



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

**Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1**

**tel/fax: 221 082 254**

**e-mail: cms-zk@csvts.cz**

**www.csvts.cz/cms**

**Metodika provozního měření**

**MPM 1.1.4/01/18**

**Metodika měření na průměrných deskách**

**Praha**

**říjen 2018**

**Vzorový metodický postup** byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2018

Číslo úkolu: VII/3/18

**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 dílenské měření pomocí měřidel na ocelových, litinových a granitových průměrných deskách (dále desek), dle aplikace platných norem a ostatních metrologických předpisů na technické měření. Měřicí rozsah je omezený pouze velikostí průměrné desky. Průměrné desky se používají jako měřicí element při proměrování geometrických veličin na různých výrobních dílech nebo při kalibraci některých pracovních měřidlech a dále pro temperaci za účelem dosažení referenční teploty. Odečet hodnoty od měřicí roviny je dán druhem použitého měřidla může být analogový nebo digitální.

## 2 Související normy a metrologické předpisy

|                      |   |       |
|----------------------|---|-------|
| ČSN 25 5500          | Kontrolní a rýsovací nářadí. Průměrné desky, hranoly, rýsovací podložky a podpěry - Přehled   | [L1]  |
| ČSN 25 5502          | Kontrolní a rýsovací nářadí. Přesnost průměrných ploch desek a hranolů  | [L2]  |
| ČSN 25 5511          | Kontrolní a rýsovací nářadí. Průměrné desky žebrované   | [L3]  |
| ČSN EN ISO 12781-1   | Geometrické specifikace produktu (GPS) - Rovinnost - Část 1: Slovník a parametry rovinnosti   | [L4]  |
| ČSN EN ISO 12781-2   | Geometrické specifikace produktu (GPS) - Rovinnost - Část 2: Operátory specifikace  | [L5]  |
| DIN 876 Teil 1       | Prüfplatten aus Naturhartgestein Anforderungen Prüfung  | [L6]  |
| DIN 876 Teil 2       | Prüfplatten aus Gußeisernerne Anforderungen Prüfung   | [L7]  |
| ČSN EN ISO 3650      | Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Etalony délek - Koncové měrky  | [L8]  |
| ČSN EN ISO 9001      | Systémy managementu jakosti - Požadavky   | [L9]  |
| ČSN EN ISO 10012     | Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení  | [L10] |
| ČSN EN ISO/IEC 17025 | Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří  | [L11] |
| EA-4/02 M:2013       | Vyjádření nejistoty měření při kalibracích  | [L12] |
| ČSN EN ISO 14253-1   | Geometrické specifikace produktu (GPS) - Zkouška obrobků a měřidel měřením - Část 1: Pravidla rozhodování pro prokázání shody nebo neshody se specifikacemi | [L13] |
| ČSN EN ISO 14253-2   | Geometrické specifikace produktu (GPS) - Kontrola obrobků a měřicího vybavení měřením - Část 2: Návod pro odhad nejistoty měření, při kalibraci             | [L14] |

|              |   |       |
|--------------|---|-------|
| ČSN EN ISO 1 | měřicího vybavení a při ověřování výrobku<br>Geometrické specifikace produktu (GPS) -<br>Referenční teplota pro specifikace geometrických<br>A rozměrových vlastností | [L15] |
| ČSN 25 0051  | Normální teplota pro srovnávání měřených hodnot<br>závislých na teplotě   | [L16] |
| TNI 01 0115  | Mezinárodní metrologický slovník - Základní a<br>všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)   | [L17] |

### 3 Kvalifikace pracovníků provádějících měření

Kvalifikace pracovníků provádějících měření průměrných desek 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

**Příměrné desky** jsou v technické praxi definovány jako průměrné a rýsovací. Průměrné desky se používají jako měřicí základna při proměřování geometrických veličin na různých výrobních dílech nebo při kalibraci některých pracovních měřidlech a dále pro temperaci za účelem dosažení referenční teploty.

**Technická rovina** je skutečná rovina výrobku. Tato rovina, z výrobních důvodů, má proti rovině geometrické (ideální) určité úchytky. Velikost těchto úchytek je omezena mezními úchytkami.

**Kontrolní rovina** je pomocná rovina, od níž se vychází při měření, při zjišťování úchytek technické roviny od roviny geometrické. Tato rovina je aplikována při použití jako kalibračního zařízení kontrolního pravitka a koncových měrek.



**Úchylka rovinnosti** je součet maximální kladné a maximální záporné naměřené hodnoty v absolutní hodnotě.

Ostatní pojmy Termíny, definice a názvosloví jsou obsahem příslušných norem, které jsou uvedeny v kapitole č. 2.

## 5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení

- Průměrná deska potřebného rozsahu měření a třídy přesnosti,
- číselníkový úchylkoměr potřebného rozsahu měření a rozlišení,
- páčkový úchylkoměr potřebného rozsahu měření a rozlišení,
- držák úchylkoměrů pro uchycení nad měřeným předmětem,
- kontrolní měřicí válec kolmosti, 630 mm,
- sinusové pravítko,  $L = 200$  mm,
- posuvný výškoměr na vzduchovém polštáři, rozlišení potřebného rozsahu, 0,001 mm,
- sada koncových měrek pro kontrolní nastavení před samotným měřením, Sady (0,5 až 100) mm, případně sada koncových měrek (125 až 500) mm. Jde o pracovní etalon minimálně 5. sekundárního řádu a 2. třídy přesnosti,
- lupa se zvětšením 6x,
- teploměr dotykový (tělískový) s měřicím rozsahem min (16 až 26) °C s hodnotou dílku stupnice min 0,2 °C, popř. jiný teploměr obdobných parametrů, navázaný na etalon,
- teploměr prostorový s rozsahem min (10 až 30) °C s rozlišením min 1 °C,
- čisticí prostředky: technický benzín nebo jiné odmašťovací, utěrka.

