



T A  
Č R

Program **Omega**



# IDENTIFIKACE ROZHODUJÍCÍCH FAKTORŮ PODÍLEJÍCÍCH SE NA DEGRADACI SILNIC NIŽŠÍCH TŘÍD

Ing. Radek Matula, Ph.D.

11. prosince 2015, Brno

# Nepříznivé faktory ovlivňující degradaci silnic nižších tříd

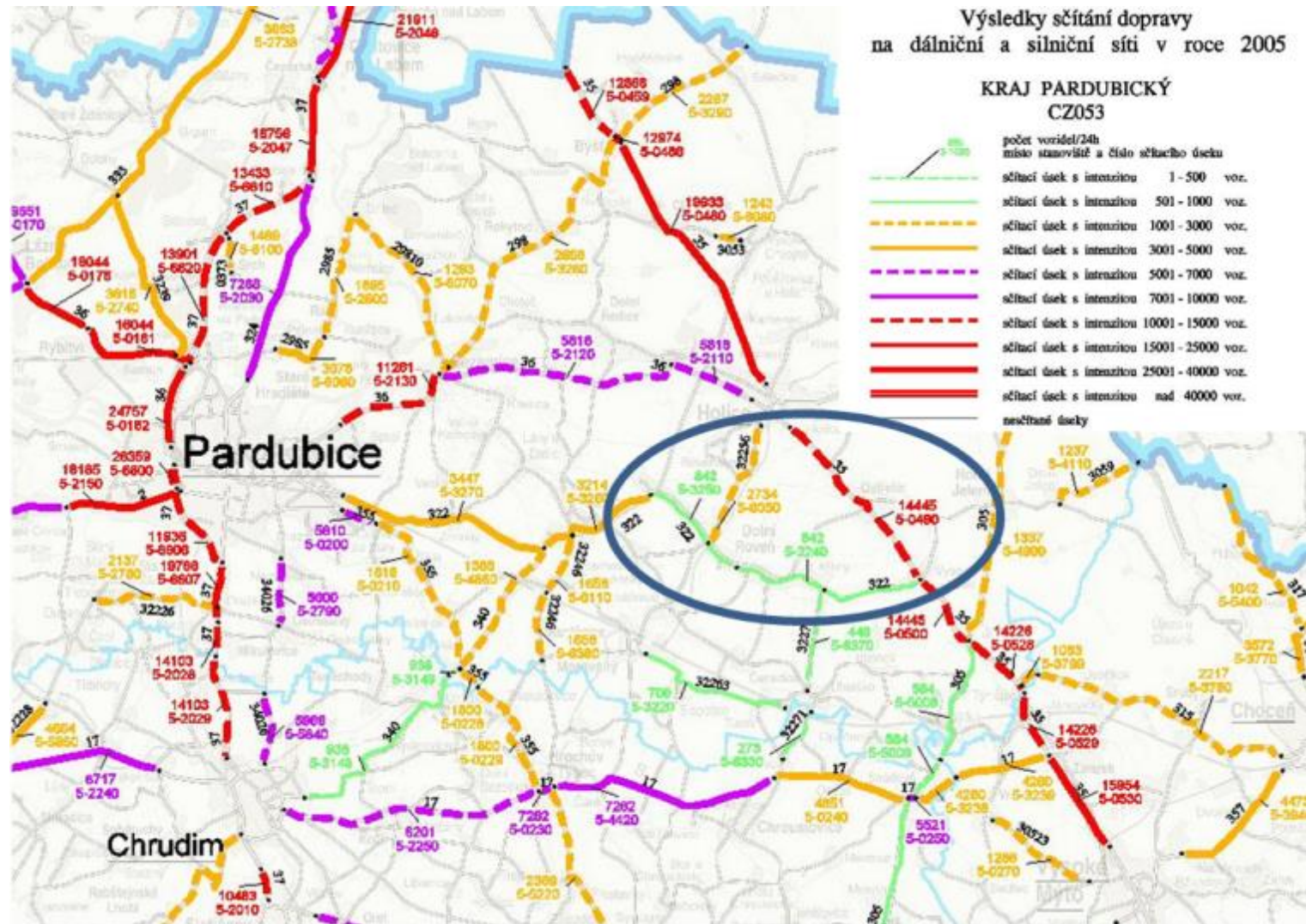
Z výsledků provedených průzkumů následují zásadní faktory, které ovlivňují stav silnic:

- **nárůst intenzity těžkých nákladních vozidel TNV na úsecích silnic neodpovídající trendům předpokládaného vývoje intenzit dopravy**
- **přetěžování silničních vozidel nad jejich povolenou hmotnost**

Dalšími faktory jsou:

- správné navržení konstrukce vozovky (klimatické podmínky, dopravní zatížení, skladba konstrukce vozovky)
- způsob vlastního provedení stavby (kvalitní podklad vozovky, dodržení tloušťek a předepsaných parametrů konstrukčních vrstev, správné odvodnění komunikace)
- způsob sledování vývoje stavu vozovek pro účely optimálního plánování údržby a oprav vozovek; s tím související nedostatek finančních prostředků na provádění údržby a oprav pozemních komunikací

Výzkum ekonomických dopadů zavedení mýtného na silnicích první třídy na krajské rozpočty ve vztahu ke zvýšeným nákladům na údržbu více zatížených silnic nižších tříd

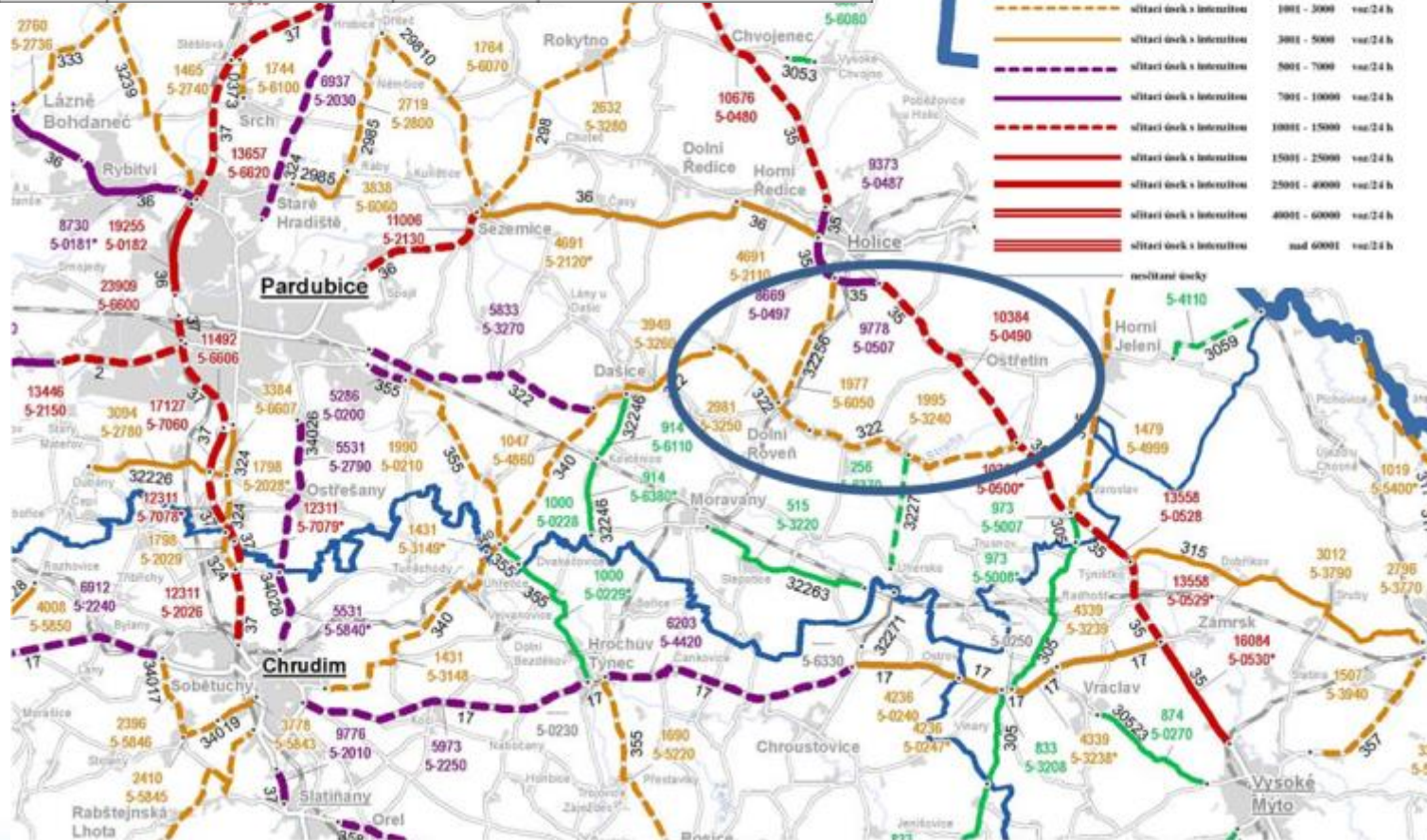
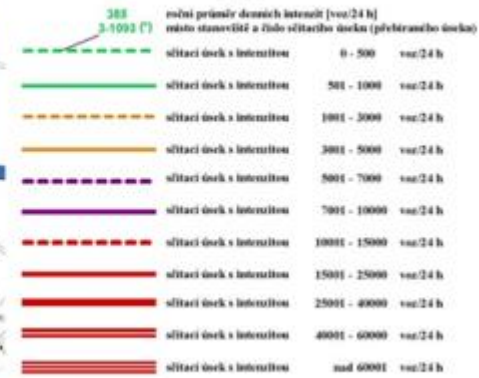


