

# **SILNIČNÍ A GEOTECHNICKÁ LABORATOŘ**

podklady do cvičení  
**ZKOUŠKA KYVADLEM**  
**METODA PRO ZJIŠTĚNÍ PROTISMYKOVÝCH**  
**VLASTNOSTÍ POVRCHU**

**Ing. Marek Mohyla**

**Místnost: C 315**

**Telefon: 597 321 362**

**E-mail: [marek.mohyla@vsb.cz](mailto:marek.mohyla@vsb.cz)**

# Zkouška kyvadlem – metoda pro zjištění protismykových vlastností povrchu

## Dotčené normy a předpisy

- ČSN 73 6177 Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek,
- ČSN EN 13036-4 (73 6177) Povrchové vlastnosti vozovek a letištních ploch - Zkušební metody - Část 4: Měření protismykových vlastností povrchu vozovky - Zkouška kyvadlem.

## Účel zkoušky

Účelem zkoušky je zjištění mikrotextury povrchu pozemních komunikací (silnice, pochozí plochy apod.) a jejich protismykových vlastností pomocí kyvadla TRRL (TRRL je zkratka původce kyvadla Transport and Roads Research Laboratory). Zkouška je prováděna pomocí přenosného kyvadla s třecí patkou ze standardní pryže na jeho konci (PTV – Pendulum Test Value). Podstatou zkoušky je zjištění hodnoty PTV ze ztráty kinetické energie vlivem tření patky kyvadla na stanovené dráze zkoušeného povrchu [1, 2].

## Součásti zařízení

- stojan kyvadla s třemi stavitelnými opěrami (šrouby),
- rameno kyvadla,
- třecí patka s pryží (57 nebo 96),
- nádoba (stříčka, rozprašovač) s čistou vodou sloužící k navlhčení třecí patky a zkoušeného povrchu,
- teploměr nebo pyrometr pro zjištění teploty zkoušeného povrchu s přesností  $\pm 0,5$  °C,
- zařízení pro měření sklonu zkoušeného povrchu, např. vodováha (min. 1m) a ocelové pravítko s přesností 1m,
- doplňkové vybavení: anemometr (větroměr) a ruční nekovový kartáč pro případné očištění zkoušeného povrchu.

## Limity měření

Tato zkouška slouží k zjištění mikrotextury povrchu vozovky, nikoliv však makrotextury, která má významný vliv na výsledky měření. Proto se tato zkouška samostatně používá jen pro vozovky s návrhovou rychlostí do 50 km/hod [2].

- zkoušený povrch nesmí přesahovat sklon o více než 10%,
- teplota ovzduší nesmí být mimo rozmezí + 5 °C až + 40 °C,
- teplota vody používaná pro zvlhčení měřeného povrchu nesmí být odlišná o více než 15 °C,
- zkouška se nesmí provádět v případech, kdy rychlost větru překračuje 10m/s,

