

# Posuvné meradlo

Číslo projektu: 2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

PR3/A2: Autoškoliaci materiál na obohatenie súčasných online experimentov



Co-funded by  
the European Union

2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.



## Obsah

|   |   |
|---|---|
| Čo je posuvné meradlo Vernier?.....                                       | 3 |
| Časti posuvného meradla .....   | 4 |
| Najmenší odčítateľná hodnota posuvného meradla .....                      | 4 |
| Aká je najmenšia odčítateľná hodnota digitálneho posuvného meradla? ..... | 5 |
| Čo je nulová chyba?.....  | 5 |
| Časté chyby pri čítaní meraní posuvným meradlom .....                     | 7 |
| Využitie posuvných meradiel .....   | 7 |
| Bezpečnostné opatrenia .....  | 8 |
| Ako používať posuvné meradlo.....   | 8 |
| Ako merať posuvným meradlom?.....   | 9 |
| Úlohy na používanie posuvného meradla .....                               | 9 |
| Postup riešenia úloh .....  | 9 |

V tejto príručke sa budeme zaoberať posuvným meradlom Vernier, jeho funkciou, aplikáciami, správnym používaním, technikami čítania, kalibráciou a dostupnými typmi. Či už ste skúsený profesionál alebo začiatočník v oblasti presného merania, táto príručka vám poskytne cenné informácie.

## Čo je posuvné meradlo Vernier?

Posuvné meradlo Vernier je presný nástroj na meranie vnútorných aj vonkajších rozmerov predmetov. Jeho vysoká presnosť je dosiahnutá vďaka špeciálnemu dizajnu, ktorý využíva nóniovu stupnicu. Tento nástroj vynášiel v 17. storočí francúzsky matematik Pierre Vernier a dodnes patrí medzi základné vybavenie v mnohých odvetviach.

### Kľúčové časti:

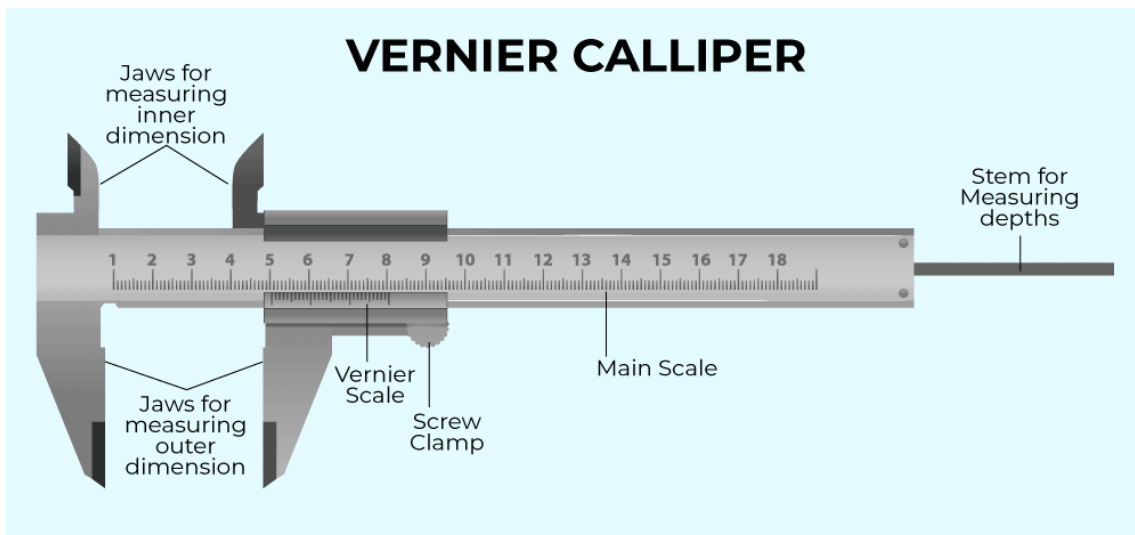
- Pevná čelusť: táto časť zostáva na mieste a slúži ako referenčný bod pre meranie.
- Pohyblivá čelusť: táto časť sa pohybuje pozdĺž pravítka a umožňuje upnutie meraného objektu.