Výzkum ekonomických dopadů zavedení mýtného na silnicích první třídy na krajské rozpočty ve vztahu ke zvýšeným nákladům na údržbu více zatížených silnic nižších tříd  
Ing. Radek Matula, Ph.D.

Kraj Pardubický

Komunikace	Sčítací úsek	TNV		Rozdíl TNV	Poznámka
		CSD 2005	CSD 2010		
II/322	5-3250	103	966	863	Celkem 6 úseků, Rozdíl TNV: 384 – 863

Výsledky sčítání dopravy  
na dálniční a silniční síti v roce 2010  
KRAJ PARDUBICKÝ  
CZ053



Výzkum ekonomických dopadů zavedení mýtného na silnicích první třídy na krajské rozpočty ve vztahu ke zvýšeným nákladům na údržbu více zatížených silnic nižších tříd  
Ing. Radek Matula, Ph.D.

Návrhová úroveň porušení vozovky	Dopravní význam pozemní komunikace	Očekávaná třída dopravního zatížení	Plocha s konstrukčními poruchami [%]
D0	Dálnice, rychlostní silnice, rychlostní místní komunikace, silnice I. třídy	S, I, II, III	< 1
D1	Silnice II. a III. třídy, sběrné místní komunikace, obslužné místní komunikace, odstavňé a parkovací plochy	III, IV, V a VI	< 5

## D1-N

TDZ	III	IV	V	VI
$TNV_1$ (TNV/24h)	1200	440	90	15
$TNV_k$ (TNV/24h)	1500	500	100	15
$TNV_{cd}$ (mil. TNV)	6.9	2.3	0.46	0.070
$N_{cd}$ (mil. 10t náprav)	2.9	0.8	0.16	0.025

D1-N-5		Podloží	P II P III	P II P III	P II P III	P II P III
AB, OK, KSC, MZ	100		ABS I 40 ABH I 60 OK I 50	ABS II 40 OKS I 70	ABS II 40 OKS I 60	ABS II 40 OKS I 50
	200		KSC I	KSC I	KSC I	KSC I
	300		▼60	▼60	▼60	▼60
	400		MZ	MZ	MZ	MZ
	500		▼45	▼45	▼45	▼30

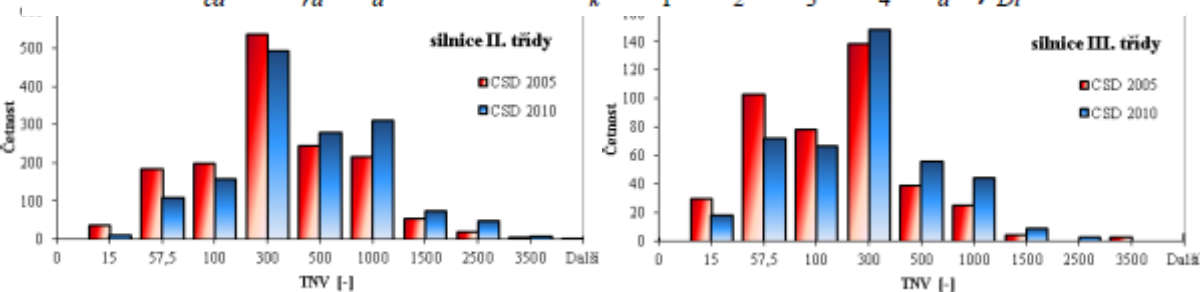
Výzkum ekonomických dopadů zavedení mýtného na silnicích první třídy na krajské rozpočty ve vztahu ke zvýšeným nákladům na údržbu více zatížených silnic nižších tříd  
 Ing. Radek Matula, Ph.D.

Zásadní pro posouzení návrhu konstrukce vozovky je stanovení návrhové hodnoty celkového počtu návrhových náprav  $TNV_{cd}$ , kterou lze stanovit pomocí dílčích součinitelů z návrhové hodnoty celkového počtu přejezdů TNV za návrhové období. Hodnota  $TNV_{cd}$  musí být nižší než je vypočítaná mezní hodnota počtu přejezdů TNV za návrhové období  $TNV_{cd,lim}$ , související s maximálním přetvořením asfaltových vrstev a podloží vozovky. Poměr návrhové a mezní hodnoty je tzv. celkové poměrné porušení  $D_{cd}$  se doporučuje se při návrhu v mezích od 0,6 až do 0,85. Do výpočtu poměrného přetvoření vstupují tyto koeficienty:

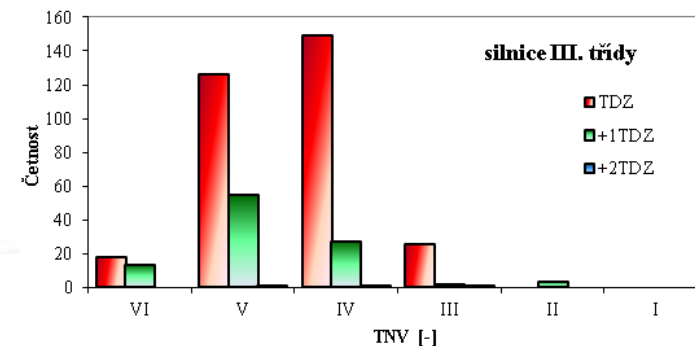
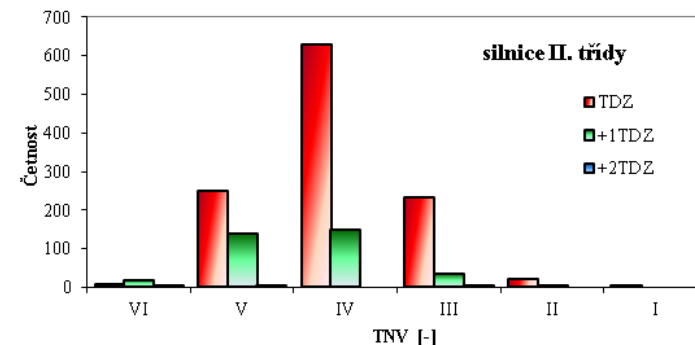
- součinitele nárůstu intenzity provozu TNV:  $\delta_i$
- součinitel vyjadřující podíl intenzity TNV na nejvíce zatíženém jízdním pruhu:  $C_1$
- součinitel vyjadřující fluktuaci stop TNV:  $C_2$
- součinitel spektra hmotnosti náprav TNV:  $C_3$
- součinitel vyjadřující vliv rychlosti pohybu TNV:  $C_4$
- dílčí součinitele spolehlivosti.