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

## 6 Obecné podmínky měření – veličiny ovlivňující výsledky měření

Provozní měření pomocí úhlooměru pro strojírenství se provádí za těchto referenčních podmínek:

- teplota prostředí:  $(20 \pm 5)$  °C,

- teplotní rozdíl mezi měřidlem a měřeným předmětem max. 2 °C,
- klidné prostředí bez průvanu a nadměrné prašnosti,
- suché prostředí s relativní vlhkostí přibližně do 75 %.

Před měřením musí být úhloměr umístěný min. 1/2 hodiny poblíž měřeného předmětu.

Teplota měřeného předmětu a úhloměru musí být sobě blízká, kde teplota prostředí se zjišťuje před zahájením měření a po jeho skončení, popř. se kontrolují průběžně.

Ostatní podmínky prostředí nemají v rozumných mezích přímý vliv na výsledek měření a posuzují se subjektivně podle podmínek daného pracoviště.

## 7 Metrologické meze využití metody měření

Průměrné desky jsou v technické praxi definovány jako průměrné a rýsovací. Průměrné desky se používají jako měřicí element při proměření geometrických veličin na různých výrobních dílech nebo při kalibraci některých pracovních měřidel a dále pro temperování měřidla a obrobku (výrobku) za účelem dosažení referenční teploty.

Průměrné desky společně s vybraným měřidlem tvoří měřicí řetězec, kdy deska slouží pro ustavení obrobku a nastavení počátku měření a vybrané měřidlo měří zvolený parametr. Vhodné měřidla společně s použitím průměrné desky jsou výškoměr, číselníkový (digitální) úchylkoměr, univerzální úhloměr, koncové měrky, sinusové pravítko.

Drsnost povrchu by měla být do hodnoty  $Ra = 3,2 \mu\text{m}$  případně  $6,4 \mu\text{m}$ . Pro zaručení správnosti měření má být teplota měřených předmětů, měřidel i okolního prostředí blízká normální teplotě 20°C. Odchyly od normálních podmínek měření vedou vždy k zhoršení přesnosti měření a to i v případě, že jsou používány správné postupy měření a výsledky jsou na normální podmínky korigovány.

Normální teplota pro udávání výsledků délkových měření je 20°C. Pokud nemůže být normální teplota při měření dodržena, musí být výsledky měření na tuto teplotu přepočítány. K tomu je potřebné znát součinitele teplotní roztažnosti měřeného předmětu a nastavovací měrky.

## 8 Kontrola měřidla před použitím a příprava na měření

Překontroluje se, zda průměrná deska není mechanicky poškozená, desku vyčistíme utěrkou, popř. vatou a benzínem (roztokem pro granitové desky), provede se vizuální kontrola. Odstraní se hrubé nečistoty, zejména se zjistí případná poškození nebo koroze funkčních plochy (u litinových desek), u granitových desek se zjišťuje vady způsobené odloupením povrchu.

Příměrná deska, která vykazuje nedostatky, nelze dále k měření používat a je nutné ji předat ke kalibraci. Zkontroluje se označení průměrné desky evidenčním číslem a kalibrační značkou. Kalibrace měřidla musí být v době měření platná. Měřidlo s prošlou platností kalibrace nesmí být použito k měření a musí být znovu kalibrováno. Toto platí i pro použitá měřidla v kombinaci měření s průměrnou deskou.

Měřený předmět se umístí v prostoru, kde lze zajistit alespoň základní podmínky pro měření (viz kap. 6). Měřený předmět musí být před měřením očištěný od případné koroze, zbytků chladicí a mazací kapaliny apod. Očištění se provede benzínem, nebo jiným rozpouštědlem schváleným pro dané pracoviště. Očištění provede pečlivě zejména v místě měření.

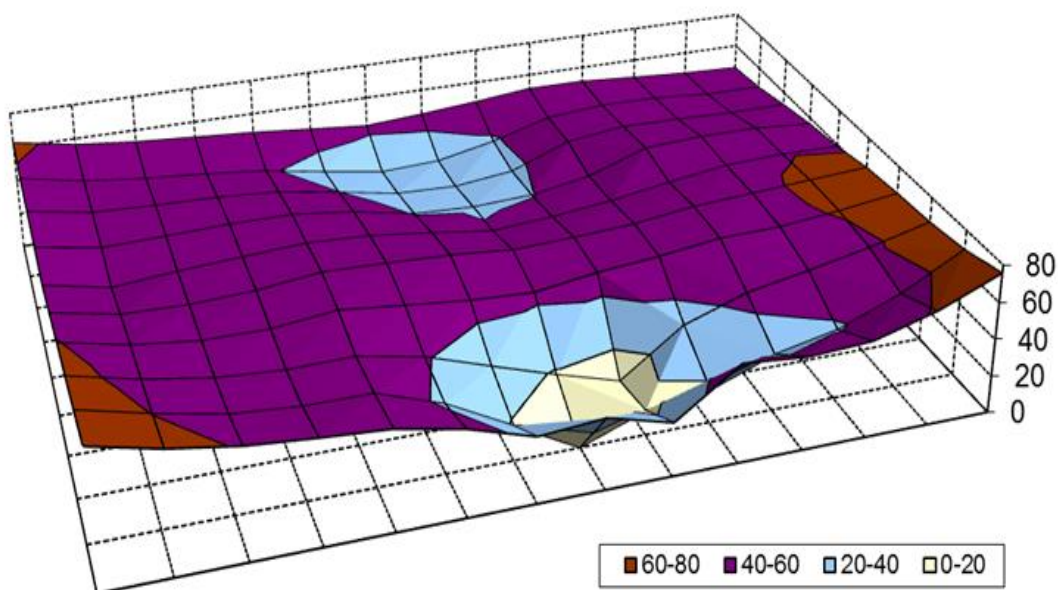
Měřidlo, které vykazuje nedostatky, nelze dále k měření používat.