### Malé zázraky: presné meranie

Vernierové posuvné meradlá umožňujú merať vzdialenosti s presnosťou až 0,1 milimetra. To je približne hrúbka tenkého listu papiera! Takáto vysoká presnosť je dosiahnutá vďaka špeciálnemu dizajnu, ktorý využíva nóniovu stupnicu.

### Dedičstvo francúzskeho matematika

Posuvné meradlo s nóniovou stupnicou je pomenované po Pierrovi Vernierovi, francúzskom matematikovi, ktorý ho vynášiel v roku 1631. Jeho dômyselná konštrukcia revolúciou spôsobila v oblasti presného merania a používa sa dodnes.



Obrázok pridaný vyššie zobrazuje posuvné meradlo

## Časti posuvného meradla

Posuvné meradlo môže vyzeráť zložito, ale v skutočnosti je to súbor dômyselných komponentov, ktoré spolu pracujú na presných meraniach. Tu je rozpis jeho kľúčových častí:

### Nastavenie scény pre meranie:

- **Hlavná stupnica:** je to pravítko, ktoré používate pre základné merania, ako meter v svete posuvných meradiel.
- **Noniová stupnica:** špeciálna posuvná stupnica je tajnou zbraňou pre dosiahnutie vysoko presných meraní. Spolupracuje s hlavnou stupnicou pre tie super jemné detaily.
- **Pevná čeľusť:** táto čeľusť zostáva nehybná a poskytuje stabilný referenčný bod pre vaše merania. Slúži ako kotva pre hlavnú stupnicu.
- **Pohyblivá čeľusť:** táto čeľusť sa posúva pozdĺž pravítka, čo vám umožňuje zacvaknúť ju na meraný objekt. Je spojená s noniovou stupnicou.

### Zabezpečenie presnosti:

- **Nulovacia skrutka:** pred začatím merania vám táto skrutka umožňuje zabezpečiť, aby sa čeľuste dokonale stretli na nulovej značke. Predstavte si to ako kalibráciu nástroja pre presné odčítanie.
- **Aretačná skrutka:** keď dosiahnete dokonalé meranie, táto skrutka zablokuje pohyblivú čeľusť na mieste, čím sa zabráni náhodnému pohybu a zabezpečí sa presné odčítanie.

### Čeľustné funkcie pre rôzne merania:

- **Dolné čeľuste:** toto sú hlavné čeľuste zodpovedné za meranie vonkajších rozmerov, ako je šírka, dĺžka a priemer. Pevná dolná čeľusť je spojená s hlavnou stupnicou, zatiaľ čo pohyblivá čeľusť je spojená s noniovou stupnicou.
- **Horné čeľuste:** tieto menšie čeľuste sú navrhnuté na riešenie vnútorných meraní, ako je hĺbka otvoru alebo priemer rúry. Otvárajú sa a zatvárajú, aby sa dostali do vnútra objektov.

### Ďalšie nástroje:

- **Hĺbkomer:** táto praktická tyčinka sa rozťahuje od konca hlavnej stupnice a je ideálna na meranie hĺbky predmetov, ako sú poháre alebo krabice.
- **Palcový šrób:** tento gombík umožňuje ľahko posúvať pohyblivú čeľusť pre plynulé a presné nastavenie počas merania.

Pochopením týchto častí a ich funkcií môžete zvládnuť umenie používania posuvného meradla pre presné merania!

## Najmenší odčítateľná hodnota posuvného meradla

Predstavte si posuvné meradlo ako pravítko s dvoma stupnicami. Hlavná stupnica je ako bežné pravítko, ale noniová stupnica je trochu zložitejšia. Má o niečo menšie delenia v porovnaní s hlavnou stupnicou.