Zásadní pro posouzení konstrukce vozovky podle technických podmínek TP 87 je stanovení počtu přejezdů návrhových náprav v průměrném roce v návrhovém období  $N_{rd}$  a stanovení celkového počtu přejezdů návrhových náprav za návrhové období  $N_{cd}$ . Tyto vypočítané hodnoty vstupují do iteračního výpočtu pro stanovení zbytkové doby životnosti pozemní komunikace a stanovení zesílení vozovky. Návrhové hodnoty lze stanovit ze vztahu:

$$N_{cd} = N_{rd} \times t_d = 365 \times TNV_k \times C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times t_d / \gamma_{Di}^*$$



Třída dopravního zatížení TDZ	$TNV_k$
S	>7500
I	3501-7500
II	1501-3500
III	501-1500
IV	101-500
V	15-100
VI	<15



Při výpočtu návrhu a posouzení vozovek se používá návrhová náprava, zastupující zatížení při běžném silničním provozu s charakteristikou: zatížení nápravy 100 kN, průměrný dotykový tlak 0,55 MPa.

Návrhová náprava vychází z vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích (viz příloha 2).

Metodika výpočtu TNV, CSD 2005:





$$TNV = 0,1 N1 + 0,9 N2 + PN2 + N3 + PN3 + 1,3 NS + A + PA$$

Metodika výpočtu TNV, CSD 2010:







$$TNV = 0,1 LN + 0,9 SN + 1,9 SNP + TN + 2,0 TNP + 2,3 NSN + A + AK$$

Při srovnávání výsledných hodnot TNV (CSD 2005) a TNV (CSD 2010) lze výsledky mezi sebou přímo porovnávat (obr. 1).

$N1 = LN$ .

CSD 2005	CSD 2010
 N2	 SN
 PN2	 SNP

CSD 2005	CSD 2010
 N3	 TN
 N3 PN3	 TNP
 N3 NS	 NSN

$N2 = 2, PN2 = 1$        $SN = SNP = 1$        $N3 = 3, PN3 = NS = 1$        $TN = TNP = NSN = 1$   
 $TNV = 2,8$                $TNV = 2,8$                $TNV = 5,3$                $TNV = 5,3$

Obr. 1 Rozdíly při výpočtu TNV v rámci celostátního sčítání dopravy z roku 2010

Příloha 2: Největší povolené hmotnosti (limitní) silničních vozidel a jejich rozdělení na nápravy podle vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích

Největší povolené hmotnosti silničních vozidel a jejich rozdělení na nápravy jsou uvedeny v následující tabulce:

a) u jednotlivé nápravy 10,00 t

b) u jed

c) u dvo, nesmí pi

1. do

2. od

3. od

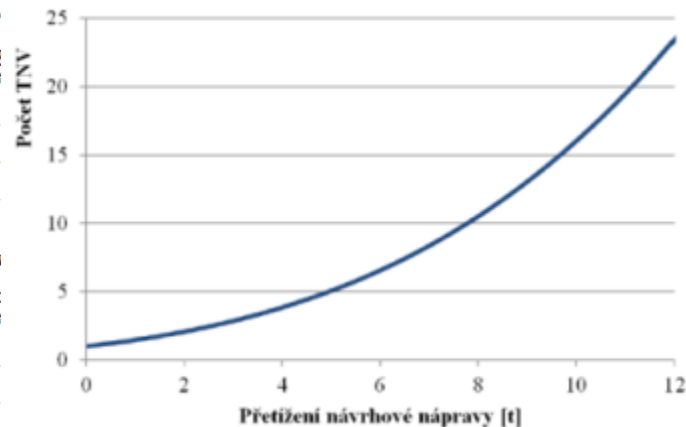
4. od

pneun

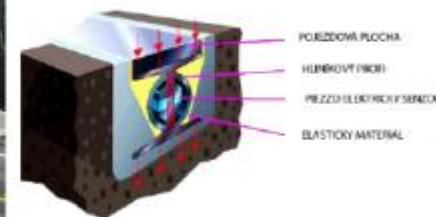
d) u dvo, nesmí pi

1. do

2. od



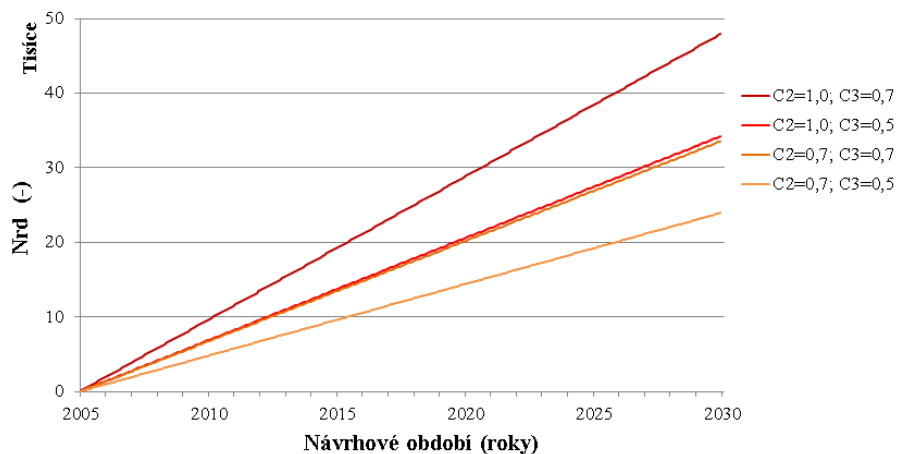
Podrobné statistické údaje o rozdělení zatížení na nápravách různých typů nákladních vozidel lze získat ze souboru dat systému vážení vozidel (obr. 6) za pohybu WIM (Weight In Motion).



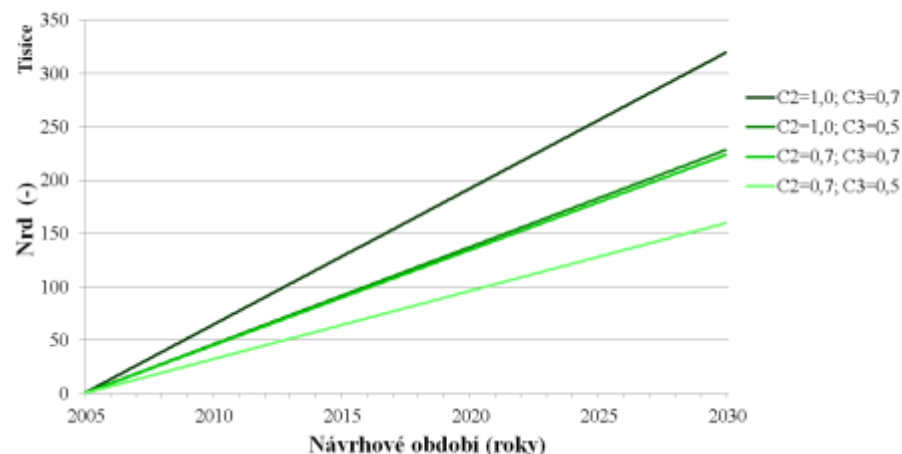
Obr. 6 Pohled na úsek se systémem WIM, vážicí senzor na bázi křemenných krystalů umístěný ve vozovce (vlevo)

Výsledky systému WIM mohou sloužit jako reálné podklady o skutečném zatížení silniční komunikace pro účely dimenzování vozovek, registrace a analýza dopravního proudu vozidel na profilu silniční komunikace pro účely dopravní statistiky, atd.

