

Praktická geometrie

4. Měření, měřítko a míry

In: Pavel Potužák (author): Praktická geometrie. Část první. (Czech). Praha: Jednota českých matematiků a fyziků, 1945. pp. 41–50.

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/403119>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



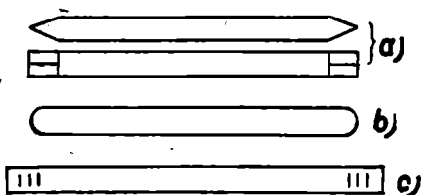
This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

4. MĚŘENÍ, MĚŘÍTKA A MÍRY

V praktické geometrii měříme různé veličiny a výkon, kterým zjišťujeme jejich velikost v jednotkách téhož druhu, nazýváme měřením. Jednotku, v níž vyjadřujeme měřenou veličinu, nazýváme mírou. V geodesii měříme délky a úhly, určujeme velikost ploch a tak máme míry délkové, úhlové a plošné. V některých případech měříme též čas, teplotu, vlhkost a tlak vzduchu.

Délkové míry se nanášejí na tyče kovové, dřevěné, skleněné a tak dostáváme měřítka. Měřítka užívaná v poli jsou nazývána též měřidly a jsou zhotovena jako ocelová nebo tkaničnová pásma, dřevěné latě a dříve též měřické řetězce.

Měřítka dělíme na dva druhy, koncová a čárková. Při koncovém měřítku je délka obsažena mezi oběma koncovými plochami nebo brity a u měřítka čárkového mezi dvěma čárkami vpravo-tyčmi kolmo k podélné ose měřítka (obr. 46).



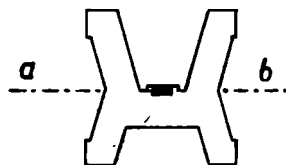
Obr. 46. Délková měřítka.

4.1. Soustavy měr délkových a plošných. Dříve měl každý stát, země a případně i kraj svoji soustavu měr délkových a i když základní jednotka byla stejně pojmenovaná, byla různě dlouhá. Tato nejednotnost byla v našich zemích odstraněna v roce 1756, kdy vídeňský sáh byl prohlášen za jednotku délkovou a tím byla odstraněna nesnáze v převádění délkových měr mezi zeměmi. Pro srovnávání výsledků vědeckých prací i v běžném životě mezi jednotlivými státy trvala nesnáze dále, neboť každý stát měl opět svoji jednotku. Teprve zavedením metrické soustavy v mezinárodních stycích i uvnitř států byla délková míra uvedena na společný základ. V našich zemích se tak stalo v roce 1876.

Míra metrická. Dnešní zákonitá jednotka metr měla být 10 000 000-tou částí zemského kvadrantu. Poněvadž potřebná

měření stupňová byla vykonána v jednotce staré francouzské míry — toise — obdržel metr definici podle této toisy (peruánské) a jeho délka $1 \text{ m} = 0,513\,073\,98$ toisy. První metr nanesený na platinovou tyč o průřezu obdélníkovém ($25 \times 4 \text{ mm}$) se nazývá dnes archivním metrem (mètre des archives). Při 0° udává $443,296$ pařížských čárek původního měřítka toise de Pérou, která byla ze železa, při 13° R . Je to měřítko koncové a představuje jednotku vázanou na toise de Pérou.

Podle tohoto měřítka byla zhotovena ze slitiny, platiny a iridia v poměru $9 : 1$ dokonalejší měřítka čárková ve tvaru tyče o průřezu velmi únosném (obr. 47). Těchto měřítek bylo zhotoveno 30



Obr. 47. Kolmý řez národním prototypem délkového měřítka.

kolmo k ose tyče v rovině ab neutrálních vláken. Tím byla odstraněna původní neudržitelná definice metru, neboť každé stupňové měření by poskytovalo jinou délku zemského kvadrantu a to by mělo za následek, že by se musela měnit i délka metru, třeba jen ve velmi malých mezích.

Podle národního prototypu se zhotovují měřítka normální, opět se vší pečlivostí; jež potřebují státní a vědecké ústavy, jakož i mechanické dílny. Těchto měřítek se používá jen k zhotovení (srovnání) dalších měřítek kontrolních, u nichž se udává vztah jen k normálnímu měřítku při určité teplotě.