Najmenšia odčítateľná hodnota je v podstate najmenší rozdiel, ktorý môžete pomocou posuvného meradla zmerať. Je to ako najmenší detail, ktorý vidíte na tomto špeciálnom pravítku. Na určenie tejto najmenšej odčítateľnej hodnoty vezmeme rozdiel medzi jedným malým delením na hlavnej stupnici a vydělíme ho počtom ešte menších delení na noniovej stupnici.

Zarovnaním značiek na týchto dvoch stupniciach môžete dosiahnuť oveľa presnejšie meranie ako len pomocou hlavnej stupnice. Noniová stupnica v podstate zväčší najmenšie meranie na hlavnej stupnici.

Matematický vzorec pre najmenšiu odčítateľnú hodnotu posuvného meradla je:

$$NH = 1 HSD - 1 NSD$$

Ak je na noniovej stupnici  $n$  delení, tak ak sa zhodujú s  $(n-1)$  delením na hlavnej stupnici, potom je najmenšia odčítateľná hodnota noniovej stupnice:

$$NO = (1 - \{n-1\}/n)HSD$$

Kde:

- NH je konštanta nonia
- HSD je delenie hlavnej stupnice
- NSD je delenie noniovej stupnice
- NO je najmenšia odčítateľná hodnota

Napríklad, ak má hlavná stupnica delenia 1 mm a noniová stupnica 25 delení, potom je najmenšia odčítateľná hodnota posuvného meradla 0,01 mm.

## Áká je najmenšia odčítateľná hodnota digitálneho posuvného meradla?

Na rozdiel od tradičných posuvných meradiel, pri ktorých je potrebné mžouráť na drobné čiary, digitálne posuvné meradlá odstraňujú hádanie z meraní. Pýšia sa supermalou "najmenšou odčítateľnou hodnotou", čo je najmenšie meranie, ktoré dokážu zistiť. Táto je typicky 0,01 milimetra (mm) alebo 0,0005 palca, čo ich robí oveľa presnejšími ako ich analógové náprotivky.

Ale skutočnou supervelmocou je digitálny displej. Koniec s namáhavým rozlišovaním čiar na stupnici! Meranie sa zobrazuje jasne a čisto, čím sa znižuje pravdepodobnosť ľudskej chyby a je to ideálne pre začiatočníkov alebo každého, kto potrebuje rýchle a presné odčítanie.

Táto kombinácia vysokej presnosti a užívateľsky prívetivého displeja robí z digitálnych posuvných meradiel obľúbený nástroj v oblastiach ako:

- Strojárstvo: zaistenie dokonalého zosúladenia častí.
- Výroba: udržiavanie kontroly kvality počas výroby.
- Vedecký výskum: vykonávanie presných meraní pre spoľahlivé experimenty.

Takže ak potrebujete špičkovú presnosť a ľahko čitateľný displej, digitálne posuvné meradlo je to pravé!

## Čo je nulová chyba?

Predstavte si, že si požičiate pravítko, ale keď dáte konce k sebe, značky "0" sa úplne nezhodujú. To je nulová chyba pri posuvnom meradle. Stáva sa to, keď sú čeluste zatvorené (žiaden predmet medzi nimi), ale posuvná stupnica neukazuje nulu.

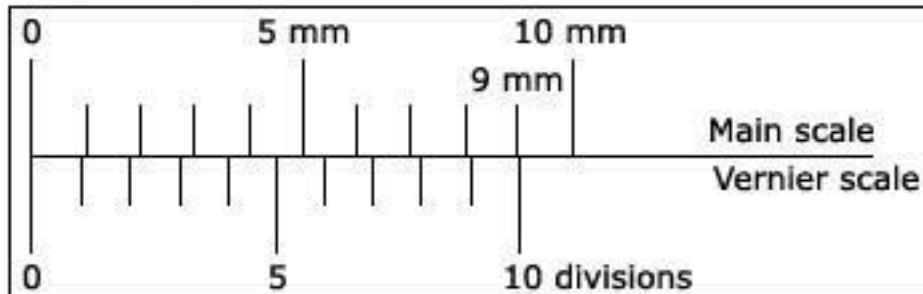
Príčiny: toto malé vychýlenie môže spôsobiť dvoch vinníkov:

- Excentrická kalibrácia: podobne ako mierne ohnuté pravítko, posuvné meradlo nemusí byť počas výroby dokonale nastavené.

