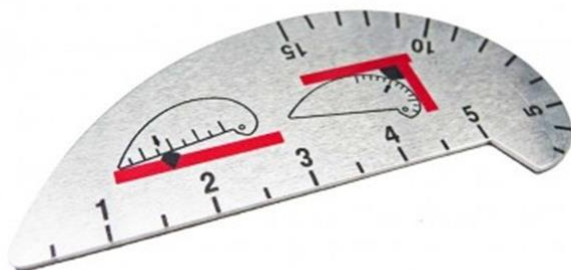
Na obr. 10 a 11 je znázorněno měření koutových svarů rovnoramenných, na obr. 12 je měření nerovnoramenného svaru. Při měření dle obr. 10 a 12 se odečítá přímo parametr „a“ na stupnici A. Při měření dle obr. 11 se odečítá „b“ na stupnici B a na stupnici C se zároveň odečte velikost parametru „a“. Mezi parametrem „a“ a parametrem „b“ platí vztah:



$$a = \frac{b}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot b$$

Ve stejném poměru jsou k sobě stupnice A a B. Kromě toho jeden dílek stupnice C odpovídá dvěma dílkům stupnice A.

### Jednoduchá měrka svarů



Obr. 13 Jednoduchá měrka svarů

Tato měrka, též nazývána plechová měrka koutových svarů, umožňuje informativní měření převýšení koutových i tupých svarů. Při měření se přiloží tak, aby se dotýkala ve třech bodech a v místě dotyku převýšení se odečte jeho velikost, viz obr. 13.

Byla navržena řada dalších plechových měrek a šablon, mnohé i vlastní výroby. Jejich společným nedostatkem je rychlé opotřebení a problematické provádění a prokazování kalibrací. Proto bývají plechové měrky často považovány pouze za informativní.

## 10 Stanovení nejistoty při měření svarovými měrkami (příklad)

Měření svarovými měrkami se provádí podle potřeby nebo podle požadavků technologického postupu. V příkladu je popsán postup měření a stanovení nejistoty výsledku ve smyslu předpisu EA 4/02 při měření převýšení svaru. V příkladu uvažujeme měření převýšení tupého svaru posuvnou měrkou s noniem podle obr. 6.

### Stanovení nejistoty z opakovaných měření (typu A)

Měření převýšení svaru provedeme opakovaně, například 5 měření na různých místech podle určeného postupu nebo podle podezření na nedodržení postupu svařování.

Naměřené hodnoty: (+1,3; +1,7; +2,1; +1,6; +1,4) mm

Střední naměřená hodnota:  $X \approx 1,6$  mm

Nejistota typu A:

$$u_A = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot k_A = \frac{0,31}{\sqrt{5}} \cdot 1,4 = 0,194 \approx 0,2 \text{ mm}$$

kde:  $s$  – Směrodatná odchylka určená na kalkulátoru (někdy označená  $s_{(n-1)}$ )

$n$  – Počet měření

$k_A$  – Koeficient určený v závislosti na počtu měření podle následující tabulky:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10 a víc
$k_A$	7,0	2,3	1,7	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,0

Nejistota z opakovaných měření  $u_A = 0,2$  mm se zahrne do výpočtové tabulky

### Nejistota typu B

Příspěvky k nejistotě typu B lze hledat v těchto oblastech:

- Kalibrace měrky  
Posuvná měrka s noniem byla kalibrována s nulovou chybou a nejistotou  $U = 0,06$  mm
- Čtení dílku měrky  
Čtení dílku je 0,1 mm, což interpretujeme jako  $\pm 0,05$  při rovnoměrném rozdělení
- Mechanické vlivy  
Vliv povrchů, ustavení měrky, přítlačná síla – odhad 0,1 mm při normálním rozdělení
- Teplotní vlivy  
Předpokládáme přibližně vyrovnané teploty a vliv považujeme za zanedbatelný.
- Faktor rozdělení  
Faktor rozdělení  $f$  je převrácenou hodnotou koeficientu rozdělení  $k$ .  
Normální rozdělení:  $k = 2 \rightarrow f = 1/2 = 0,5$   
Rovnoměrné rozdělení:  $k = \sqrt{3} \rightarrow f = 1/\sqrt{3} = 0,577$

Odhad nejistoty při měření převýšení svaru posuvnou měrkou s noniem

Zdroj nejistoty	Meze nejistot	Faktor rozdělení	Citlivostní koeficient	Příspěvek k nejistotě
Opakovaná měření převýšení svaru (nejistota typu A)	0,2 mm	0,5 normální	1	0,10
Kalibrace měrky chyba měrky ( $0 \pm 0,06$ ) mm	0,06 mm	0,5 normální	1	0,03
Čtení dílku stupnice měrky $0,1$ mm = $\pm 0,05$ mm	0,05 mm	0,577 rovnom.	1	0,03
Mechanické vlivy odhadem 0,1 mm	0,1 mm	0,5 norm.	1	0,05
Nejistota $u$ pro pravděpodobnost $P=68$ %				0,12

Rozšířená nejistota měření  $U$  pro pravděpodobnost  $P = 95$  % se zaokrouhlí směrem nahoru:

$$U = k \cdot u = 2 \cdot 0,12 = 0,24 \approx 0,3 \text{ mm}$$

Naměřené převýšení svaru:

$$X \pm U = (1,6 \pm 0,3) \text{ mm}$$

## 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:*

- a) identifikace pracoviště provádějícího měření,
- b) pořadové číslo záznamu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran,
- c) informace o měřidle,
- d) veličiny ovlivňující měření v okamžiku měření a způsob jejich kompenzace,
- e) název výrobní operace,
- f) datum měření, (případně i čas),
- g) označení použité metodiky měření (v našem případě např. MPM 1.1.1/05/23)
- h) měřidla použitá při měření,
- i) obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření,
- j) výsledky měření a s nimi spjatou rozšířenou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s danou technologickou tolerancí,
- k) jméno pracovníka, provádějícího měření, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko pracoviště.

O provedené kontrole svarovými měrkami se obvykle nevedou zvláštní záznamy, kontrolor potvrzuje provedení vyhovující kontrolní operace zpravidla značkou na výrobku nebo razítkem či záznamem v průvodní dokumentaci.

## 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.