Srovnávání normálních a kontrolních měřítek se děje komparátory. Mezinárodní komise se usnesla v roce 1872 zavést čárková měřítka za měřítka normální, neboť dotykem měřítka s pákami komparátoru trpí konce měřítek a tomuto nedostatku je čeleno u měřítek čárkových.

Nejužívanější *délkové míry metrické* jsou:

megametr	=	Mm	=	1 000 000	m
kilometr	=	km	=	1 000	m
hektometr	=	hm	=	100	m
dekametr	=	dkm	=	10	m

decimetr	= dm	=	0,1 m = 10 cm
centimetr	= cm	=	0,01 m = 10 mm
milimetr	= mm	=	0,001 m
mikron	= μ	=	0,001 mm
milimikron	= $\mu\mu$	=	0,001 μ
angstrom	= Å	=	0,1 $\mu\mu$ = 0,000 000 1 cm.

Plošné míry metrické jsou:

čtvereční metr	=	1 m ²
ar	=	1 a = 100 m ²
hektar	=	100 a = 10 000 m ²
čtvereční kilometr	=	100 ha = 1 000 000 m ² .

Plochy menší než 1 m² vyjadřujeme buď v desetinném zlomku čtverečního metru nebo ve čtverečních decimetrech dm², centimetrech cm² a pod.

Míra sáhová. Vedle míry metrické užívá se u nás ještě míry sáhové; je proto důležité uvést souvislost mezi oběma. Základní jednotka sáh (°) se dělí na 6 stop ('), stopa na 12 palců (") a palec na 12 čárek (").

V míře metrické platí pro sáh:

1 vídeňský sáh	= 1° = 6' = 72" = 1,896 484 m
1 vídeňská stopa	= 1' = 12" = 0,316 081 m
1 vídeňský palec	= 1" = 0,026 340 m = 12"
1 vídeňská čárka	= 1" = 0,002 195 m
1 rakouská (pošt.) míle	= 4000° = 7,585 936 km.

Plošnou jednotkou v míře sáhové je jitro. Je to čtverec o straně 40° s výměrou 1600 □°. Polovina jitra se nazývá korec (strych), třetina jitra je míra nebo měrice.

1 jitro	= 1600 □° = 0,575 464 2 ha \doteq 57 a 55 m ²
1 korec	= 800 □° = 0,287 732 1 ha \doteq 28 a 77 m ²
1 míra	= 533 $\frac{1}{3}$ □° = 0,191 821 4 ha \doteq 19 a 18 m ²
1 čtv. sáh	= 1 □° = 3,596 652 m ²
1 čtv. rakouská míle	= 57,546 42 km ² .

Staré míry české. U nás byl původní mírou pražský čili český loket. Jeden jeho prototyp je dosud zazděn u vchodu do novoměstské věže. Zemský provazec měřil původně 42 loktů a po

shoření zemských desk v roce 1541 byla jeho délka změněna na 52 loktů. Je tu patrná shoda mezi délkou zemského provazce s délkou jedné rovníkové vteřiny, neboť

$$\begin{aligned} 52 \text{ loktů} &= 30,877 \text{ 6 m} \\ 1 \text{ rovníková vteřina} &= 30,863 \text{ 3 m.} \end{aligned}$$

Shoda svádí k domněnce, že pražský loket byl odvozen z nějakého měření Země.

Jiné délkové jednotky.

$$\begin{aligned} 1 \text{ námoří míle} &= 1 \text{ poledníková min.} = 1,852 \text{ 01 km} \\ 1 \text{ rakouská námoř. míle} &= 1 \text{ rovníková min.} = 1,855 \text{ 11 km} \\ 1 \text{ zeměpisná míle} &= 4 \text{ rak. námoř. míle} = 7,420 \text{ 44 km.} \end{aligned}$$

4.2. Míry úhlové. Velikost úhlů se udává buď

a) v míře obloukové (absolutní), v níž se provádí analytické výpočty a proto se jmenuje někdy analytickou mírou nebo
b) v míře stupňové.

V obloukové míře má plný úhel hodnotu 2π , přímý π a pravý $\frac{1}{2}\pi$. Stupňovou míru udáváme v dělení šedesátinném (sexagesimálním) nebo v setinném (centesimálním).