Online Learning Engineering Environment  
2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

- Nárazy a otras: hrubé zaobchádzanie môže posunúť časti posuvného meradla z rovnováhy, podobne ako silný náraz vetra môže ohnúť krehké pravítko.

## Zero Error



Obrázok vyššie ukazuje posuvnú stupnicu spolu s hlavnou stupnicou

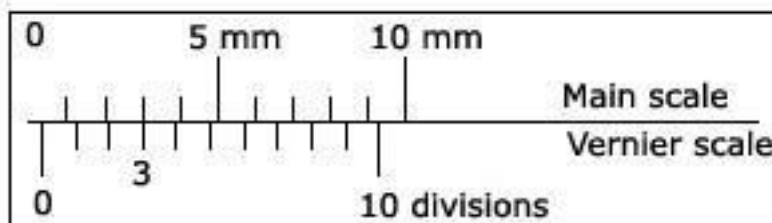
Existujú dva typy nulových chýb, ktoré sú:

- Kladná nulová chyba
- Záporná chyba

### Kladná nulová chyba

V prípade kladnej nulovej chyby je odčítanie kladné a vzdialené od skutočného odčítania 0,00 mm. To znamená, že ak je v tomto prípade odčítanie 0,06 mm, potom je nulová chyba +0,06 mm.

## Positive Error



### Záporná nulová chyba

V prípade zápornej nulovej chyby je odčítanie záporné a vzdialené od skutočného odčítania 0,00 mm. To znamená, že ak je v tomto prípade odčítanie 0,06 mm, potom je nulová chyba -0,06 mm.

### Nulová chyba pri posuvných meradlách

Predstavte si nehodu medzi "nulovými čiarami" posuvného meradla - to je nulová chyba. Stáva sa to, keď zatvoríte čeluste (nič medzi nimi), ale posuvná stupnica neukazuje nulu. Táto nehoda môže byť v dvoch smeroch:

- Posuvník "príliš ďaleko vpredu" (kladná chyba): predstavte si posuvnú stupnicu ako pravítko, ktoré je mierne pred hlavnou stupnicou. To znamená, že posuvné meradlo ukazuje malé meranie aj keď tam nič nie je.

Online Learning Engineering Environment  
2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

- Posuvník "zaostáva" (záporná chyba): Predstavte si posuvnú stupnicu ako pravítko, ktoré je za hlavnou stupnicou. Posuvné meradlo neregistruje nič, aj keď medzi čelustami môže byť v skutočnosti malá medzera.

V prípade posuvného meradla sa nulová chyba vypočíta pomocou vzorca:

**Skutočné odčítanie = Hlavná stupnica + Posuvná stupnica**

## Časté chyby pri čítaní meraní posuvným meradlom

Hoci sa použitie posuvného meradla môže zdať jednoduché, existuje niekoľko vecí, ktoré vás môžu zmiestiť. Tu je návod na časté chyby a ako sa im vyhnúť:

- **Nesúhlasné nuly:** je to ako mať pravítko, kde sa značky "0" pri zatvorení nezhodujú. Pred meraním dôkladne skontrolujte, či sa nula na noniovej stupnici presne zhoduje s nulovou čiarou na hlavnej stupnici.
- **Záludné uhly:** pozorovanie posuvného meradla z uhla môže spôsobiť paralaxovú chybu, akoby magický trik, ktorý zamieňa vaše vnímanie. Aby ste tomu zabránili, pozerajte sa priamo na noniovú a hlavnú stupnicu a uistite sa, že váš zrak je kolmý na ne.
- **Drama s desatinnou čiarkou:** nóniová stupnica má svoju vlastnú desatinnú čiarku a môže byť zradná. Dávajte pozor, kde sa nachádza na hlavnej stupnici. Trafí presne na čiaru alebo spadne medzi ne? Správne prečítanie tohto je kľúčom k presnému meraniu.
- **Prevrátený zmätko:** nóniová stupnica má špecifický spôsob, ako by mala byť otočená. Uistite sa, že je správne umiestnená, aby ste mohli ľahko čítať čísla a značky. Predstavte si, že stupnica hladko kľže vedľa hlavnej stupnice, nie hore nohami alebo v čudnom uhle.
- **Chvenie čelustí:** ak čeluste nie sú čisté alebo správne zarovnané, vaše merania budú chybné. Vyčistite čeluste a uistite sa, že sa dokonale zatvárajú. Ak sú šikmé, posuvné meradlo môže potrebovať údržbu.
- **Zanedbanie nulovej chyby:** rovnako ako váha, ktorá potrebuje kalibráciu, aj posuvné meradlá môžu vyvinúť nulovú chybu. To znamená, že aj bez niečoho medzi čelustami môže zobrazíť malé meranie. Pravidelne kontrolujte nulovú chybu zatvorením čelustí a skontrolovaním, či sa nuly zhodujú. Ak nie, zohľadnite túto chybu pri ďalších meraniach.

## Využitie posuvných meradiel

Posuvné meradlá sa používajú v rôznych aplikáciách, vrátane:

- **Presné stavanie:** posuvné meradlá sú základným nástrojom vo výrobe na zabezpečenie presnej veľkosti dielov.
- **Inžinierstvo s presnosťou:** od mostov po roboty sa inžinieri spoliehajú na posuvné meradlá na presné meranie konštrukcií a komponentov.
- **Veda podľa čísel:** vedci používajú posuvné meradlá na experimenty, pričom vykonávajú presné merania objektov na podporu svojich objavov.
- **Správna konštrukcia:** či už ide o rámovanie domu alebo kladenie potrubia, stavebníci závisia od posuvných meradiel pre presné meranie materiálov.



## Bezpečnostné opatrenia

- **Udržujte ho v dobrom stave:** vždy používajte posuvné meradlo, ktoré je v dobrom prevádzkovom stave. Chybný nástroj môže viesť k nepresným meraniam a potenciálnym bezpečnostným rizikám.
- **Na veľkosti záleží:** uistite sa, že meraný objekt sa zmestí do rozsahu posuvného meradla. Pokus o stlačenie niečoho príliš veľkého alebo malého môže poškodiť posuvné meradlo alebo spôsobiť zranenie.
- **Ostré hrany? Dávajte si pozor!** Nepoužívajte posuvné meradlo na ostré alebo špicaté predmety. Tie by mohli poškodiť prístroj alebo spôsobiť rezné riziko.
- **Udržujte ho v chlade (alebo teple):** extrémne teploty môžu ovplyvniť posuvné meradlo aj meraný objekt. Vyhnite sa používaniu na veľmi horúcich alebo studených objektoch.
- **Bezpečné uloženie je kľúčové:** keď skončíte, uložte posuvné meradlo na bezpečnom mieste, aby ste zabránili poškodeniu a udržiavali ho mimo dosahu.

