

# SLEDOVÁNÍ PROMĚNNÝCH PARAMETRŮ VOZOVEK A MOŽNOSTI PREDIKCE JEJICH VÝVOJE V ČASE

Ing. Josef Stryk, Ph.D.

Ing. Ondřej Machel

## Obsah přednášky:

- proměnné parametry vozovek
- délky hodnocených sekcí
- lokalizace a její přesnost
- vývoj parametrů v čase
- příklady - protismykové vl., hlučnost, nerovnost, poruchy
- predikce vývoje
- publikace

## Proměnné parametry:

**V České republice se sledují následující proměnné parametry vozovek, které se ukládají do informačního systému ŘSD, odboru silniční databanky:**

- **protismykové vlastnosti povrchu vozovky** (součinitel podélného tření  $F_p$  měřený v jízdní stopě),
- **makrotextura povrchu** (parametr MPD měřený v jízdních stopách a uprostřed jízdního pruhu),
- **podélná nerovnost povrchu** (parametr IRI měřený v jízdních stopách),
- **příčná nerovnost povrchu** (vyjeté koleje R, hloubka vody ve vyjeté koleji w a příčný sklon vozovky v %),
- **poruchy vozovek** (pro vozovky s asfaltovým a cementobetonovým krytem, samostatně se sleduje výskyt trhlin),
- **únosnost** (zbytková doba životnosti  $t_z$  počítaná z naměřených průhybů vozovky při rázovém zatížení),
- **hlučnost povrchu** (parametr CPX měřený v jízdní stopě).

## Proměnné parametry:

Proměnné parametry se sledují

- na **síťové úrovni**, to znamená, že měření se postupně provádí na spravované síti komunikací a jejich výsledky se statisticky zpracovávají.
- Na vybraných úsecích následně probíhá podrobný diagnostický průzkum, jako podklad pro přípravu projektové dokumentace zásahu. Této detailnější úrovni se říká **projektová úroveň**.

## Proměnné parametry:

**Tab.:** Oblasti a úrovně sledování stavu vozovek pomocí proměnných parametrů – COST 354, 2008

oblast úroveň	Pohodlí jízdy	Bezpečnost jízdy	Stav konstrukce	Životní prostředí
minimální	P-E	P-F	P-B	-
standardní	P-E, P-SD, P-R	P-F, P-R, P-T	P-B, P-CR	-
optimální	P-E, P-SD, P-R, P-T, P-CR	P-F, P-R, P-T, P-SD	P-B, P-CR, P-R, P-E	P-N, P-AP* P-T, P-E, P-SD

Legenda:

**P-E:** podélná nerovnost povrchu vozovky

**P-F:** protismykové vlastnosti povrchu vozovky

**P-CR:** trhliny ve vozovce

**P-B:** únosnost vozovky

**P-AP:** znečištění ovzduší v důsledku provozu na PK

**P-R:** příčná nerovnost povrchu vozovky

**P-T:** makrotextura povrchu vozovky

**P-SD:** poruchy povrchu vozovky

**P-N:** hlučnost povrchu vozovky

\* spíše záměr do budoucna

Členění proměnných parametrů bylo navrženo v rámci řešení evropského projektu COST 354: Performance Indicators for Road Pavements

## Délky hodnocených sekcí:

### síťová úroveň:

- protismykové vlastnosti povrchu Fp – 20 m
- makrotextura povrchu MPD – 20 m
- podélná nerovnost povrchu IRI – 20 m
- příčná nerovnost povrchu R, w – 20 m
- trhliny – 20 m
- poruchy vozovek – staničení od-do a segmentované po 20 m

### projektová úroveň:

- únosnost  $t_z$  – po 25 m (staticky)

### odlišný způsob:

- hlučnost povrchu CPX – min. 20 m, udává se pro delší úseky – zpravidla mezi uzly (nový proměnný parametr)

## Lokalizace, její přesnost:

- uzlový lokalizační systém
- staničení

### CIS\_USEKU

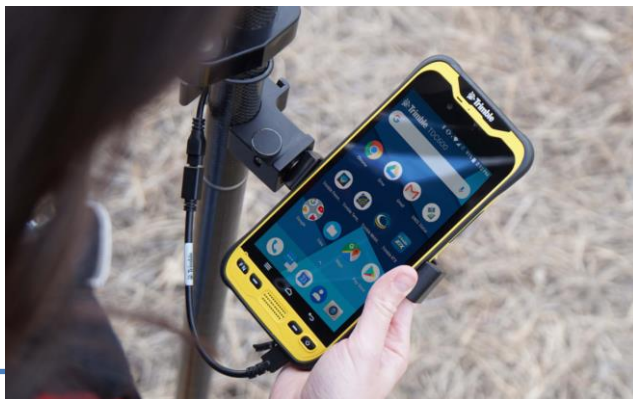
číslo úseku

(např. 0243A007120243A00711)

číslo počátečního uzlu úseku (0243A00712)

číslo koncového uzlu úseku (0243A00711)

- multifunkční vozidla – kombinace GNSS, DMI a IMU
- ruční GNSS přijímač



### příklad záznamu - SDB:

#### STAN\_ZAC

staničení začátku sekce na úseku v m

#### STAN\_KON

staničení konce sekce na úseku v m

#### DEL\_SEKCE

délka sekce na úseku v m



## Lokalizace, její přesnost:

Při **pasportizaci** jednotlivých objektů a vybavení PK (neproměnné parametry, které se zanáší do evidence v rámci uvedení do provozu/ **první hlavní prohlídky**) jsou kladeny **vyšší nároky na lokalizaci**.