V šedesátinném dělení dělíme plný úhel na 360° (stupňů), 1° na $60'$ (minut) a $1'$ na $60''$ (vteřin). Úhly menší než $1''$ vyjadřují se desetinným zlomkem vteřiny. V setinném dělení má plný úhel 400 gradů a označují se g. Pravý úhel se označuje D a má 100^g . Menší hodnoty než 1^g se vyjadřují ve tvaru desetinného zlomku:

$$\begin{aligned} 0,1^g &= 1 \text{ decigrad se značkou dg} \\ 0,01^g &= 1 \text{ centigrad se značkou cg nebo setinná minuta } ', c \\ 0,001^g &= 1 \text{ miligrad se značkou mg} \\ 0,0001^g &= 1 \text{ decimiligrad se značí dmg nebo setinná vteřina } '', cc. \end{aligned}$$

Převody úhlových měř. Úhly vyjádřené v šedesátinném dělení převedou se do setinného dělení podle těchto vztahů:

$$\begin{aligned} 10^g &= 9^\circ \\ 1^g &= 54' = 0,9^\circ \\ 1^{cg} &= 1' = 0,09^\circ = 0,54' = 32,4'' \\ 1^{dmg} &= 1'' = 0,00009^\circ = 0,0054' = 0,3240''. \end{aligned}$$

Podobně naopak je:

$$\begin{aligned} 1^\circ &= 1,000 \text{ 000 } 0^g = 1,111 \text{ 111 } 11^g \\ 1' &= 0,016 \text{ 666 } 7^g = 0,018 \text{ 518 } 52^g = 1,852' \\ 1'' &= 0,000 \text{ 277 } 8^g = 0,000 \text{ 308 } 64^g = 3,086''. \end{aligned}$$

Uvedená čísla se užijí s výhodou pro převod na počítačím stroji. Jinak lze užítí převodní tabulky.

Obloukovou míru převádíme na stupňovou podle vztahu plynoucího z obr. 48:

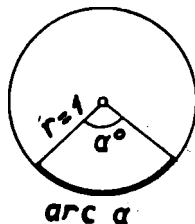
$$\text{arc } \alpha : \alpha^\circ = 2\pi : 360^\circ$$

$$\alpha^\circ = \frac{360}{2\pi} \text{ arc } \alpha = \varrho^\circ \text{ arc } \alpha, \text{ kdež }'$$

$$\varrho^\circ = \frac{360}{2\pi} = 57,295\ 78^\circ$$

$$\varrho' = \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi} = 60\varrho^\circ = 3437,75' \doteq 3438'$$

$$\varrho'' = \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi} = 60\varrho' = 206\ 264,81 \doteq 206\ 265''$$



Obr. 48. Absolutní míra úhlová arc α .

Obráceně platí

$$\text{arc } \alpha = \frac{\alpha^\circ}{\varrho^\circ} = \frac{\alpha'}{\varrho'} = \frac{\alpha''}{\varrho''}.$$

Někdy se označení „arc“ vynechává a píšeme $\alpha = \frac{\alpha^\circ}{\varrho^\circ} = \text{atd.}$ Číslo ϱ se nazývá radián.

V setinném dělení se součinitelé rovnají:

$$\varrho^g = \frac{400^g}{2\pi} = 63,661\ 977^g = 6366,1977^{cg} = 636\ 619,77^{dmg}.$$

Převrácenou hodnotu radiánu ϱ lze někdy nahraditi $\sin 1''$ nebo $\text{tg } 1''$, jde-li o malou úhlovou hodnotu. Můžeme položit

$$\frac{1}{\varrho''} = \text{arc } 1'' = \sin 1'' = \text{tg } 1'' \quad \text{nebo } \varrho'' = \frac{1}{\sin 1''} = \frac{1}{\text{tg } 1''}.$$

Podle toho je délka oblouku

$$\text{arc } 1^\circ = \frac{1}{\varrho^\circ} = 0,017\ 453\ 292, \quad \text{arc } 1^g = 0,015\ 707\ 96,$$

$$\text{arc } 1' = \frac{1}{\varrho'} = 0,000\ 290\ 888, \quad \text{arc } 1^{cg} = 0,000\ 157\ 08,$$

$$\text{arc } 1'' = \frac{1}{\varrho''} = 0,000\ 004\ 848, \quad \text{arc } 1^{dmg} = 0,000\ 001\ 57.$$

1

4.3. Přístroje a pomůcky k přímému měření délek. Měřením délky se rozumí zjišťování, kolikrát je délka použité jednotky obsažena v měřené vzdálenosti a kolik činí zbytek. Při měření vodorovných délek je důležité, aby měřidlo bylo kladeno vodorovně ve svislé rovině dané tížnicemi jdoucími počátečním a koncovým bodem měřené délky.