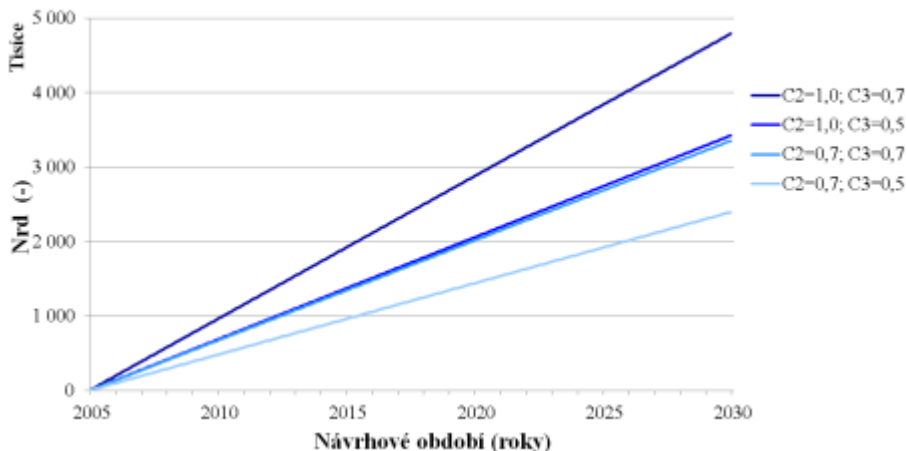
Rozptyl Ncd při použití rozdílných koeficientů  $C_2$  a  $C_3$  pro TNV = 15



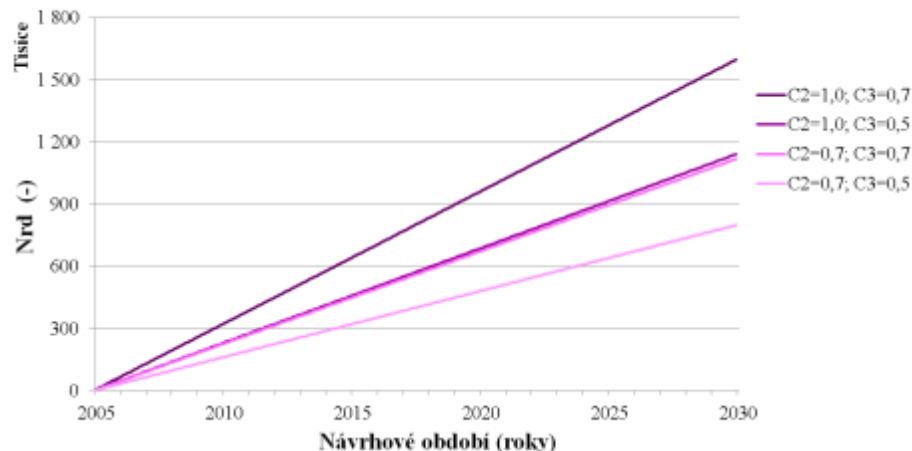
Rozptyl Ncd při použití rozdílných koeficientů  $C_2$  a  $C_3$  pro TNV = 100



Rozptyl Ncd při použití rozdílných koeficientů  $C_2$  a  $C_3$  pro TNV = 1500



Rozptyl Ncd při použití rozdílných koeficientů  $C_2$  a  $C_3$  pro TNV = 500



	TDZ	$C_2=0,7; C_3=0,5$	$C_2=0,7; C_3=0,7$	$C_2=1,0; C_3=0,5$	$C_2=1,0; C_3=0,7$
TNV 15	V-VI	0,00122	0,00170	0,00174	0,00243
TNV 100	IV-V	0,00811	0,01136	0,01159	0,01622
TNV 500	III-IV	0,04056	0,05678	0,05794	0,08112
TNV 1500	II-III	0,12168	0,17035	0,17383	0,24336



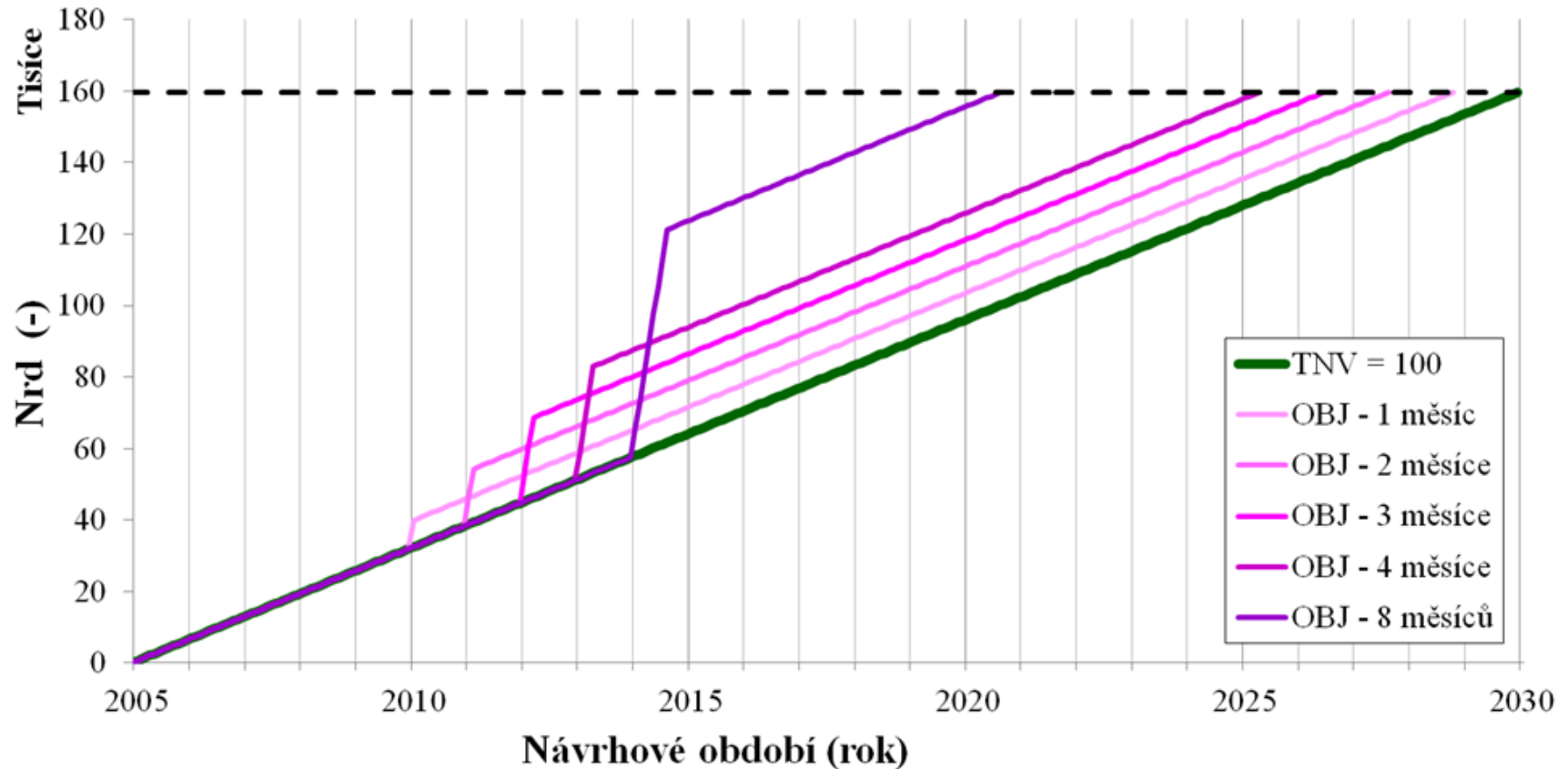
# Posouzení zbytkové doby životnosti dle TP 87

$$N_{\text{lim}} \geq N_{\text{cd}} ;|$$

Kde:  $N_{\text{lim}}$  je celkový mezní počet přejezdů návrhových náprav, návrhové nápravy  
 $N_{\text{cd}}$  je celkový počet přejezdů návrhových náprav za návrhové období, návrhové nápravy