## 9 Postup měření

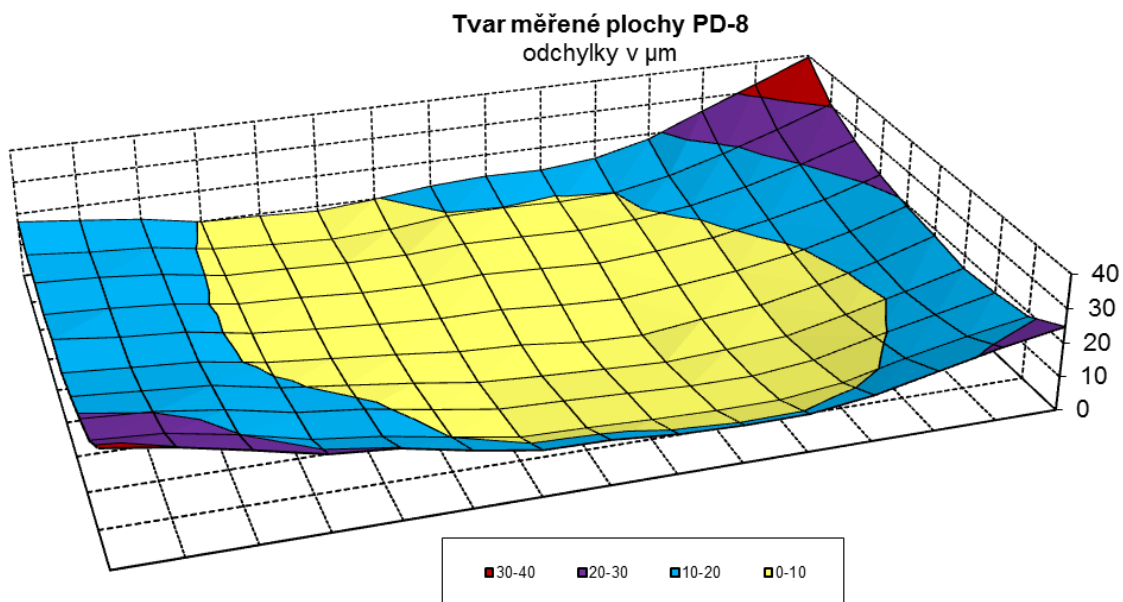
Základem měření je kalibrovaná průměrná deska uvolněná k měření. U desky je důležité znát její metrologické parametry rovinnosti a grafické znázornění úchylek z kalibračního listu. Zvolit správné místo měření na desce a pravidelně jej obměňovat po celém obvodu desky.

Řádně očistit průměrnou desku, aby na ní mohly být pokládány další očištěné pomůcky potřebné pro správné měření. Vedle toho je potřeba zbavit obrobek hrubších nečistot pomocí jemného brousku a také musí být přebroušeny hrany měřené plochy, aby případné otřepy nemohly ovlivnit výsledky měření.

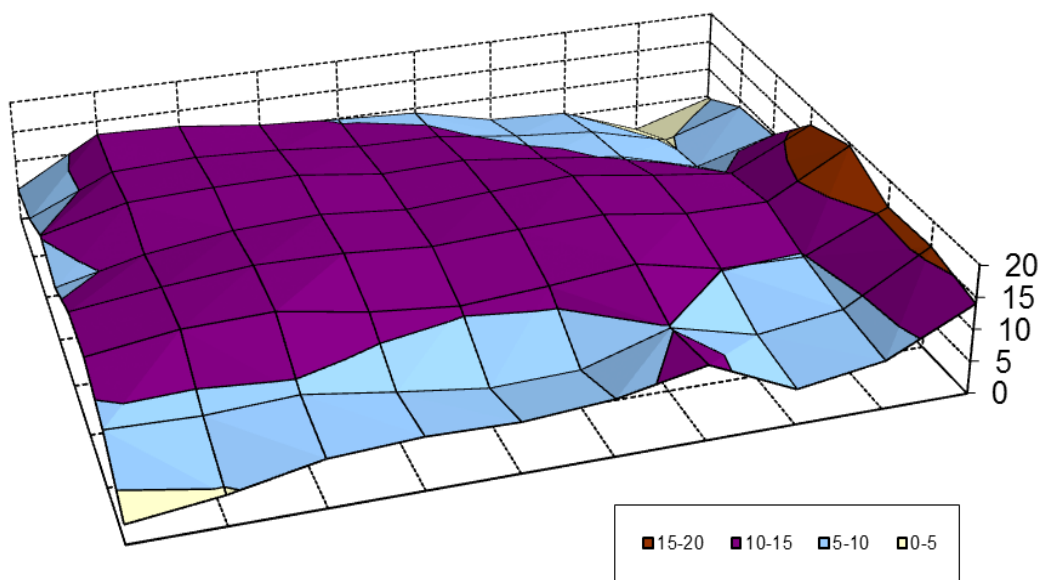
Příklady grafického znázornění opotřebení průměrných desek.



Příměrná deska (1500 x 1000) mm lokálně používaná, nevhodná pro přesné měření.