Požadovaná přesnost lokalizace při **provádění 2. a následných hlav. prohlídek** - první návrh:

- u staničení v km – pro síťovou úroveň cca 5 až 10 m na km, pro projektovou úroveň cca 1-2 m,
- u GNSS souřadnic – závisí od účelu použití, v rozsahu 1-5 m.

*Poznámka: na hranici 1m přesnosti lokalizace se výrazně mění cena ručních GNSS přijímačů.*

**Pro záznam proměnných parametrů** vozovek se zpravidla používá staničení v km a není potřeba ukládat přesné GNSS souřadnice:

- ČSN 736175: minimální přesnost **0,1 % z ujeté vzdálenosti (1 m / km)**
- TP 82: **s přesností záznamu 1 m**
- Datový sklad SDB: lokalizované snímky (krok měření 2,5m) – pasport

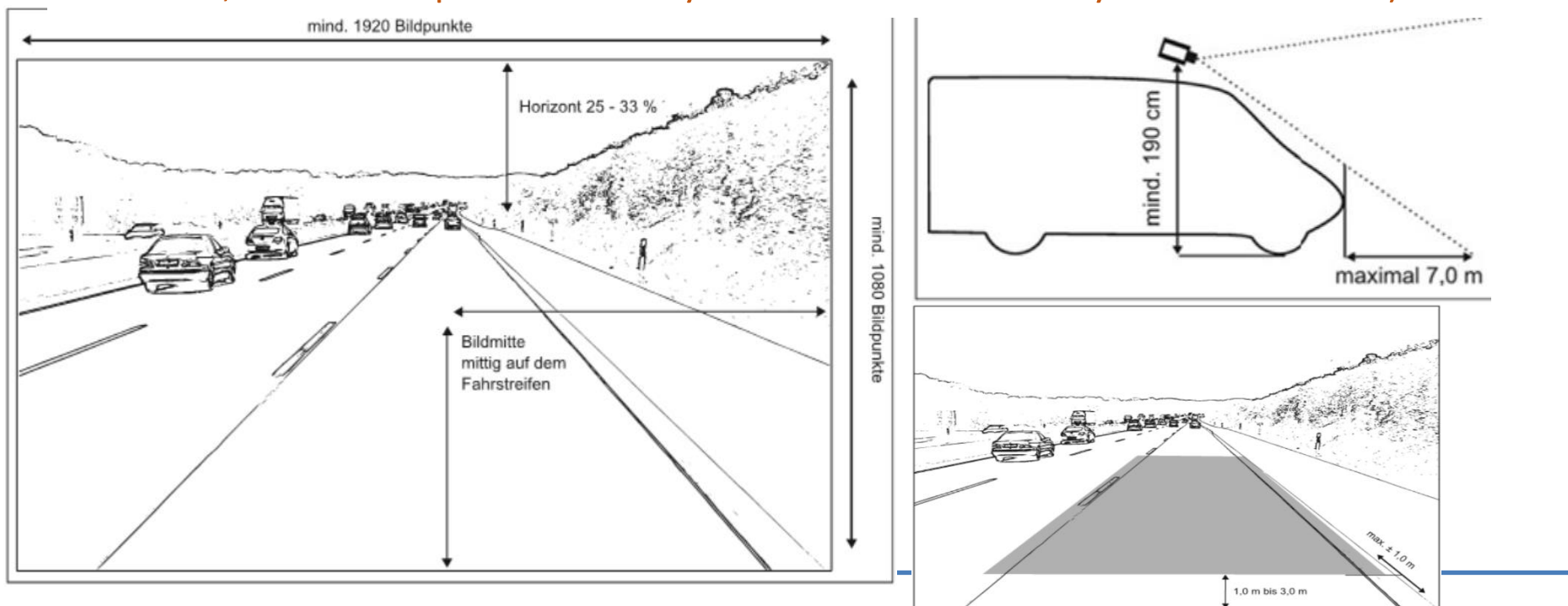


# Upřesnění způsobu lokalizace - německý předpis:

TP Oberflächenbild-StB 20: **Technické zkušební podmínky pro zjišťování stavu (povrchu) vysokorychlostními měřicími systémy - Část 1: Technologie získávání a vyhodnocování obrazu, 2020**

stanovuje:

- požadavky na kameru (rozlišení, stupeň krytí, zacílení záběru, krok měření apod.)
- lokalizace – ujetá vzdálenost (**0,5 %**) lokalizační systém (**maximálně 5 % odchýlit o více než 10 m**; nesmí se v průměru odchýlit od skutečné hodnoty o více než **10 m**).