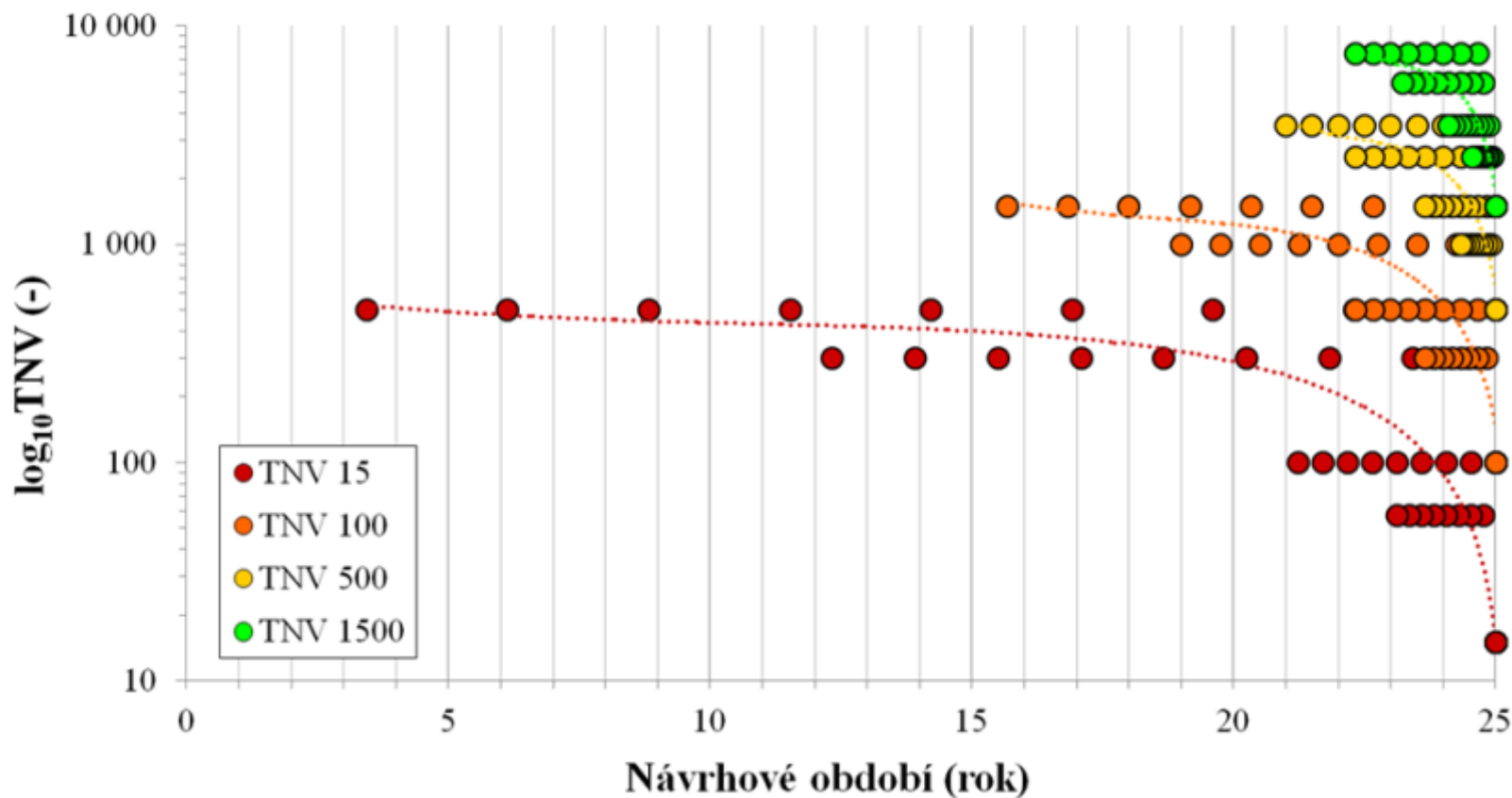
Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
Zbytková doba životnosti vozovky $t_z$	25	20 - 24	10 - 19	5 - 9	< 5
Požadovaná zbytková doba životnosti v době se použije	při uvedení vozovky do provozu	v záruční době	při provádění běžné údržby a údržby povrchu vozovky		při provedení opravy vozovky

# Krátkodobá změna TNV



Vliv objízdné trasy na celkovou dobu životnosti PK

## Vliv objízdné trasy na celkovou dobu životnosti PK



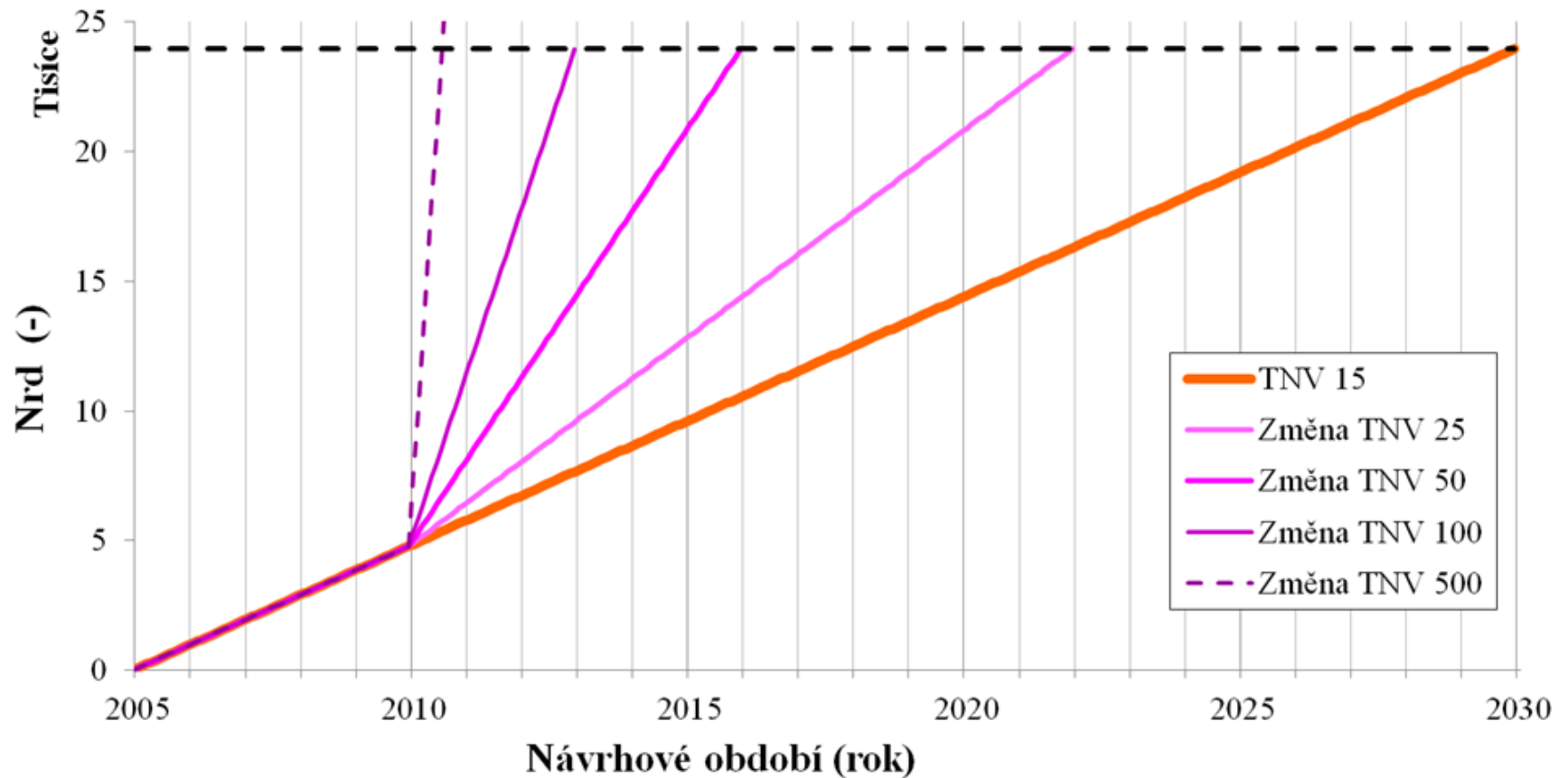
Př. Na pozemní komunikaci s návrhovou hodnotou TNV 15 dojde ke snížení celkové doby životnosti na  $\frac{1}{2}$  v důsledku krátkodobého nárůstu TNV na hodnotu 300 po dobu 8 měsíců