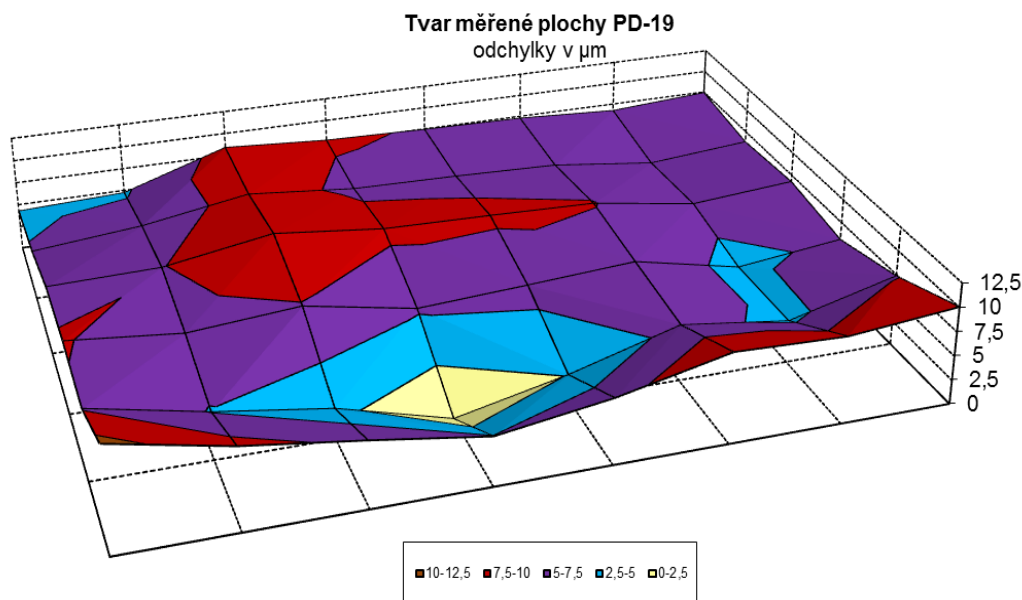


Konkávní průměrná deska rozměrem (1500 x 1000) mm.



Průměrná deska (1000 x 800) mm lokálně zatěžovaná výškoměrem, 1. třída přesnosti





Pomocná průměrná deska (800 x 600) mm, pro měření obrobků lokálně opotřebová.

Zásady správného měření na průměrné desce:

- před použitím měřidel očistíme povrchy pracovních předmětů od pilin a jiných nečistot, které by mohly měřidlo poškodit a zkreslit výsledek,
- při měření úhlů musíme dbát na správnou polohu přiložených pravítek úhlooměru, měřenou součást vkládáme mezi ramena úhlooměru,
- při kontrole průsvitem rameny úhlooměru držíme pracovní předmět s přiloženým měřidlem proti světlu,
- při kontrole úchylek tvaru a polohy musí být číselníkové úchylkoměry pevně upevněny ve stojanech,
- koncové měrky přikládat k sobě pouze po nezbytně nutnou dobu využívají se k nastavení počátku měření,
- polohu ramen po přiložení a před přečtením měřené hodnoty zajistíte aretačním šroubem.

### 9.1 Nejčastější případy měření na průměrných deskách, příklady použití a postup měření.

#### Kontrola výšky součásti pomocí koncových měrek a číselníkového úchylkoměru

Měření se provádí se zpravidla pomocí stojánku, do kterého upneme správně číselníkový úchylkoměr a nastavíme nulový bod měření na etalonovou koncovou měrku známé délky. Měřená hodnota součásti je součtem délky etalonové měrky a odečtené odchylky pomocí úchylkoměru a přičtení nejistoty měření.

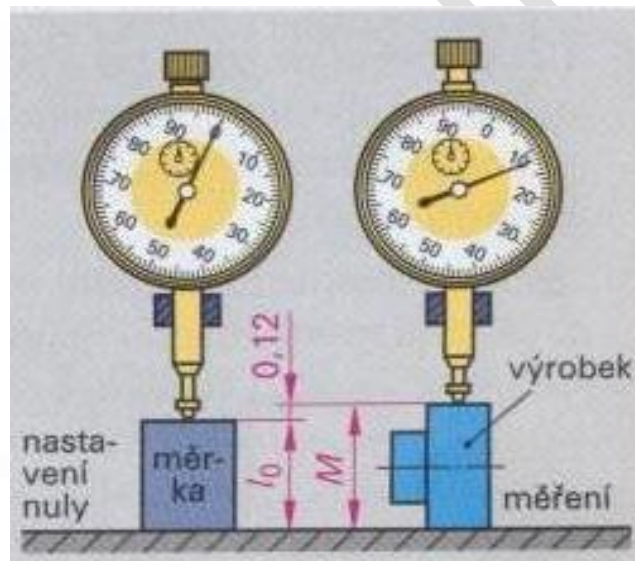
Pomocí sady koncových měrek poskládáme potřebnou výšku pro nastavení vhodného kalibru. Nyní je nutné ze sady koncových měrek vybrat takové měrky, aby součet jejich hodnot přesně odpovídal jmenovité výšce měřené součásti. Koncové měrky je nutné vybírat tak, aby byl požadovaný rozměr skládán od nejmenších řádů. To znamená, že nejprve se vybírají takové měrky, aby součet jejich rozměrů složil požadované setiny (tisíciny) milimetru, poté se přidávají měrky ke složení desetiny a jako poslední dochází k

vyrovnání celých milimetrů. Vybrané měrky musí být důkladně zbaveny mazacího tuku, který je chrání před vlivy vnějšího prostředí. Přitom nesmí být poškozen jejich lapovaný povrch.