Polními měřítky neboli měřidla jsou latě a měřická pásma, která jsou vyráběna z tkaninových nebo ocelových, případně mosazných stuh. V minulosti bylo užíváno též měřických řetězců, měřických kol a polních kruzítek.

K stanovení správné délky měřidla před měřením se užívá dvou kontrolních (normálních) měřitek ocelových s břity, jeden metr dlouhých. Správnost délky měřidla se zjišťuje kladením obou metrů za sebou podél napjatého měřidla ve vodorovné rovině nebo podél čáry na podlaze nebo na kolejnici. Počátek a konec měřidla se vyznačí tužkou, ryskou a pod. Kladením metrů zjistíme, zda je délka měřidla správná nebo o kolik je delší nebo kratší než určitý počet položení kontrolních metrů. Případný rozdíl zjistíme milimetrovým měřítkem. K témuž účelu lze užítí bronzová nebo invarová pásma 4 m dlouhá.

Latě (obr. 49). Měřické latě jsou dřevěné tyče dlouhé 2 až 5 metrů. Jsou obdélníkového nebo oválného průřezu. Zhoto-



Obr. 49. Měřická lať.

vují se z dobrého a vyschlého dřeva, nejčastěji jedlového. Napouštějí se olejem nebo se natírají olejovou barvou nebo lakem, aby netrpěly vlhkostí vzduchu; tak se předchází změnám v jejich délce. Latě jsou na obou koncích okovány tupě nebo jsou opatřeny břity. Podélný průřez je u mnohých latí směrem ke středu latě zesílen, aby se zabránilo průhybu. Délka latě je dělena po decimetrech, každý decimetr je očíslován a u některých je každý metr jinak zbarven. Koncové decimetry jsou děleny na centimetry. K urovnání latě do vodorovné polohy slouží libela zapuštěná u jednoho konce do dřeva; k její ochraně je na lati kovový závěr. Není výhodné, je-li libela uprostřed latě. Není-li lať opatřena libelou, lze

užití libely stolní, která se na jednom konci při vodorovném uložení latě připevní po dobu měření.

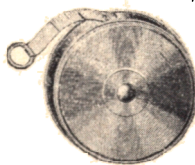
Na druhém konci latě je často kroužek k provlečení šňůry olovnice a kovová botka je opatřena rýhou, aby se šňůra při provažování vodorovné latě ve sklonitém území nesmekala. Tím je poloha šňůry zajištěna a olovnici lze podle potřeby zdvihati nebo spouštěti.

Někdy se k měřické lati přidávají jedna nebo dvě třímetrové svislé latě s centimetrovým dělením a s pojízdnými objímkami k uložení vodorovné latě do vodorovné polohy (obr. 50). Celek tvoří soupravu profilovacích nebo vážních latí a slouží současně k měření délkovému i výškovému.

Délka latě musí být přesně zjištěna kontrolním metrem, neboť lať delší nebo kratší o 2 mm může být příčinou hrubých chyb v měření. Na př. lať pětimetrová je o 2 mm kratší a byla položena 20krát do směru. V měření délky 100 m dlouhé byla nesprávnou délkou latě způsobena již chyba 4 cm a o tuto hodnotu bylo naměřeno více. Výsledky měření je nutno opravit.

Při výrobě latí dřevěných může být odchylka od správné délky 4 a 5 metrové nanejvýše ± 3 mm, u 2 m latí $\pm 1,5$ mm. Se zjištěnou odchylkou počítáme a výsledky měření opravujeme.

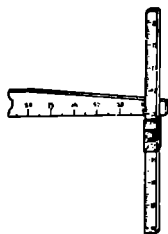
Pásmo tkaninové (obr. 51). Tkaninová pásma jsou k dostání v délce 10 nebo 20 m, lze objednat i též 30 a 50 m dlouhá.



Obr. 51. Tkaninové pásmo.