## Ako používať posuvné meradlo

1. **Vyberte správne čeluste:** v závislosti od toho, čo meriate (šírka, vnútorný priemer alebo hĺbka), použite vhodnú sadu čelustí.
2. **Posuňte noniovú stupnicu:** posuňte posuvnú čelusť, kým meraný objekt nepasuje pevne medzi čeluste. Nóniová stupnica sa bude posúvať po hlavnej stupnici.
3. **Prečítajte si hlavnú stupnicu:** nájdite značku na hlavnej stupnici, ktorá sa najviac zhoduje s nulovou značkou na noniovej stupnici. Táto celočíselná hodnota predstavuje milimetre alebo centimetre vášho merania.
4. **Prečítajte si noniovú stupnicu:** teraz identifikujte značku na noniovej stupnici, ktorá sa dokonale (alebo najbližšie) zhoduje so značkou na hlavnej stupnici. Táto hodnota predstavuje zlomkovú časť vášho merania v milimetroch alebo centimetroch (v závislosti od rozlíšenia posuvného meradla, typicky 0,1 mm alebo 0,05 mm).
5. **Pridajte hodnoty:** ak chcete získať konečné meranie, pridajte celočíselnú hodnotu z hlavnej stupnice (krok 3) k zlomkovej hodnote z noniovej stupnice (krok 4).

Napríklad: ak sa značka 5 mm na hlavnej stupnici zhoduje s nulovou značkou na noniovej stupnici a tretia značka na noniovej stupnici sa zhoduje so značkou na hlavnej stupnici, vaše meranie je:

- Hlavná stupnica: 5 mm
- Nóniová stupnica: 0,3 mm (pretože tretia značka predstavuje tri delenia po 0,1 mm)
- Celkové meranie: 5 mm + 0,3 mm = 5,3 mm

Tipy:

- Jemne posúvajte čeluste, aby ste nepoškodili meraný objekt.
- Uistite sa, že noniová stupnica je čistá a bez nečistôt.
- Vykonajte viacero meraní pre presnosť a zaznamenajte priemer.
- Zvážte použitie lupy na presnejšie čítanie noniovej stupnice.



## Ako merať posuvným meradlom?

Meranie posuvným meradlom sa môže zdať zložité, ale postupujte podľa týchto krokov a budete profesionálom v žiadnom momente!

### Krok 1: Kontrola nuly

- Najprv sa uistite, že vaše posuvné meradlo je pripravené na akciu. Zatvorte čeluste úplne bez toho, aby ste medzi ne niečo dali.
- Pozrite sa na dve stupnice: hlavnú stupnicu a noniovú stupnicu. Ideálne by sa mala nulová značka na noniovej stupnici dokonale zhodovať s nulovou značkou na hlavnej stupnici. To zaisťuje, že žiadna "nulová chyba" neovplyvňuje vaše merania.

### Krok 2: Predstavujeme objekt

- Teraz si povedzme, že chcete zmerať guľu. Položte guľu medzi čeluste posuvného meradla.

### Krok 3: Magická hlavná stupnica

- Zarovnajzte značku 0 na noniovej stupnici s ľubovoľnou celočíselnou značkou na hlavnej stupnici. Toto celé číslo je vaše čítanie hlavnej stupnice.

### Krok 4: Tajomstvá noniovej stupnice

- Pozrite sa pozorne na noniovú stupnicu. Mala by byť jedna čiara na noniovej stupnici, ktorá sa dokonale (alebo takmer dokonale) zhoduje s čiarou na hlavnej stupnici. Poloha tejto čiary na noniovej stupnici vám poskytuje čítanie noniovej stupnice.

### Krok 5: Veľké odhalenie!

- Nakoniec pridajte hodnotu z hlavnej stupnice (celočíselnú hodnotu) k hodnote z noniovej stupnice (desatinnú časť), aby ste získali konečné meranie!

Pamätajte: nóniová stupnica spresňuje meranie z hlavnej stupnice, čo vám umožňuje robiť veľmi presné merania.