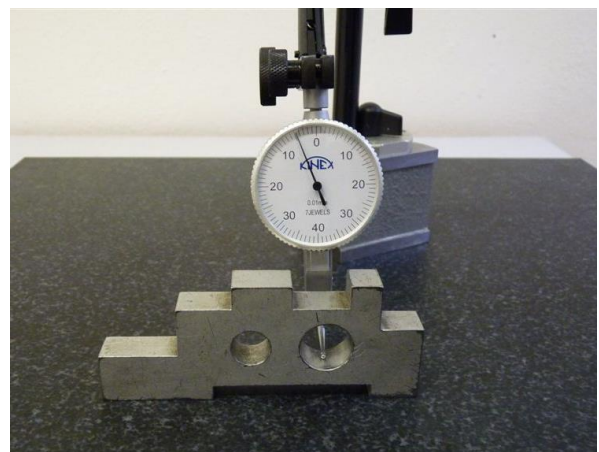
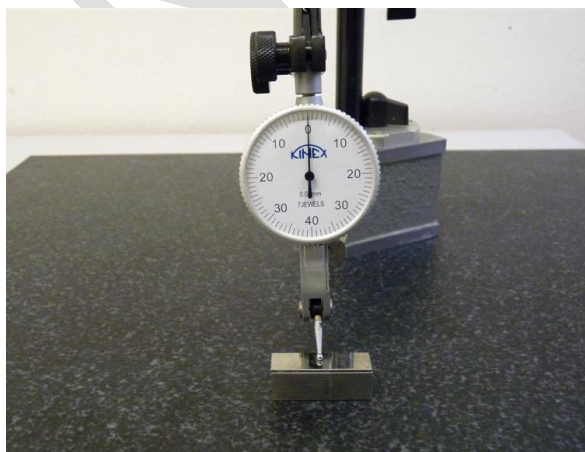
Například rozměr 28,695 mm je složen za pomoci 5 koncových měrek. Rozměry slepených měrek jsou: [1,005 + 1,19 + 1,5 + 25 (5+20)] mm, korekce na slepení 0,15  $\mu\text{m}$  pro každý spoj koncových měrek.

Hodnota kalibru je potom součet skutečných rozměrů středních délek koncových měrek dle kalibračního listu plus korekce na slepení. Složené (slepené) měrky musíme nechat teplotně ustálit společně s úchylkoměrem a průměrnou deskou.

Nastavíme kalibr na měřicí základnu desky a na úchylkoměru nastavíme 0. Po vložení obrobku měříme úchylky k nastavenému kalibru. Hodnoty zapisujeme do protokolu o měření a dopočteme skutečný rozměr obrobku.

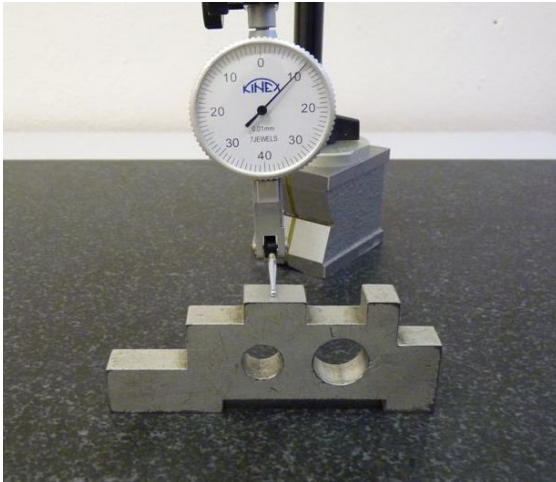


Využití při hromadné kontrole součástí pomocí páčkového úchylkoměru.



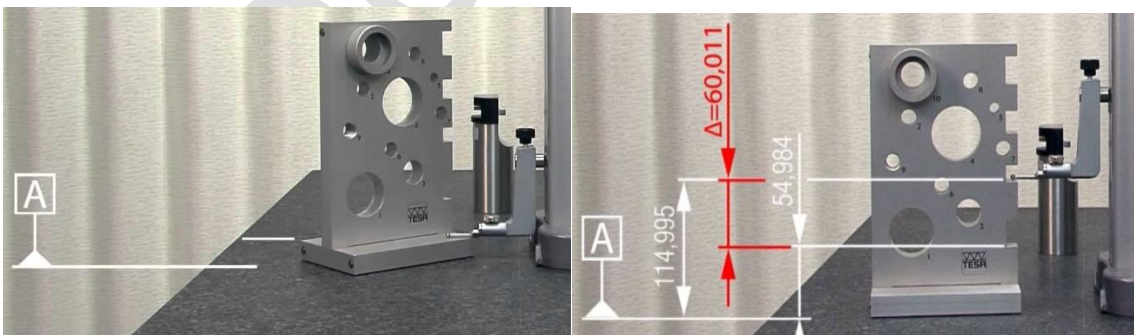
Nastavení páčkového úchylkoměru pomocí koncových měrek na jmenovitý rozměr obrobku a nastavení nulového bodu od průměrné desky.

Měření rozměru součásti přesuneme měřicí dotek na měřenou plochu a na stupnici odečteme odchylku od jmenovitého rozměru.  
(nastaveného pomocí koncových měrek)