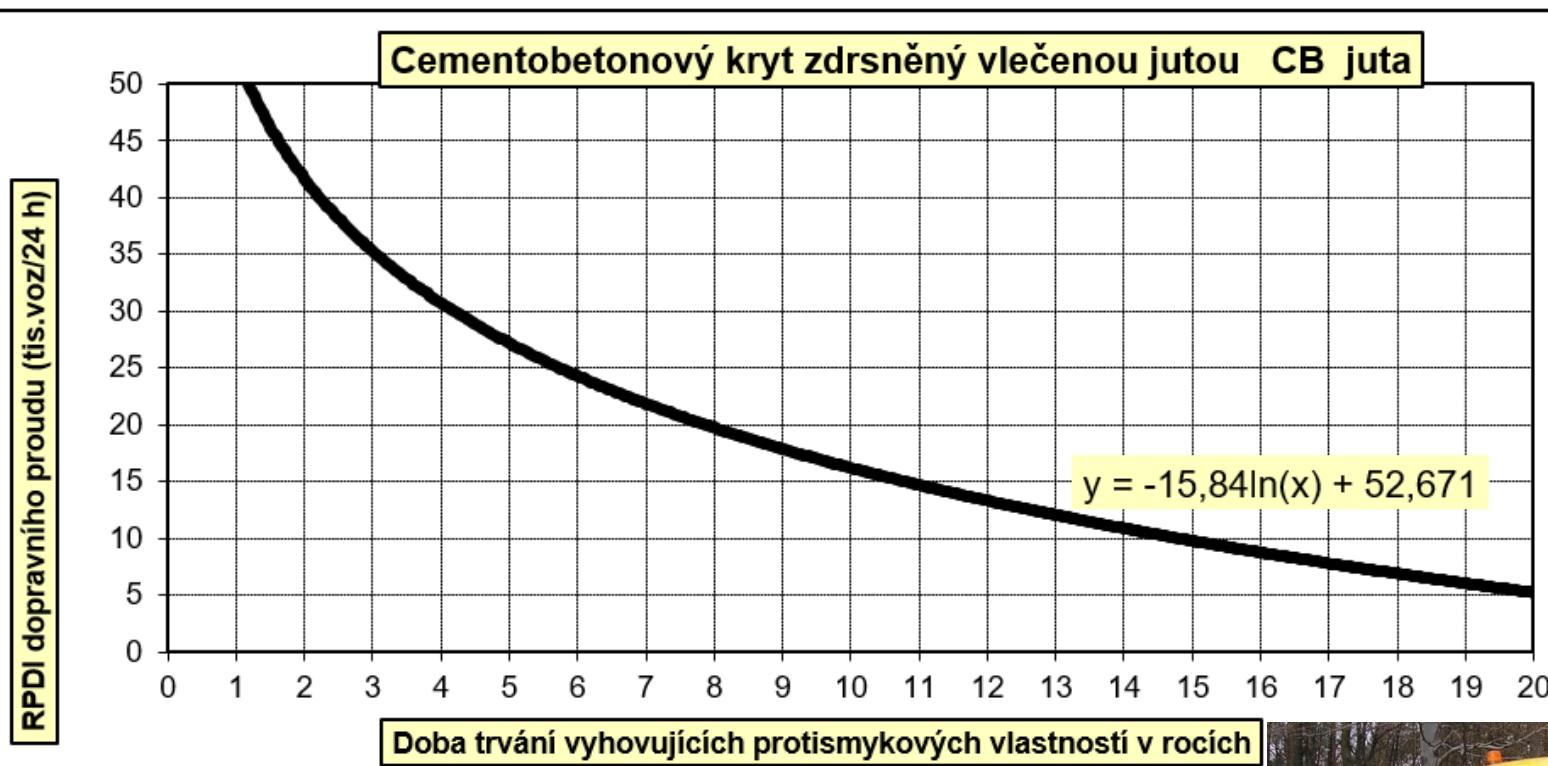


## Vývoj parametrů v čase:

- srovnání vývoje v časových intervalech (převzetí, konec záruční doby, ...)
- lokalizace - měřit cca stejné místo
- typ zařízení (stejný či obdobný způsob měření)
- srovnatelné podmínky (parametry zkoušky, rychlost měř., klimatické vlivy)
- na **síťové úrovni** se nepracuje s konkrétními hodnotami výsledků měření; nejčastěji se sledují změny klasifikačních stupňů (1 až 5)
  - $F_p$ , MPD, IRI, R,  $t_z$  – 1 až 5
  - w, CPX – 1 nebo 5 (vyhovuje/nevyhovuje)
  - poruchy – výskyt : AB - 15 ks, CB - 17 ks
  - trhliny – výskyt: 4 kategorie

# Vývoj parametrů v čase – protismykové vlastnosti:

- metodický pokyn MD – ukázka, 19 povrchů, zastaralý, inovuje se



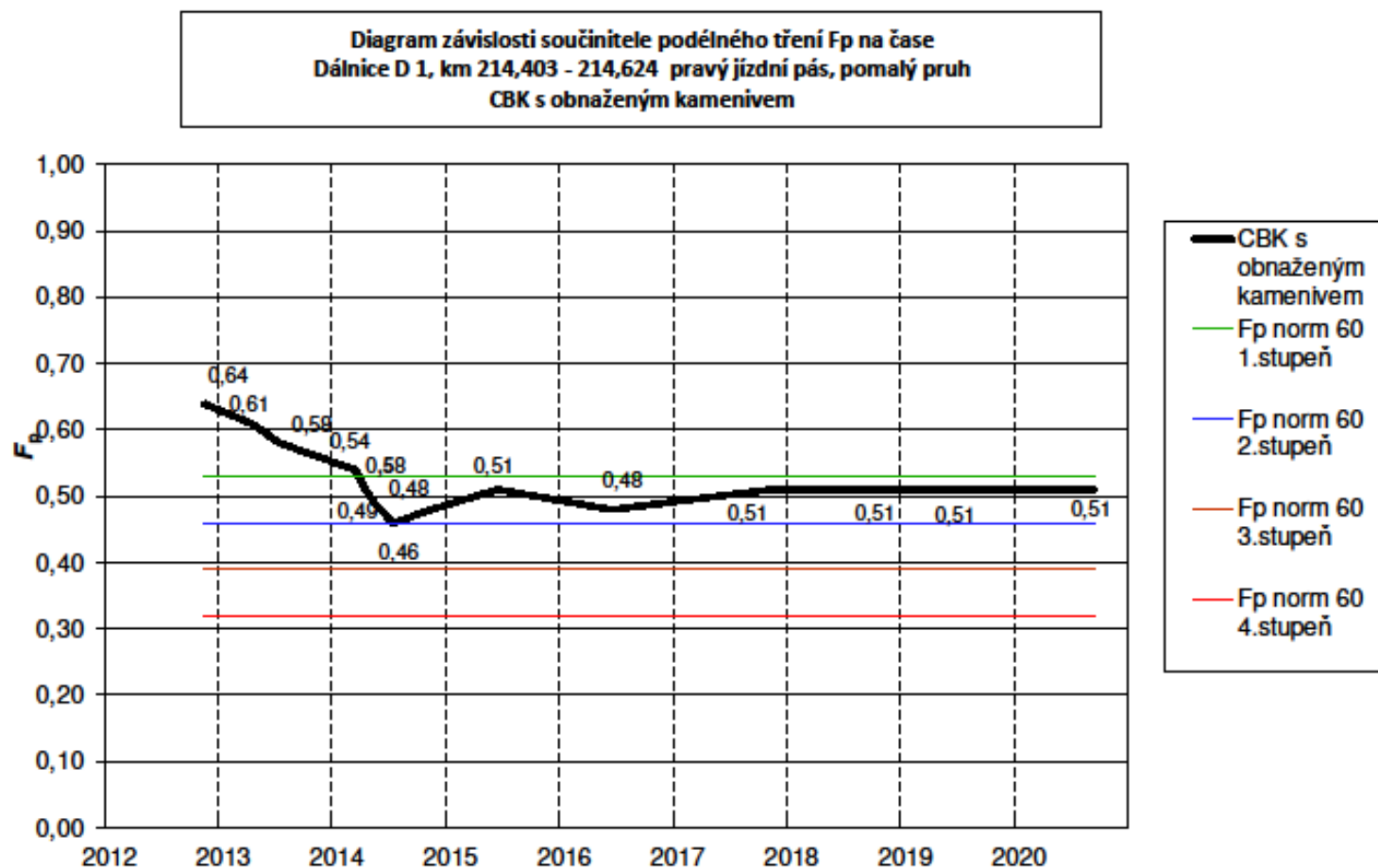
„CB juta“ - Závislost doby trvání vyhovujících protismykových vlastností na intenzitě dopravy – **zastaralý údaj, už neplatí**