# Váhy krátkodobé změny TNV

TNV1	TNV2	Počet měsíců							
		1	2	3	4	5	6	7	8
15	15	0	0	0	0	0	0	0	0
	58	0,00071	0,00142	0,00214	0,00285	0,00356	0,00427	0,00499	0,0057
	100	0,00142	0,00285	0,00427	0,0057	0,00712	0,00855	0,00997	0,0114
100	100	0	0	0	0	0	0	0	
15	300	0,00478	0,00955	0,01433	0,01911	0,02388	0,02866	0,03343	0,03821
100		0,0005	0,00101	0,00151	0,00201	0,00251	0,00302	0,00352	0,00402
15	500	0,00813	0,01626	0,02438	0,03251	0,04064	0,04877	0,0569	0,06502
100		0,00101	0,00201	0,00302	0,00402	0,00503	0,00603	0,00704	0,00804
500		0	0	0	0	0	0	0	0
100	1000	0,00226	0,00452	0,00679	0,00905	0,01131	0,01357	0,01584	0,0181
500		0,00025	0,0005	0,00075	0,00101	0,00126	0,00151	0,00176	0,00201
100	1500	0,00352	0,00704	0,01056	0,01408	0,0176	0,02112	0,02464	0,02815
500		0,0005	0,00101	0,00151	0,00201	0,00251	0,00302	0,00352	0,00402
1500	1500	0	0	0	0	0	0	0	
500	2500	0,00101	0,00201	0,00302	0,00402	0,00503	0,00603	0,00704	0,00804
1500		0,00017	0,00034	0,0005	0,00067	0,00084	0,00101	0,00117	0,00134
500	3500	0,00151	0,00302	0,00452	0,00603	0,00754	0,00905	0,01056	0,01207
1500		0,00034	0,00067	0,00101	0,00134	0,00168	0,00201	0,00235	0,00268
	5500	0,00067	0,00134	0,00201	0,00268	0,00335	0,00402	0,00469	0,00536
	7500	0,00101	0,00201	0,00302	0,00402	0,00503	0,00603	0,00704	0,00804

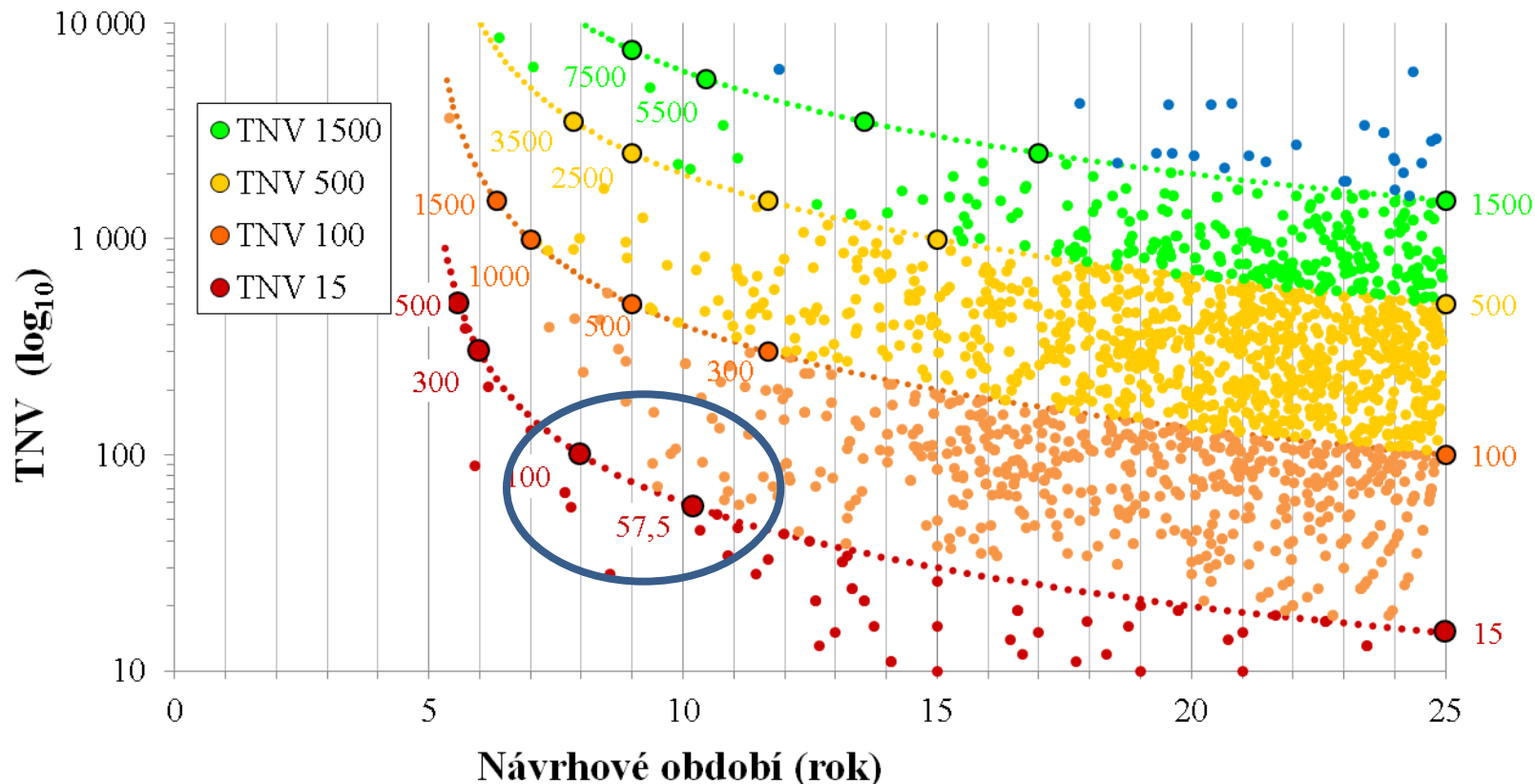
Výzkum ekonomických dopadů zavedení mýtného na silnicích první třídy na krajské rozpočty ve vztahu ke zvýšeným nákladům na údržbu více zatížených silnic nižších tříd  
Ing. Radek Matula, Ph.D.