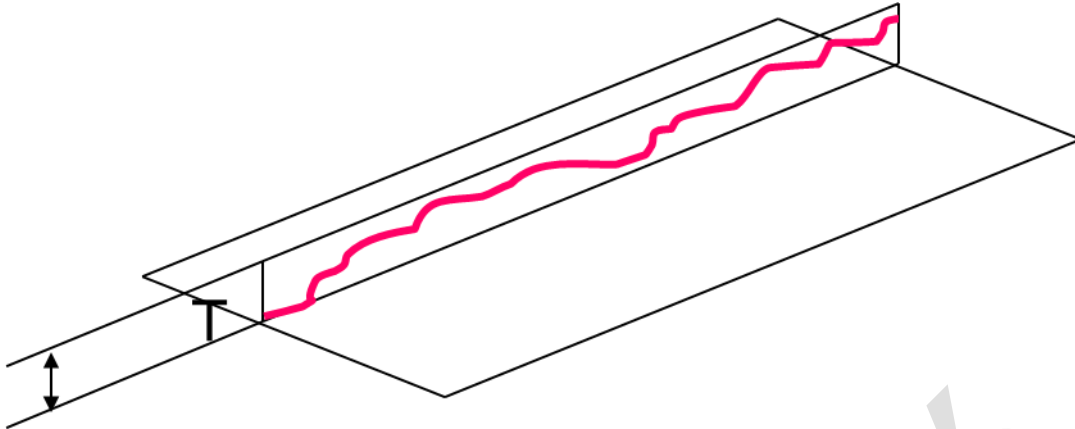
#### Měření výšky pomocí přesného výškoměru

Měření se provádí od referenční roviny průměrné desky pomocí výškoměru. Nastavení výškoměru se provede, stejně jako u měření úchylkoměrem, pomocí složených koncových měrek nebo dodaného kalibru pro nastavení doteku výškoměru vnitřního měření. Lze měřit také absolutně od průměrné desky. U tohoto způsobu měření je důležitá přesnost průměrné desky a grafické znázornění výškových souřadnic odchylek rovinnosti.



#### Měření přímosti od průměrné desky

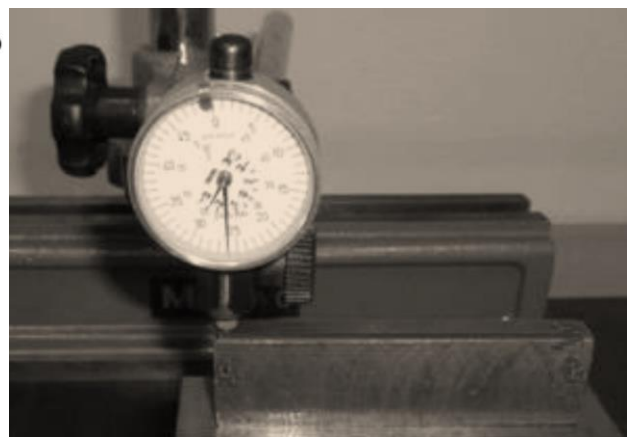
Úchylka přímosti je největší naměřená vzdálenost skutečné čáry od obalové přímky, kde: obalová přímka je geometrická přímka položena tečně k přímému profilu plochy tak, aby největší vzdálenost skutečné přímky od obalové byla co nejmenší.



Pro měření přímosti je možné použít buď číselníkový úchylkoměr, nebo páčkový číselníkový úchylkoměr pupitast. Kritériem pro výběr z těchto dvou měřidel je dostupnost měřené plochy a její poloha. Zatímco číselníkový úchylkoměr potřebuje ke svému měření dostatek prostoru nad měřenou plochou, pupitast je díky svému výkyvně uloženému doteku/páčce vhodný pro měření hůře přístupných ploch.

Nejprve vyrovnáme součást v krajních polohách vypořádáním pomocí sady koncových měrek. Dotekem úchylkoměru je zapotřebí najet na měřenou plochu poblíž okraje. V této poloze není potřeba nastavovat nulu měřidla, ale pohodlné měření se vynulování doporučuje, protože výsledná přímost bude vypočítána jako rozsah hodnot měření nejnižší a nejvyšší hodnoty, nikoliv odchylka od pevně stanoveného bodu. Hodnotu, kterou indikuje úchylkoměr na zvolených úsecích, je vhodné zapsat do tabulky pro její následné vyhodnocení.

Následně pomocí držáku úchylkoměru a jeho dotykem měřidla pohybuje v požadovaném směru po součásti. Do připravené tabulky se zaznamenávají polohy jednotlivých bodů při měření. Z těchto hodnot se vypočte a vyhodnotí přímost měřeného směru, a zda se změřená přímost nachází v požadované toleranci.



Kontrola přímosti pomocí číselníkového úchylkoměru, či páčkového úchylkoměru upnutého do stojánku.



### Měření úhlu od průměrné desky pomocí sinusového pravítka

Při měření úhlu je nejprve nutné vypočítat výšku složených koncových měrek, kterými bude podložen jeden konec sinusového pravítka. Tento rozměr se vypočte ze vzorce vycházejícího z goniometrické funkce, který je uveden u popisu sinusového pravítka, a musí se vypočítat jak pro minimální, tak i pro maximální dovolený úhel uvedený na výkrese.

Při měření se sinusové pravítko o známé délce  $L$  položí jedním válečkem na rovnou desku, pod druhý váleček se vkládají základní koncové měrky o rozměru  $H$ . Hodnota  $H$  se vyjádří na základě vztahu:  $H = L \cdot \sin \alpha$ .