## Postup měření:

- Výběr místa měření: měření se situuje do míst s nejtěžšími provozními podmínkami (např.: směrové oblouky, před křižovatkami), nebo do místa, které nevykazuje dostatečné protismykové vlastnosti.
- Změření teploty povrchu vozovky: teplotu měříme na místě provádění zkoušky pomocí laboratorního teploměru, nebo pyrometru. Teploměr je při měření ponořen do vody, která je na měřeném povrchu déle než 3 min., přitom teplota vody se před nanesením na povrch nesmí lišit o více než 15 °C. Během měření se teploměr stíní přímému slunečnímu svitu. Pyrometrem se teplota měří kolmo k měřenému povrchu.
- Příprava zkoušeného povrchu: v případě měření protismykových vlastností čistého povrchu je potřeba jej očistit pomocí ručního kartáče a čisté vody,
- Ustavení stojanu kyvadla: nosný rám kyvadla je opatřen libelou a třemi stavitelnými opěrami, pomocí kterých je nutné rám vyrovnat do horizontální roviny. Bublínka se musí nacházet ve středu libely.
- Ustavení ramena kyvadla: před zahájením měření je potřeba ověřit správnou funkčnost kyvadla prokmitem naprázdno. Při zvednutí třecí patce se ručička kyvadla musí zastavit na 0. V opačném případě je možné pomocí třecího kroužku upravit velikost tření dle potřeby. Utažením třecího kroužku (ve směru hodinových ručiček) se tření zvýší a dokmit kyvadla sníží. Zkouška prokmitem naprázdno se provádí minimálně dvakrát před každým měřením,
- Nastavení délky prokluzu třecí patky: po povolení fixačního šroubu se výška ramene kyvadla nastaví pomocí šroubu svislého posuvu tak, aby se třecí patka dotýkala při prokmitu celou svou šířkou po stanovené délce  $126 \pm 1$  mm. Tuto vzdálenost je možné kontrolovat přiloženou měrkou. Po nastavení délky prokluzu je nezbytné opět utáhnout fixační šroub. Tomuto úkonu je nutné věnovat zvláštní pozornost z důvodu velkého vlivu na výsledky měření. Dále je také doporučeno, aby celé měření na jednom úseku provedla jedna osoba, sníží se tak chyba způsobena subjektivním nastavením. Rameno kyvadla je osazeno táhlem na zvedání třecí patky, pomocí kterého lze třecí patku během nastavování zvednout a tím zabránit nežádoucímu kontaktu patky s měřeným povrchem.
- Navlhčení měřeného povrchu a třecí patky: povrch měřené komunikace a třecí patku je nutné navlhčit před každým prokmitem kyvadla. Na povrchu vozovky musí být během měření zajištěno dostatečné množství vody, které vytvoří souvislý film.
- Provedení zkoušky: na ramenu kyvadla se uvolní táhlo, které spustí třecí patku do pracovní polohy. Pomocí aretačního tlačítka se uvolní rameno kyvadla z výchozí polohy a proběhne prokmit. Rameno kyvadla je nutné při zpětném pohybu dolů zachytit a zabránit tak zpětnému tření patky s povrchem. Prokmit se provede 5x na jednom místě, přičemž se měření nesmí lišit o více než 3 jednotky. V případě kdy se výsledky liší o více než 3 jednotky, postup se opakuje tak dlouho, než tři po sobě jdoucí měření nejsou konstantní. Během měření se musí zajistit ochrana kyvadla proti větrným porывům nebo účinkům od projíždějící dopravy z důvodu zkreslení výsledků (např.: větrná clona, nebo vhodné načasování měření).
- Závěrečná kontrola: po ukončení měření se opět kontroluje vodorovná poloha nosného rámu kyvadla a délka prokluzu třecí patky. Tato kontrola se provádí z důvodu ověření konstantních podmínek během měření.
- Vyhodnocení: Hodnota PTV pro dané místo se získá jako průměrná hodnota z 3 dílčích měření.

## Vyhodnocení zkoušky kyvadlem PTV

Hodnota PTV se stanoví jako aritmetický průměr naměřených hodnot dle rovnice [2]:

$$PTV = v_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i = \frac{1}{n} \cdot (v_1 + v_2 + \dots + v_n) \quad (1)$$

kde:

$v_1 - v_n$  jsou jednotlivé hodnoty PTV pro každý kyv,  
 $n$  počet měření,  
 $v_j$  je konstantní hodnota dosažená během měření při nesplnění podmínky  $n = 5$ .

$$PTV_{Coor} = PTV + \Delta PTV_t \quad (2)$$

kde:

$PTV_{Coor}$  je opravená hodnota PTV.

Tab. 1 Opravy hodnot PTV v závislosti na teplotě měřeného povrchu [2]

Naměřená teplota [°C]	5 - 7	8 - 10	11 - 15	16 - 18	19 - 22	23 - 29	30 - 35	36 - 40
Oprava PTV ( $\Delta PTV_t$ )	- 4	- 3	- 2	- 1	0	+ 1	+ 2	+ 3

Tab. 1 Hodnocení součinitele tření povrchu vozovky zjištěné kyvadlem PTV [2]

Klasifikační stupeň		PTV
Velmi dobré protismykové vlastnosti	1	≤ 70
Dobré protismykové vlastnosti	2	69 - 60
Vyhovující protismykové vlastnosti	3	59 - 50
Nevyhovující protismykové vlastnosti	4	49 - 40
Havarijní stav	5	≤ 39

Tab. 2 Požadované klasifikační stupně v závislosti na kategorii komunikace [2]

Kategorie komunikací:	D, R, RMK, Silnice, MK <sup>1)</sup>	Zvýšené protismykové vlastnosti <sup>2)</sup>
Přejímka povrchu vozovky (uvedení do provozu)	1 - 2	1
Posouzení povrchu vozovky na konci záruční doby	3	2
Návrh opatření pro zvýšení protismyk. vlastností	4	3
Realizace opatření pro zvýšení protismyk. vlastností	5	4