Měření PVV, Nekula

# Vývoj parametrů v čase – protismykové vlastnosti:

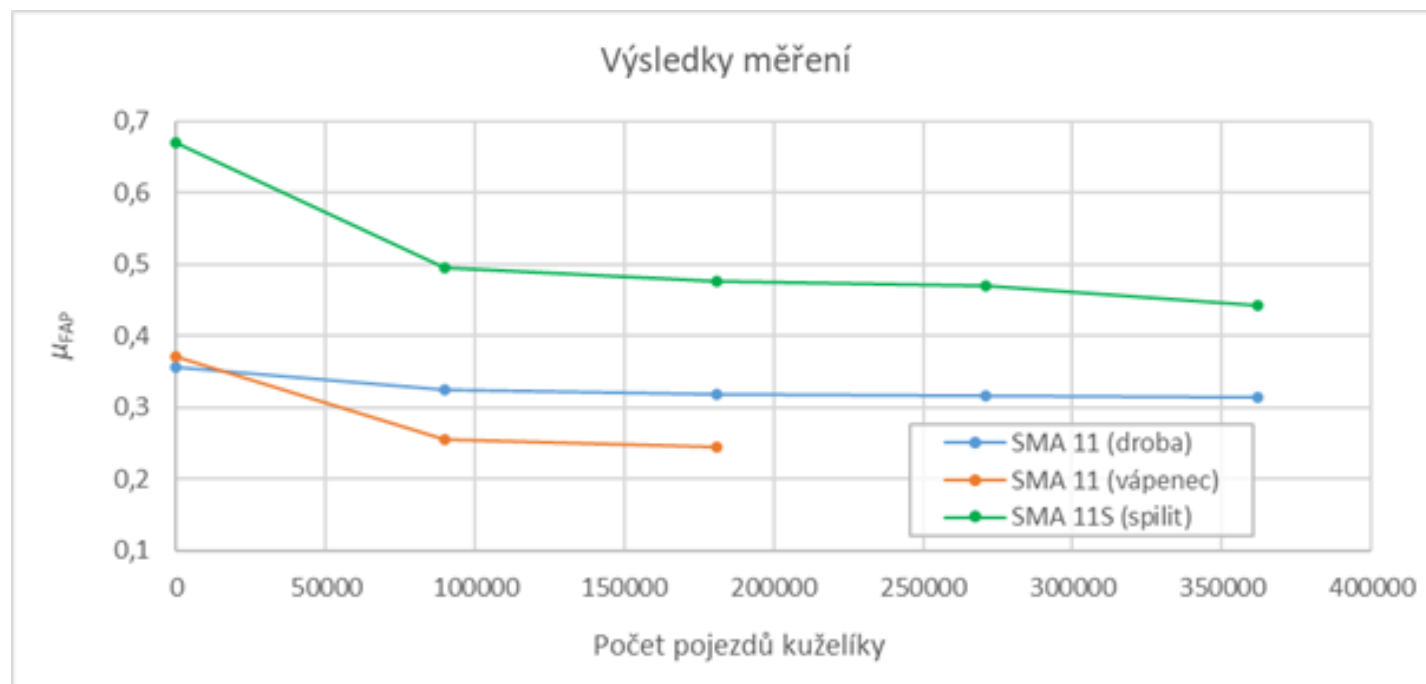
- aktuální vývoj – CBK vymývaný povrch



Závislost  $F_p$  na čase povrchu CBK s obnaženým kamenivem v pomalém pruhu

## Vývoj parametrů v čase – protismykové vlastnosti:

- laboratorní měření součinitele tření po ohlazení  $\mu_{FAP}$  – ukázka, VUT



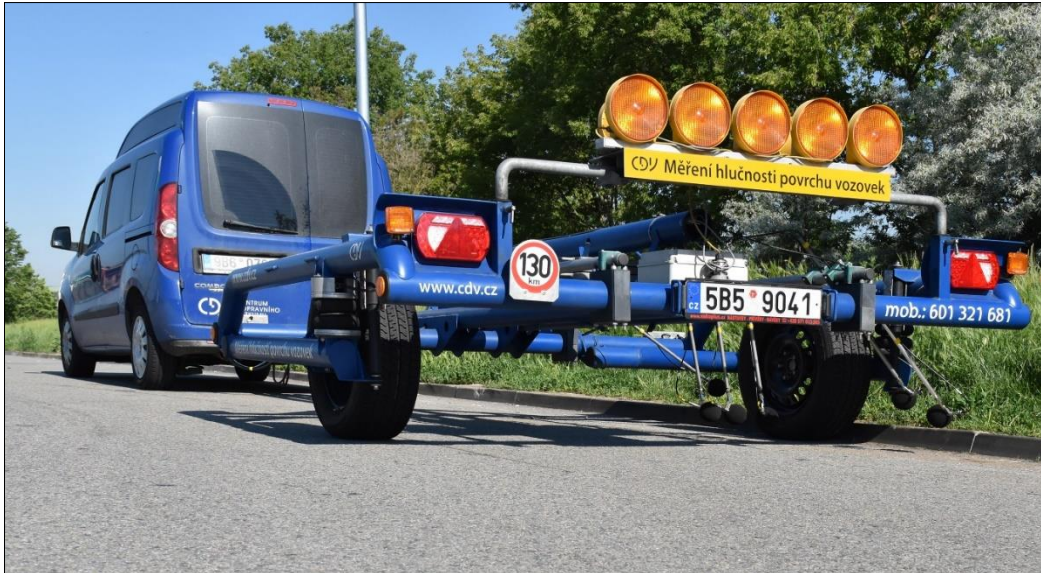
*Příklad záznamu z měření součinitele tření po ohlazení podle normy ČSN EN 12697-49*





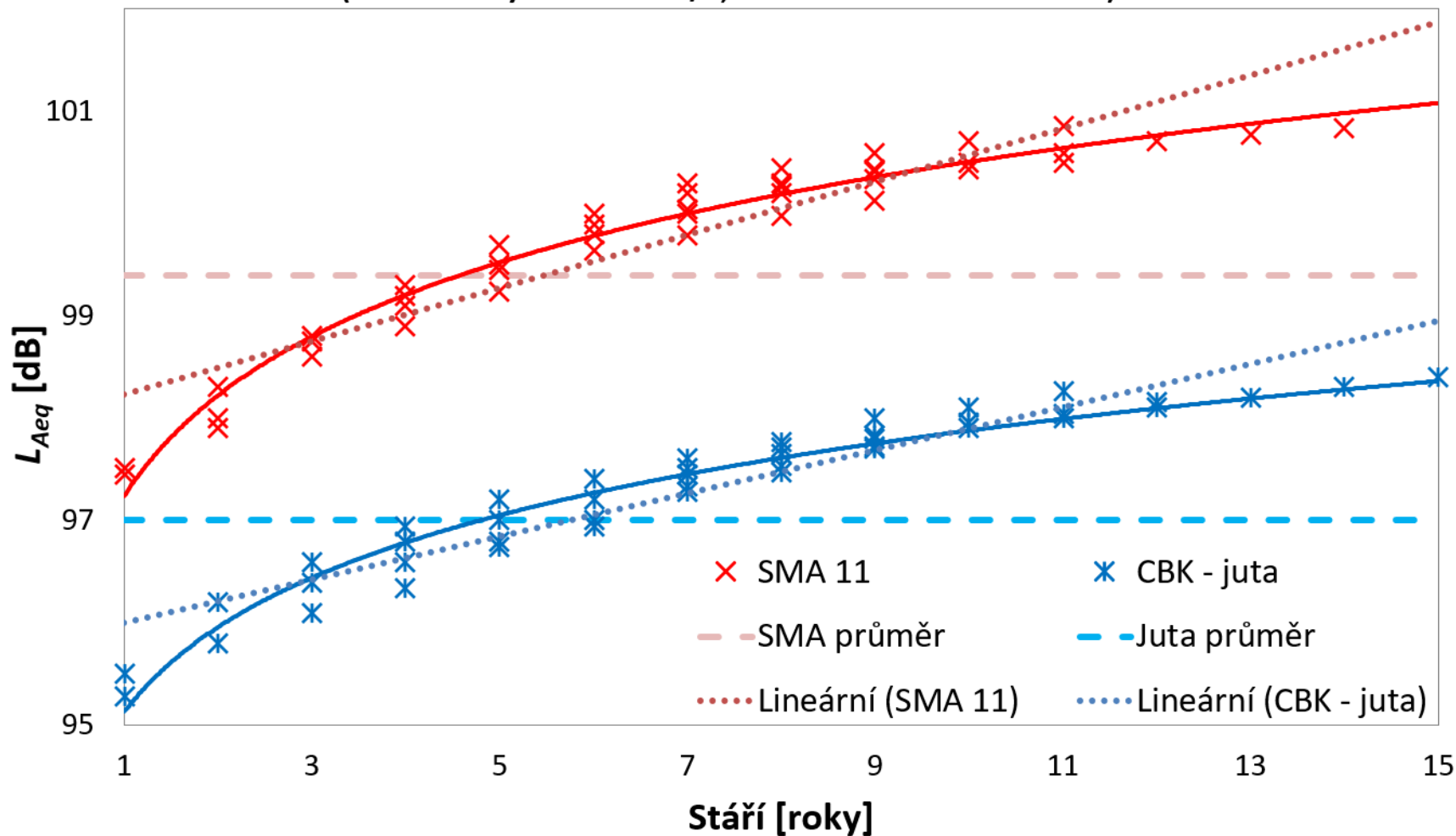
# Vývoj parametrů v čase – hlučnost:

- měření metodou CPX, CDV



# Vývoj parametrů v čase – hlučnost:

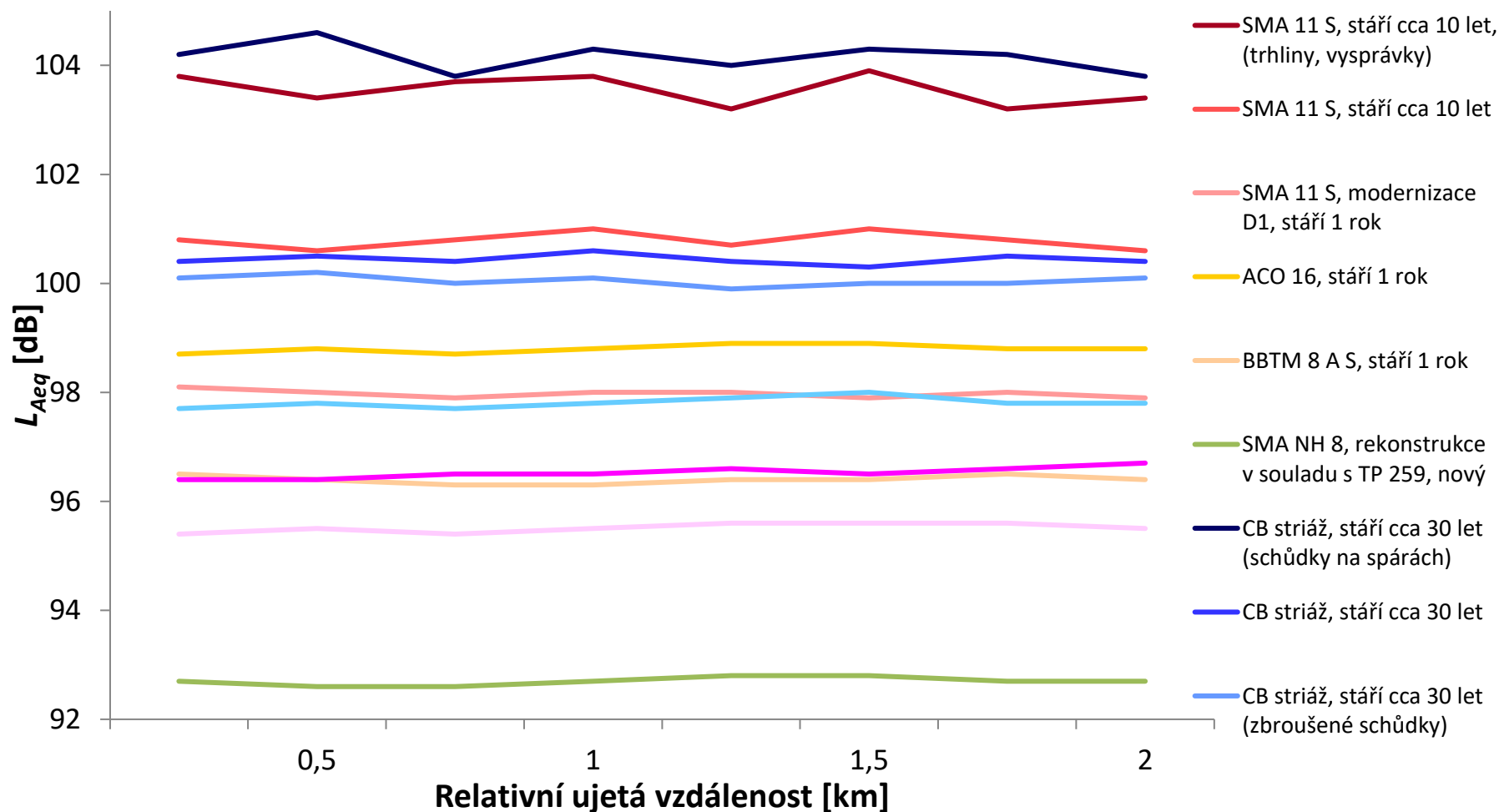
Vývoj hlučnosti komunikace D1, úsek Vyškov - Hladké Životice  
(referenční rychlost 80 km/h, měření v letech 2012 - 2020)