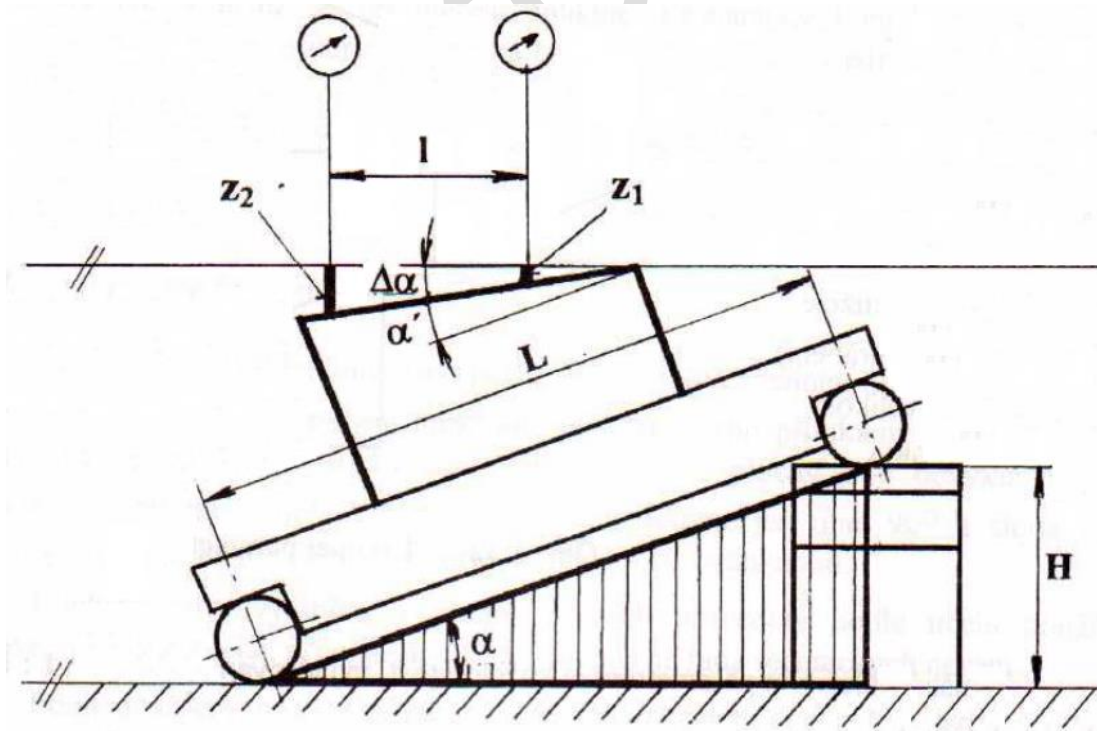
Správná hodnota měřeného úhlu součásti se zjistí tak, že se úchylkoměrem přejíždí po horní ploše měřené součásti, která leží na nastaveném sinusovém pravítku. Je-li úhel přesně dodržen, úchylkoměr neukáže žádnou úchytku. Úchytky úhlu je dána rozdílem úchylkoměru na měřené délce.

Měřený úhel se stanoví podle vztahů:

$$\sin \alpha = \frac{H}{L}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{H}{L}$$

$$\operatorname{tg} \Delta\alpha = \frac{(z_2 - z_1)}{l}$$



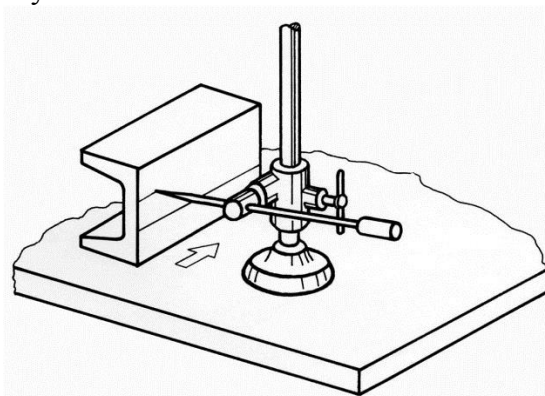
kde:

- $\alpha$  - měřený úhel (jmenovitá hodnota)
- $\alpha'$  - měřený úhel (vyrobená hodnota)
- $\Delta\alpha$  - rozdíl úhlu  $\alpha - \alpha'$
- $L$  - rozteč os válečků
- $H$  - rozměr sestavený z koncových měrek
- $z_2 ; z_1$  - údaje úchylkoměru

Poznámka: Pro malé úhly  $\Delta\alpha$  není přesnost délky  $l$  významná.

### Kontrola součástí pomocí nádrhu a orýsování obroků od referenční roviny průměrné desky.

Orýsování se provádí nádrhem s hrotem nastaveným na koncové měrky, nebo přímo výškoměrem s hrotem. Obrobek nebo rýsovaná součást je nabarvená tuširovací barvou vhodnou k označení zpracovaných míst na kovových površích. Zaručuje snadné, přehledné orýsování.



Obrázek orýsování součásti

## 10 Stanovení nejistoty měření na průměrné desce (příklad)

Měříme výšku plochy od základny obrobku složité součásti položené na základnu ležící na průměrné desce  $L = (80 \pm 0,03)$  mm pomocí průměrné desky, koncových měrek a číselníkového úchylkoměru v dílenských podmínkách. Obrobek je vyrobený z vysoce legované oceli, součinitel teplotní roztažnosti přibližně  $\alpha = (14 \pm 3) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Měření se bude opakovat vždy 3x ve dvou sériích. Po každé sérii 3 měření se kontroluje nastavení nulového bodu kontrolou na nastavenou měrku. Před měřením se teplotně stabilizuje koncová měrka i číselníkový úchylkoměr na průměrné desce minimálně půl hodiny přiložením vedle měřeného výrobku. Teplota měřeného obrobku a měřidel se kontroluje dotykovým teploměrem. Informativně se změří teplota prostředí.

### Použitá měřidla:

- Číselníkový úchylkoměr (0-10)/0,01 mm, kalibrovaný s nejistotou  $U = 0,004$  mm, ocelový, součinitel teplotní roztažnosti přibližně  $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,
- nastavovací měrka 80 mm, kalibrovaná s nejistotou  $U = 0,001 \text{ } \mu\text{m}$ ,  $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,

- průměrná deska (1000 x 800) mm, 1. třídy přesnosti,
- dotykový teploměr s rozlišením min. 0,2 °C, kalibrovaný,
- prostorový teploměr (informativní).