Jsou dělena po centimetrech a mnohá jsou vyráběna z olejované látky propletené drátky, aby se nesrážela. Navíjejí se do kožených pouzder. Tkaninová pásma se delším používáním protahují a vlivem vlhka srážejí a proto se jich užívá jen k měření krátkých délek a při měření menší přesnosti.

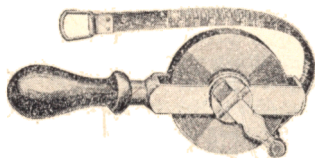
Místo tkaninových pásem se pro přesnější měření užívá pásem ocelových, která mají buď vidlici s rukojetí (chybně



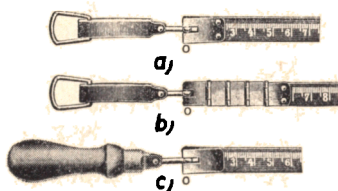
Obr. 50. Část soupravy profilovacích latí.

zvaná malá pásma), nebo jsou navinuta na kovovém kruhovém pásu (chybně zvaná velká pásma).

Pásma na vidlici s rukojetí (obr. 52). Ocelová pásma jsou trvalá, vyžadují však opatrného zacházení, aby se při měření nekličkovala a nelámala. Jsou k dostání 20, 30 a i vícemetrová. Nejúčelnější jsou 20 m dlouhá a dobře vyhovují ještě 30metrová. Jsou dělena po centimetrech a každý decimetr je očíslován. Pouze první decimetr je dělen na milimetry. Dělení je buď jen na jedné nebo na obou stranách podle způsobu leptání čísel a čárek (je-li provedeno do hloubky nebo do výšky). Navíjejí se na vidlici. Přetržená pásma se dají spravit



Obr. 52. Pásma na vidlici s rukojetí.



Obr. 53. Počátek pásma na vidlici.

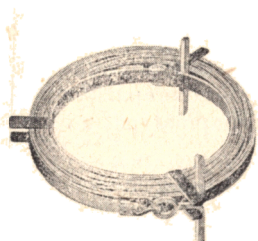
a je-li správnka provedena odborně, lze jich použít bez obav k dalšímu měření po přezkoušení kontrolními metry.

Při měření ve svahovitém území se drží jeden konec pásma na zemi v bodě a druhý konec se při napjatém pásmu provažuje olovnicí na povrch území. Měření je lépe prováděti po svahu, kdy počátek pásma se drží přímo v bodě a konec se lépe napne. Měření proti svahu je obtížnější, neboť počátek i konec pásma se musí provažovat olovnicí. Je-li měřená vzdálenost kratší než délka pásma, drží se jeden konec v bodě a druhým se pohybuje ve směru nahoru a dolů a nejmenší čtený údaj je správná vodorovná délka, neboť jen při vodorovném pásmu je nejmenší čtení.

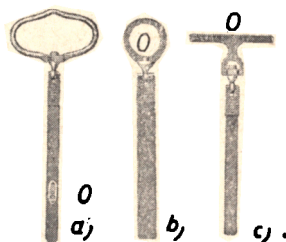
Pásma se navíjí kličkou. Začátek dělení se buď shoduje s počátkem pásma nebo je na pásmu v jisté vzdálenosti od

kraje. V prvním případě je pásmo ukončeno kloubem nebo řetízkem z mosazných článků, jak ukazuje obr. 53a, b, c. Pásmo s počátkem dělení v jisté vzdálenosti od kraje se nehodí k měření délek mezi kouty budov, neboť se snadno zlomí.

Pásmo na kruhu (obr. 54). K měření větších délek používá se silnějších ocelových pásem, která se musí více napínati. Navíjejí se na železný kruhový pás o větším průměru. Číslování metrů je provedeno buď jen po jedné straně nebo po obou a stejnosměrně nebo protisměrně. K vyloučení omylů při odčítání je lépe užívati jen pásma stejnosměrně děleného



Obr. 54. Pásmo na kruhu.