## Úlohy na používanie posuvného meradla

Použite naše online laboratórium na riešenie úloh: <https://lab.oleeproject.eu/#>

**Úloha č. 1:** Posuvné meradlo bez chyby nuly sa používa na meranie priemeru valca. Nula noniovej stupnice sa nachádza medzi 4,20 cm a 4,25 cm na hlavnej stupnici. Nóniová stupnica pozostáva z 50 dielikov, ktoré zodpovedajú 2,45 cm. Jedenásta deliaca čiarka na noniovej stupnici sa presne zhoduje s jednou z deliacich čiarok na hlavnej stupnici. Aký je priemer valca?

**Úloha č. 2:** Posuvné meradlo sa používa na meranie priemeru valca. Hlavná stupnica posuvného meradla je kalibrovaná v milimetroch a zistí sa, že 15 dielikov na hlavnej stupnici zodpovedá dĺžke 20 dielikov na noniovej stupnici. Pri meraní priemeru je odčítok na hlavnej stupnici 45 dielikov a ôsma deliaca čiarka na noniovej stupnici sa zhoduje s deliacou čiarou na hlavnej stupnici. Určite najmenšiu mierku posuvného meradla a polomer valca.

## Postup riešenia úloh

### Úloha č. 1:

2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.



Posuvné meradlo bez nulovej chyby sa používa na meranie priemeru valca. Nula noniovej stupnice sa nachádza medzi 4,20 cm a 4,25 cm na hlavnej stupnici. Nóniová stupnica pozostáva z 50 dielikov, ktoré zodpovedajú 2,45 cm. Jedenásty dielik na noniovej stupnici sa presne zhoduje s jedným z dielikov na hlavnej stupnici. Aký je priemer valca?

**Riešenie:** Na určenie priemeru zvažujeme nasledujúce informácie:

- Najmenší dielik na hlavnej stupnici = 0,05 cm (4,25 – 4,20)
- Odčítanie na hlavnej stupnici = 4,20 cm
- Zhoda na noniovej stupnici = 11
- Najmenšia mienka =  $0,05 - 2,45/50 = 0,001$  cm

Pomocou týchto hodnôt:

- Priemer = Odčítanie na hlavnej stupnici + (Zhoda na noniovej stupnici × Najmenšia mienka)
- Priemer =  $4,20 + 11 \times 0,001$
- Priemer = 4,211 cm

**Teda priemer valca je 4,211 cm.**

### Úloha č. 2:

Posuvné meradlo sa používa na meranie priemeru valca. Hlavná stupnica posuvného meradla je kalibrovaná v milimetroch a zistí sa, že 15 dielikov na hlavnej stupnici zodpovedá dĺžke 20 dielikov na noniovej stupnici. Pri meraní priemeru je odčítanie na hlavnej stupnici 45 dielikov a ôsmy dielik na noniovej stupnici sa zhoduje s dielikom na hlavnej stupnici. Určite najmenšiu mierku posuvného meradla a polomer valca.

**Riešenie:**

(i) Na určenie najmenšej mierky:

- Delenie hlavnej stupnice (DHS) = 0,1 cm
- 20 dielikov na noniovej stupnici (DNS) = 15 DHS

Preto:

- $DNS = (19/20) DHS = (15/20) \times 0,1 \text{ cm} = 0,075 \text{ cm}$
- Najmenšia mienka = DHS - DNS

Online Learning Engineering Environment  
2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

- Najmenšia mienka = 0,1 cm - 0,075 cm
- Najmenšia mienka = 0,025 cm

Teda najmenšia mienka posuvného meradla je 0,025 cm.

(ii) Na určenie polomeru:

- Odčítanie na hlavnej stupnici = 45 mm = 4,5 cm
- Priemer = Odčítanie na hlavnej stupnici + (zhoda na noniovej stupnici × najmenšia mienka)
- Priemer = 4,5 cm + (8 × 0,025 cm)
- Priemer = 4,5 cm + 0,2 cm
- Priemer = 4,7 cm
- Polomer = Priemer/2 = 4,7/2 = 2,35 cm

**Teda polomer valca je 2,35 cm.**