**Podmínky při měření:**

- teplota obrobku 23°C,
- teplota měřidel 23°C při zahájení měření, do konce měření nepřesáhne 24°C,
- teplota okolního vzduchu 23°C.

**Naměřené hodnoty úchylek k nastavení nulového bodu jmenovité hodnotě měřky:**

## I. Série měření

|                 |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|
| Měřená odchylka | 0,012  | 0,023  | 0,015  |
| Měřená hodnota  | 80,012 | 80,023 | 80,015 |

## II. Série měření

|                 |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|
| Měřená odchylka | 0,018  | 0,014  | 0,012  |
| Měřená hodnota  | 80,018 | 80,014 | 80,012 |

Střední naměřená hodnota:  $D_M = 80,0164$  mm

Směrodatná odchylka:  $s = 3,83$  μm

**Stanovení standardní nejistoty typu A  $u_A$ :**

$$u_A = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot k_A = \frac{3,83}{\sqrt{6}} \cdot 1,3 = 2,22 \text{ μm}$$

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

$n$  - Počet měření

$k$  - Koefficient určený v závislosti na počtu měření podle následující tabulky:

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $n$ | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
| $k$ | 7,0 | 2,3 | 1,7 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,2 |

Pro zjednodušení přidáme nejistotu  $u_A$  do tabulky pro odhad nejistoty.

**Stanovení standardní nejistoty typu B  $u_B$ :**

Výchozí rovnice má pro tento případ tvar:

$$L_C = L_M + \Delta t \cdot \alpha \cdot L + \Delta \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$

kde:

$L_C$  délka obrobku korigovaná na normální podmínky,

$L_M$  délka naměřený číselníkovým úchylkoměrem,

$\Delta t$  rozdíl teploty měřidla a obrobku (ohřátí měřidla během měření) 2°C,

|                    |  |
|--------------------|--|
| $\Delta T$         | odchylka teploty obrobku od normální teploty $23 - 20 = 3^\circ\text{C}$ ,   |
| $L$                | jmenovitý délka výrobku,   |
| $\Delta \alpha$    | rozdíl součinitelů teplotní roztažnosti úchylkoměru a obrobku $\Delta \alpha = 11 - (18 \pm 3) = -7 \pm 3 \mu\text{m}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$ (-7 korigujeme, $\pm 3$ zahrneme do nejistoty), |
| $\alpha \cdot L$   | citlivostní koeficient $11 \cdot 0,08 = 0,88 \mu\text{m}/^\circ\text{C}$ ,   |
| $\Delta T \cdot L$ | citlivostní koeficient $2 \cdot 0,08 = 0,16 \text{ m} \cdot ^\circ\text{C}$ .  |

Korekce naměřené hodnoty ve sloupci Odhad veličin:

$$\Delta \alpha \cdot \Delta T \cdot D = -7 \cdot 2 \cdot 0,08 = -1,68 \mu\text{m} = -0,00168 \text{ mm}$$

Faktor rozdělení **b** je převrácenou hodnotou koeficientu rozdělení, viz [L10]:

- normální rozdělení:  $b = \frac{1}{2} = 0,5$
- rovnoměrné rozdělení:  $b = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0,6$
- **Tabulka standardních nejistot**

| Zdroje nejistot  | Ozn.            | Odhad veličiny mm | Meze nejistoty $\mu\text{m}$        | Faktor rozdělení <b>b</b> | Citlivostní koeficient <b>k</b> | Příspěvek k nejistotě $\mu\text{m}$ |
|--|-----------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Číselníkový úchylkoměr $U = 4 \mu\text{m}$<br>Etalonová měrka $U = 1 \mu\text{m}$                                      | $L_M$           | 80,0164           | 5                                   | 0,5                       | 1                               | 2,50                                |
| Tepl. rozdíl obrobek - měřidla<br>max. $2^\circ\text{C}$ v průběhu měření  | $\Delta t$      | -                 | 1                                   | 0,6                       | 0,88                            | 0,53                                |
| Rozdíl tepl.roztažn. $-(7 \pm 3) \mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$<br>Odchylka teploty od normální $3^\circ\text{C}$ | $\Delta \alpha$ | -0,0011           | 2                                   | 0,6                       | 0,24                            | 0,29                                |
| Rozlišitelnost použitého<br>Číselníkový úchylkoměr 1/10 dílku  |                 | -                 | 1                                   | 0,5                       | 1                               | 0,50                                |
| Nejistota rovinnosti průměrné desky<br>$U = 7 \mu\text{m}$ k délce 1000 mm   |                 | -                 | 7                                   | 0,5                       | 0,5                             | 1,75                                |
| Nejistota typu A<br>z opakovaných měření   | $u_A$           | -                 | 2,22                                | 1                         | 1                               | 2,22                                |
| Měřená délka obrobku   | $L_C$           | 80,0153           | Nejistota u ( $k=1$ ) $\mu\text{m}$ |                           |                                 | 3,86                                |



**Stanovení rozšířené nejistoty:**

Za předpokladu, že výsledné rozdělení pravděpodobnosti je normální, koeficient rozšíření  $k = 2$ , vyjde po zaokrouhlení nahoru rozšířená nejistota:

$$U = 2 \cdot 3,86 = 7,82 \text{ } \mu\text{m} = 0,008 \text{ mm}$$

**Výsledek měření:**

Po zaokrouhlení je výsledná délka obrobku přepočtená na normální teplotu:

$$L_C = (80,015 \pm 0,008) \text{ mm}$$

Naměřená hodnota včetně nejistoty vyhovuje předpisu. Stanovená nejistota měření čerpá přibližně třetinu tolerance. Postup měření i výsledek lze prohlásit za vyhovující.

## 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 1.1.4/01/18)
- 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.

## 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.