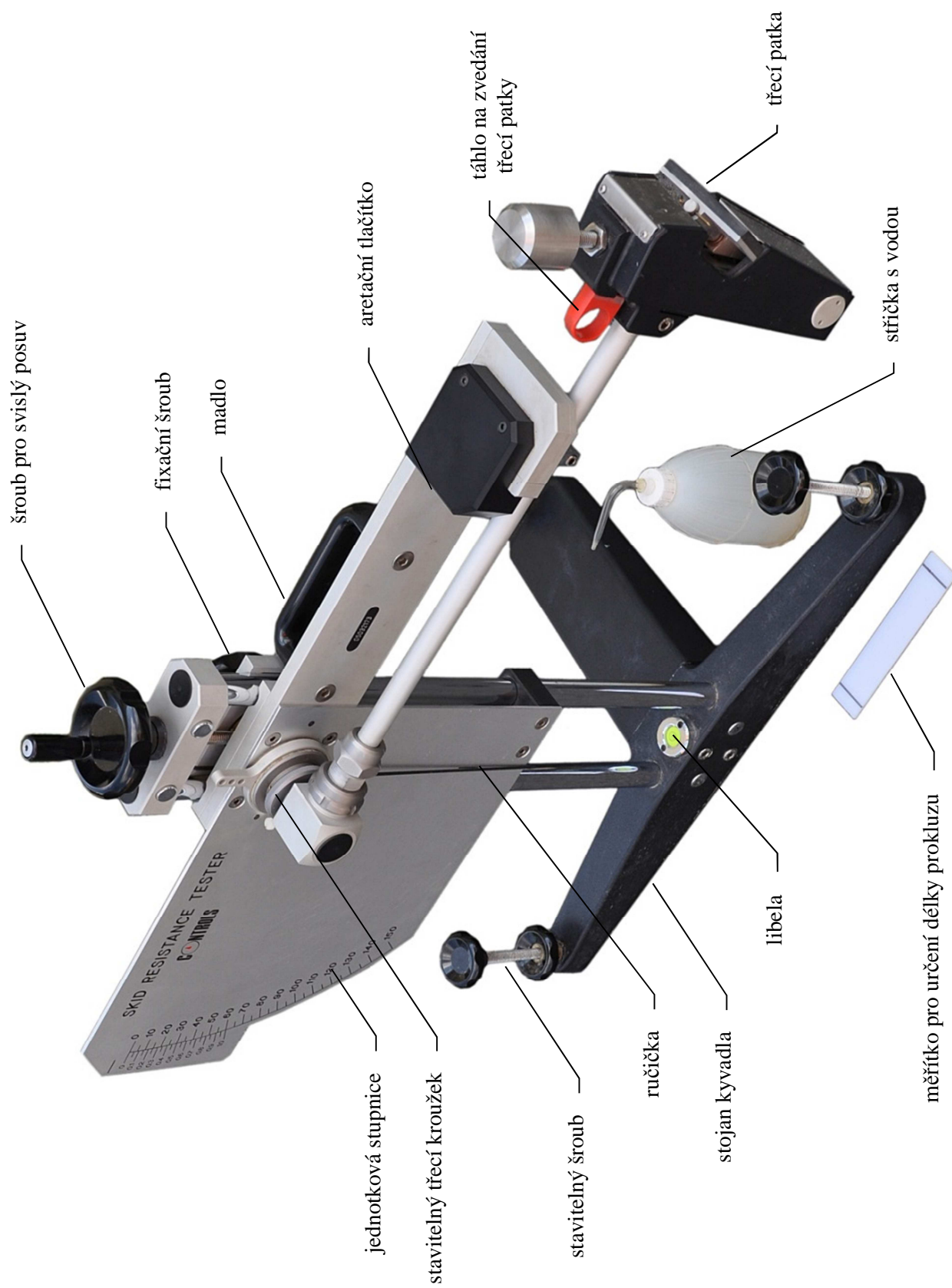
<sup>1)</sup> D – dálnice, R – rychlostní silnice, RMK rychlostní místní komunikace, MK – místní komunikace,

<sup>2)</sup> úseky komunikací se zvýšeným zatížením horizontálními silami, např.: změna rychlosti, změna směru jízdy, stoupání nebo klesání.

## REFERENCE

- [1] ČSN 73 6177 *Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek*. ICS 93.080.20 Praha: ÚNMZ, září 2009.
- [2] ČSN EN 13036-4 (73 6177) *Povrchové vlastnosti vozovek a letištních ploch - Zkušební metody - Část 4: Měření protismykových vlastností povrchu vozovky - Zkouška kyvadlem*. ICS 17.040.20; 93.080.10; 93.120, Praha: ÚNMZ, duben 2012.

## Příloha č. 1 Schéma kyvadla



## Příloha č. 2 Formulář pro záznam naměřených hodnot

Záznamy naměřených hodnot a výsledků zkoušky kyvadlem PTV				
Zhotovitel:		Číslo zakázky:		Příloha:
Objednavatel / název projektu:				
Zkouška kyvadlem PTV				
Datum:				
Čas:				
Zkouška provedena dle normy:				
Lokalizace zkoušeného úseku:				
Poloha: <sup>1)</sup>	Teplota	Hodnota PTV	Průměrná PTV	Poznámky <sup>2)</sup>
<sup>1)</sup> x, y, z; GPS souřadnice; staničení, vzdálenost od obrubníku. <sup>2)</sup> druh zkoušeného povrchu; druh použité patky, úhel zkoušky, není-li rovnoběžný.  Další údaje:  Jméno a podpis odpovědného technika:				