Obr. 55. Počátek a ukončení pásma na kruhu.

a při měření dodržovati zásadu, aby počátek dělení byl vždy vzadu a konec vpředu. Decimetrové dílky jsou označeny dírkami, půlmetrové mosaznými kruhovými plíšky bez čísel a metrové dílky jsou vyznačeny obdélníkovými plíšky větších rozměrů a s čísly metrů. Centimetry se při odčítání odhadují. Ocelový plech je 10 až 28 mm široký a až 0,5 mm silný. Začátek i konec dělení je buď na pásmu vyznačen nebo se shoduje s celkovou délkou pásma. V tomto případě je pásmo ukončeno buď kroužky nebo rukojetmi ve tvaru písmene T (obr. 55a, b, c). Při rukojetovém ukončení je počátek i konec dělení v hranách rukojetí a při kroužkovém ukončení je vyznačeno na obvodu kroužků čárkami. Rukojetové i kroužko-

vé ukončení se napínáním pásma za delší dobu vytahuje a tím se mění délka pásma. Doporučuje se proto občas prováděti zkoušku jeho správné délky.

Pásma se napíná buď ručně nebo se užívá napínacích hůl (napínaček) (obr. 56). Hůle se upevní k pásmu provazy; při měření menší přesnosti lze oky provléci napínací hůle.

Napínačky se zabodnou do země a nakláněním jich od pásma ve směru měřené délky se pásmo napne tak, až zmizí jeho zřetelné prohnutí. Mnohde užívají k napínání pásem pružinového siloměru, který není nic jiného než pérová váha (obr. 57). Táhnutím rukojeti siloměru spojeného s pásmem se stahuje spirální pero až nýtek narazí na přepážku v pouzdře, což znamená, že je pásmo napínáno určitou silou, odpovídající poloze přepážky. Přepážku lze měnit a tím lze napínati pásmo



56.



57.



58.

Obr. 56. Napínací hůl. — Obr. 57. Pružinový siloměr. —
Obr. 58. Souprava měřických jehel.

silou předem volenou. Kontrolními metry lze stanoviti správnou délku pásma při určitém napínání siloměrem.

Při měření délek pásmem nebo latí se užívá k označování promítnutých konců měřidla na zemi měřických hřebů čili jehel, jichž sada čítá 10 kusů se dvěma kroužky k navlékání (obr. 58). Jeden kroužek má pomocník vpředu se všemi jehlami, jež při měření postupně zapichuje do země a druhý kroužek má pomocník vzadu, který sbírá zapíchnuté jehly při každém poponášení měřidla vpřed. Je-li délka větší než desetinásobné položení měřidla, předá zadní pomocník po de-

sátém položení všech svých devět jehel i s kroužkem dopředu a obdrží volný kroužek od předního pomocníka. Potom dodatečně předá i desátou jehlu, když jedenácté položení měřidla bylo označeno. Tak se počítají položení měřidla a součet jehel předního i zadního pomocníka musí činit stále deset kusů. Tím je dána záruka, že se nestane hrubá chyba v počtu položení. Je lépe užívatí jedenácti jehel místo deseti, neboť po jedenáctém položení předá zadní pomocník všech deset jehel najednou přednímu pomocníkovi a jedenáctá jehla udává první položení pásma v druhé desítce.

Někdy se při délkovém měření užívá místo jehel přiřadovacích pomůcek s dělením nebo s indexem, ukazujícím přesně místo pro přidržení počátku měřidla.

Při měření na tvrdé půdě jako na dlažbě ulic nebo na zdech se označuje konec pásma čárkou nakreslenou křídou, tužkou a pod. K čárce se položí jehla kolmo k směru měření tak, aby hrot byl ve směru měření.

Pásma na kruhu jsou vyráběna v délkách 20, 25, 30 a 50 m. Vzhledem k silnějšímu ocelovému plechu a větší váze se nejvíce užívá pásem dvacetimetrových. Pásmo padesátimetrové se hodí k měření v rovinném území.

Zkoušení délky pásma se nejlépe provádí na rovině nebo na kolejnici. Při napjatém pásmu si na rovině vyznačíme délku pásma čárkami, případně též směr délky. Nato klademe postupně kontrolní metry ve směru délky a zjistíme, je-li pásmo delší nebo kratší a o kolik.

Cejchování pásem provádí Ústřední inspektorát pro službu cejchovní v Praze. Pásmo 20 m dlouhé je podle cejchovních předpisů správné, neodchyluje-li se jeho délka od správné hodnoty o více než 3,5 mm. Tam, kde se vyžaduje zvýšené přesnosti, je nutno přihlížeti k odchylce pásma od správné délky a výsledky měření opravovat. Přesné srovnávání pásem nebo latí se provádí na komparátorech.