# Dlouhodobá změna TNV



Vliv dlouhodobé objízdné trasy na celkovou dobu životnosti PK

## Vliv dlouhodobého nárůstu TNV na celkovou dobu životnosti PK



Př. Na PK s návrhovou hodnotou TNV 15 dojde ke snížení celkové doby životnosti na ½ v důsledku dlouhodobého nárůstu TNV na hodnotu 40, která se projeví po 5ti letech užívání

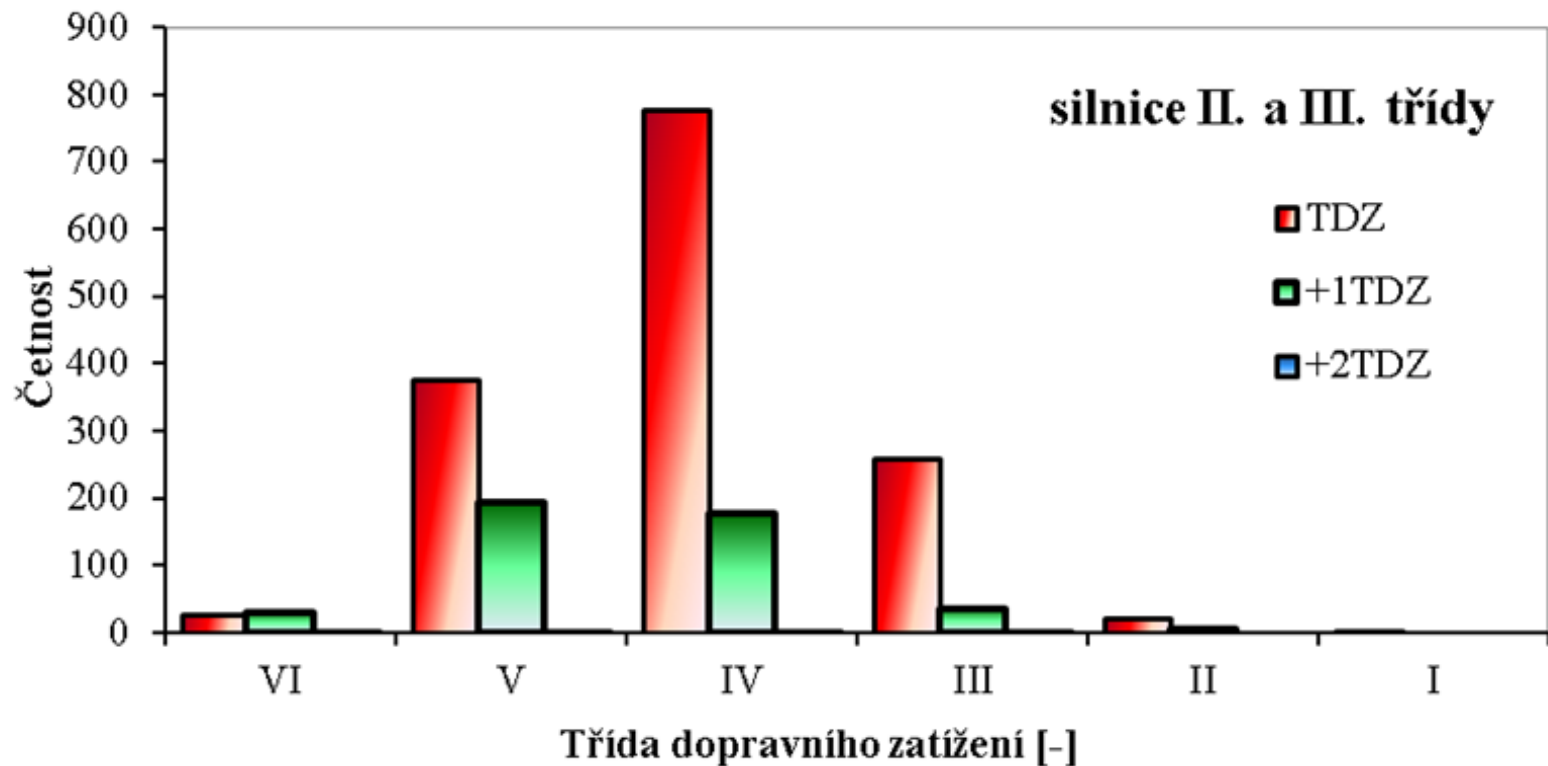
Kraj Pardubický					
Komunikace	Sčítací úsek	TNV		Rozdíl TNV	Poznámka
		CSD 2005	CSD 2010		
II/322	5-3250	103	966	863	Celkem 6 úseků, Rozdíl TNV: 384 – 863

ch první třídy na krajské rozpočty silnic nižších tříd

# Váhy dlouhodobé změny TNV

<i>TNV1/TNV2</i>	15	57,5	100	300	500	1000	1500	2500	3500	5500	7500
<b>15</b>	0,000	0,061	0,070	0,078	0,080	-	-	-	-	-	-
<b>100</b>	-	-	0,000	0,055	0,066	0,074	0,077	-	-	-	-
<b>500</b>	-	-	-	-	0,000	0,041	0,055	0,066	0,071	-	-
<b>1500</b>	-	-	-	-	-	-	0,000	0,033	0,047	0,060	0,066

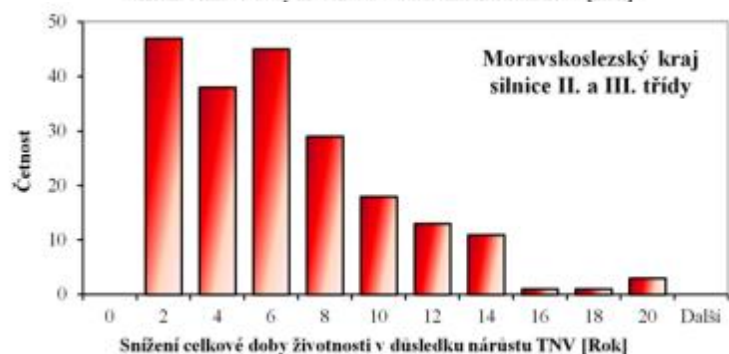
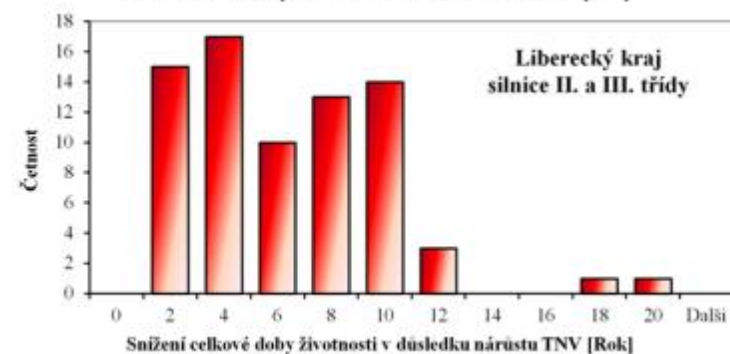
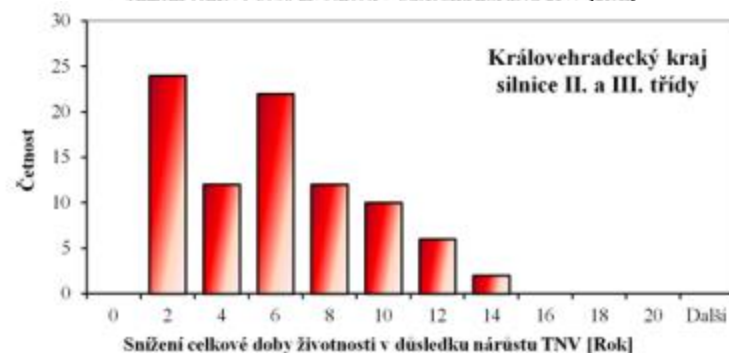
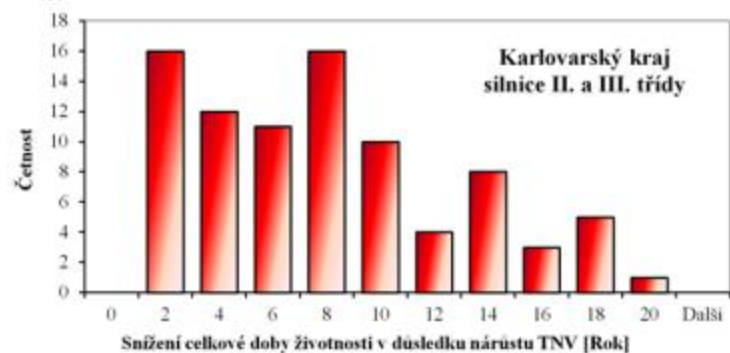
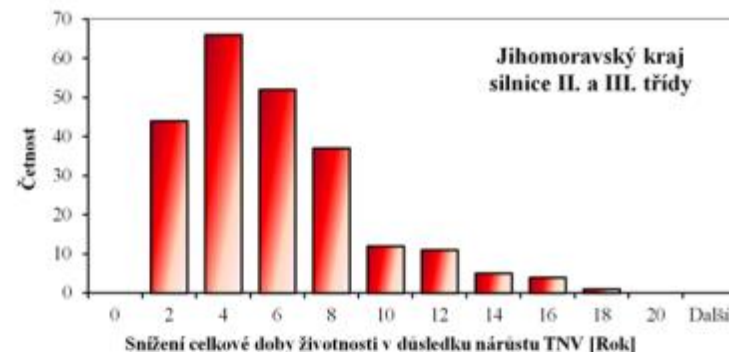
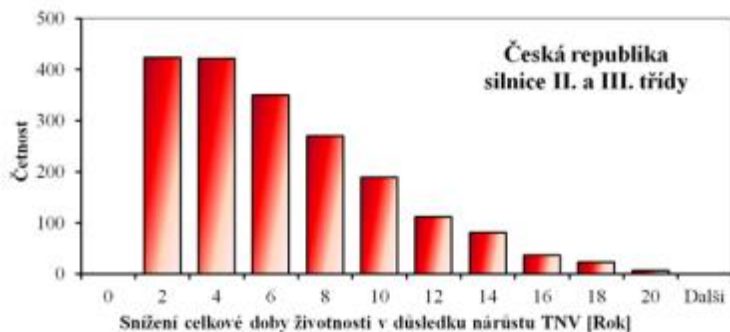
# Stav intenzity TNV na úsecích II. a III. třídy (CSD 2005-2010) podle TDZ