# Vývoj parametrů v čase – hlučnost:

Ukázka hlučnosti povrchů vybraných úseků pozemní komunikace D1, D0, D5

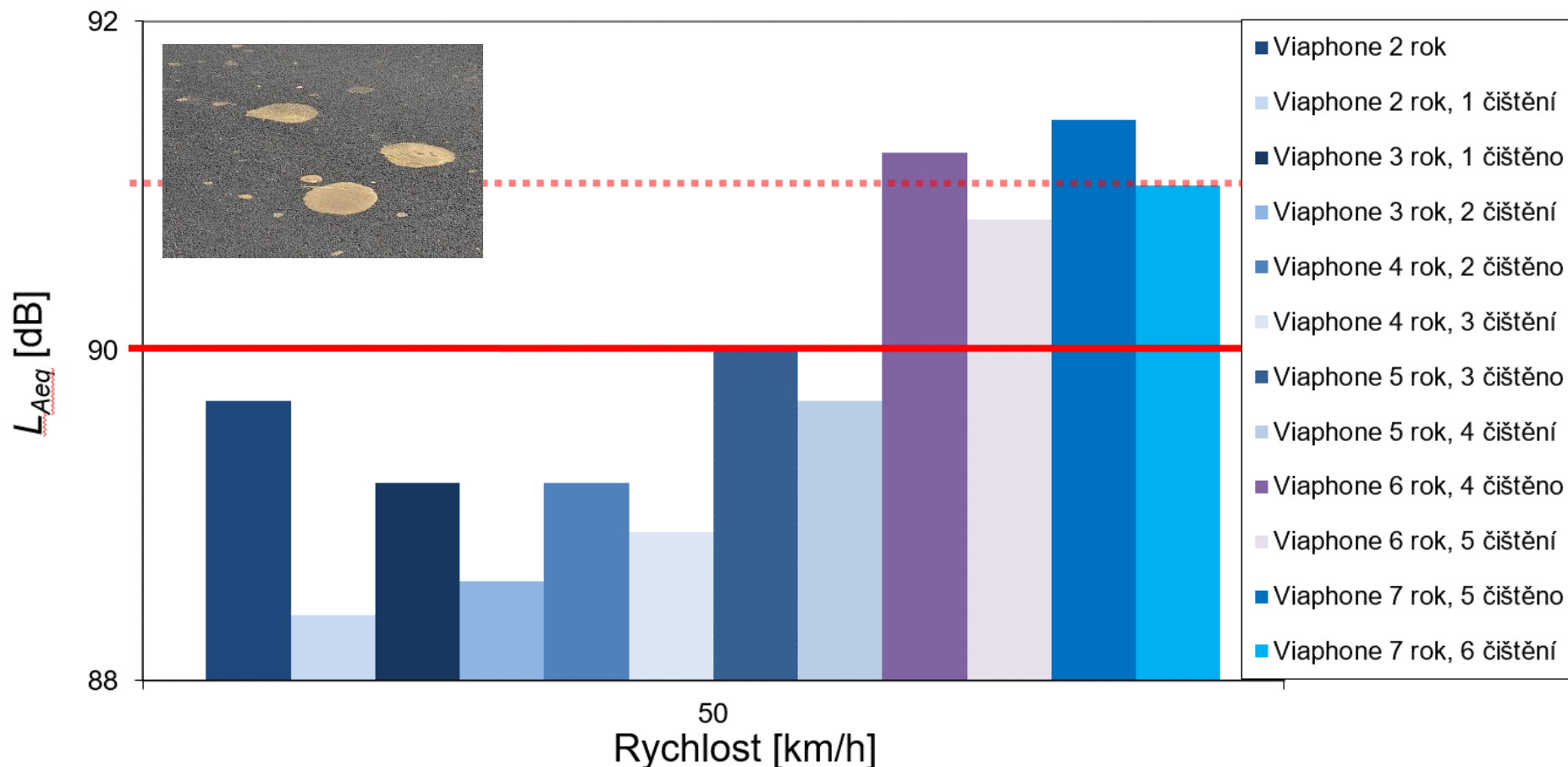
(úsek Brno - Praha – Rozvadov, referencováno na rychlost 80 km/h a teplotu 20°C)






# Vývoj parametrů v čase – hlučnost:

## Srovnání hlučnosti povrchu Viaphone před a po čištění (opakované)

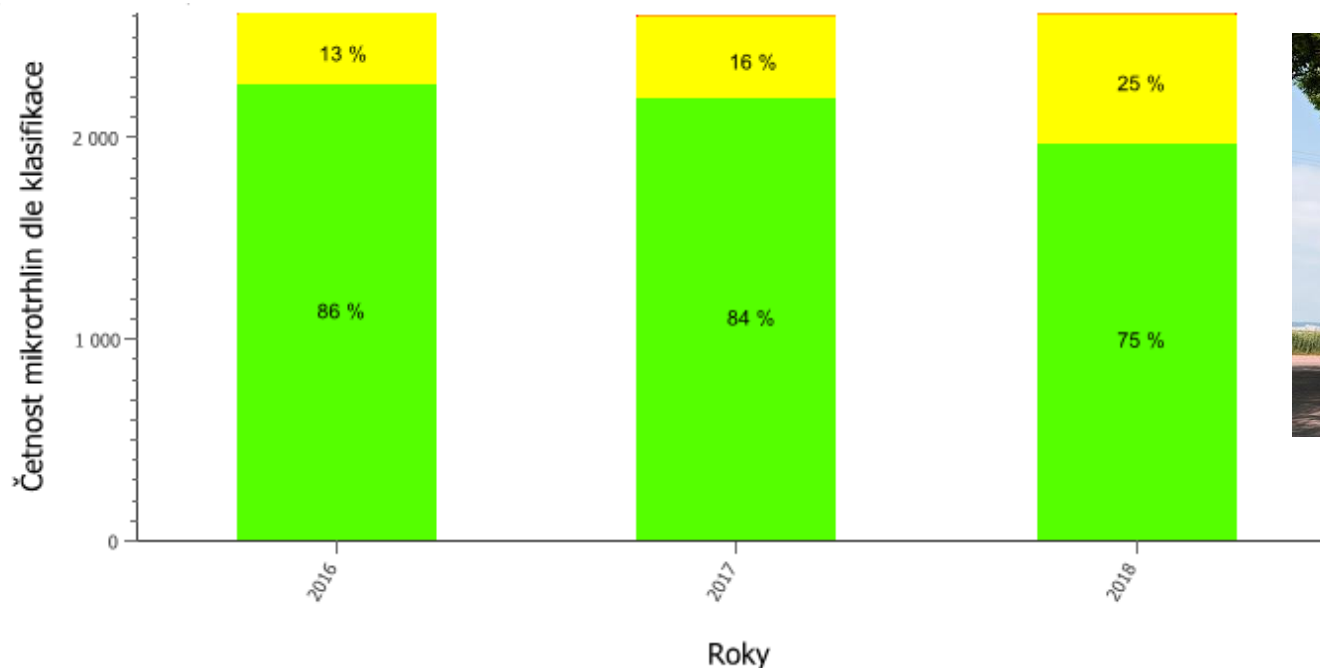


# Vývoj parametrů v čase – podélné nerovnosti (IRI):

- příklad srovnání 3 zařízení
- přechod mezi sekcemi délky 20 m se může posunout, tím i klasifikační stupeň

Data viz		zař. 1		zař. 2		zař. 3	
Rok měření		2008	2012	2008	2012	2012	
Začátek staničení [km]	Konec staničení [km]	Třída dle ČSN 736175 (1996)		Třída dle ČSN 736175 (1996)		Třída dle ČSN 736175 (1996)	
jízdni pruh		PJP		PJP	PJP	PJP	RJP
		1	2	1,5	2	3	3
		1	2	2	3	1	1
		1	1	1	1	1	1
		1	1	1	1	1	1
		1	1	1	1	1	1
		1	1	1	1	1	1
		1	1	1	1	1	1

# Vývoj parametrů v čase – poruchy:



## STATISTIKA (2m úseky)

Klasifikace	2016			2017			2018		
	Úseky	Délka	%	Úseky	Délka	%	Úseky	Délka	%
0	2 260 x	4.503 km	86 %	2 192 x	4.379 km	84 %	1 966 x	3.913 km	75 %
1	351 x	0.699 km	13 %	405 x	0.809 km	16 %	640 x	1.274 km	24 %
2	2 x	0.004 km	0 %	6 x	0.012 km	0 %	5 x	0.010 km	0 %
3	0 x	0.000 km	0 %	2 x	0.004 km	0 %	1 x	0.002 km	0 %
Celkem	2 613 x	5.207 km		2 605 x	5.204 km		2 612 x	5.199 km	

Srovnání vývoje stavu CBK na úseku vozovky délky 2,6 km (měřeno ve dvou jízdních pružích) v průběhu 3 let, zdroj: VARS Brno, a.s.

## Predikce vývoje:

- na základě opakovaných měření a trendu jejich vývoje (zásadní: dostatek dat pro vyhodnocení, správná lokalizace)
- kontrola, že nedošlo k úpravě povrchu, vedení objízdne trasy apod.
- buď se sleduje:
  - od pokládky/opravy dál
  - různě staré provozované povrchy stejného typu se stejným zatížením (dopravní, klimatické)
  - zkušební úseky pro ověření technologií (častější měření)
- sleduje se vliv a dopad:
  - intenzity provozu – zejména únosnost
  - klimatických vlivů – zejména součinitel tření
  - čištění vozovky – zejména hlučnost (NH) a součinitel tření
- možnost urychlit v lab. prostředí – součinitel tření po ohlazení

## Závěr:

- je potřeba rozlišovat mezi **síťovou** a projektovou úrovní
- **síťová úroveň** nemusí splňovat takové požadavky z hlediska přesnosti lokalizace (srovnání po 20m sekcích, statistika)
- při hodnocení může klasifikační stupeň přeskočit o jeden stupeň mezi sousedními sekcemi (závisí na přesnosti lokalizace, délce ujeté vzdálenosti apod.)
- **pro predikci** vývoje je potřeba zohlednit další faktory – zejména předpokládaný vývoj intenzity provozu apod.
- základ je mít naměřená data / záznamy z prohlídek v potřebné kvalitě pro účely následných analýz a vyhodnocení

## Publikace:

Stryk J., Nekula L., Nekulová P., Machel O. et al. Měření proměnných parametrů povrchů vozovek ve vazbě na bezpečnost silničního provozu, *Silniční obzor* 12/2021, ve schvalovacím procesu

Křivánek V., Stryk J., Marková P. et al. Hodnocení vývoje hlučnosti povrchů vozovek na síťové úrovni – možnost jejich klasifikace. *Silnice mosty*, 2021, č. 2, s. 32-35.

Nekula L. Po cementobetonovém krytu s obnaženým kamenivem jezdíme už 8 let. *Silniční obzor*, 2020, roč. 81, č. 12, s. 311-314

Stryk J., Nekula L., Nekulová P. Měření protismykových vlastností povrchů vozovek v ČR a jeho význam. *Silnice železnice*, 2019, roč. 14, č. 4/2019, s. 38-42.

Stryk J., Hlavatý J., Tesař I. Dlouhodobé sledování stavu vozovek s cementobetonovým krytem. *Silnice mosty*, 2019, č. 2, s. 37-40.

Nekula L. Životnost obrusných vrstev z hlediska protismykových vlastností. *Silniční obzor*, 2018, č. 2, roč. 79, s. 42-45.

webové stránky Sekce povrchových vlastností vozovek, Česká silniční společnost:  
<http://www.silnicnispolecnost.cz/index.php/cs/cinnost/povrchove-vlastnosti-vozovek>

Tento článek byl vytvořen se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu DOPRAVA2020+, v rámci řešení projektu CK01000110 Životnost protismykových vlastností povrchů vozovek, její predikce a skutečný vývoj v čase.

**Děkujeme vám za pozornost!**

Kontaktní informace:

**Ing. Josef Stryk, Ph.D.**

**[josef.stryk@cdv.cz](mailto:josef.stryk@cdv.cz)**

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.  
Líšeňská 33a, 636 00 Brno

telefon: +420 541 641 711

email: [cdv@cdv.cz](mailto:cdv@cdv.cz)

[www.cdv.cz](http://www.cdv.cz)

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz)

Program **Doprava 2020+**

T A  
Č R