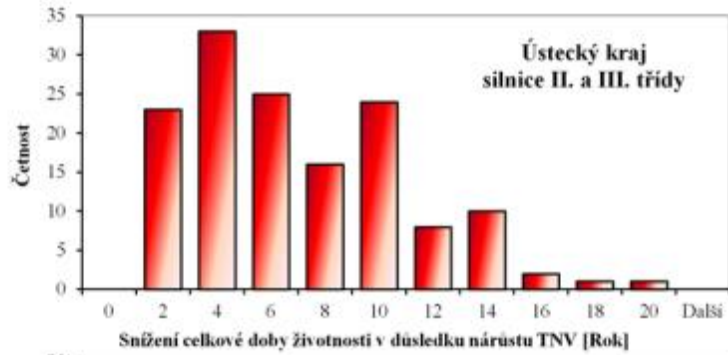
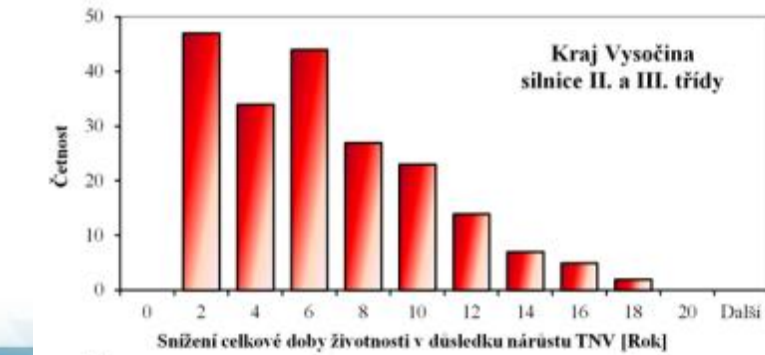
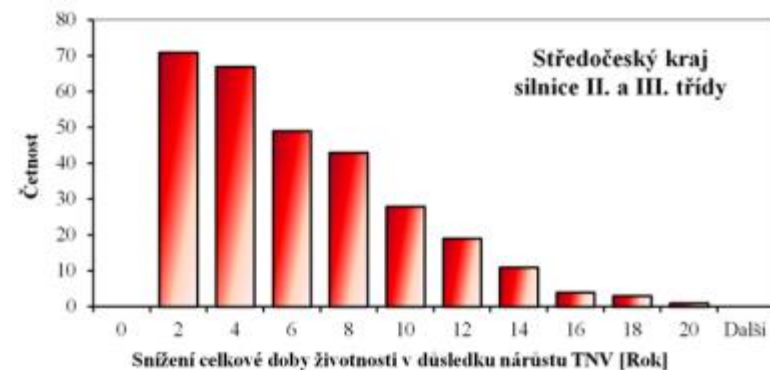
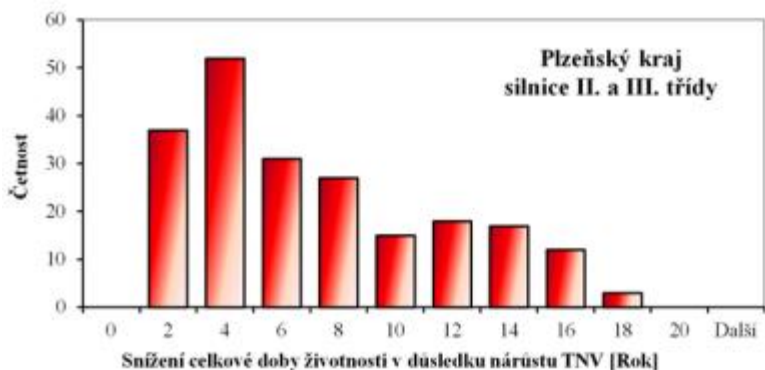
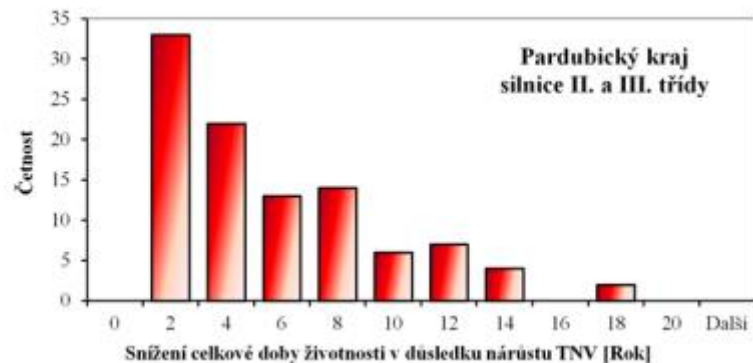
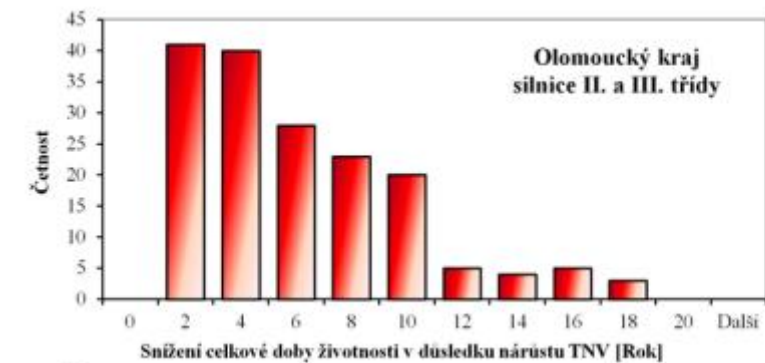


Výzkum ekonomických dopadů zavedení mýtného na silnicích první třídy na krajské rozpočty ve vztahu ke zvýšeným nákladům na údržbu více zatížených silnic nižších tříd

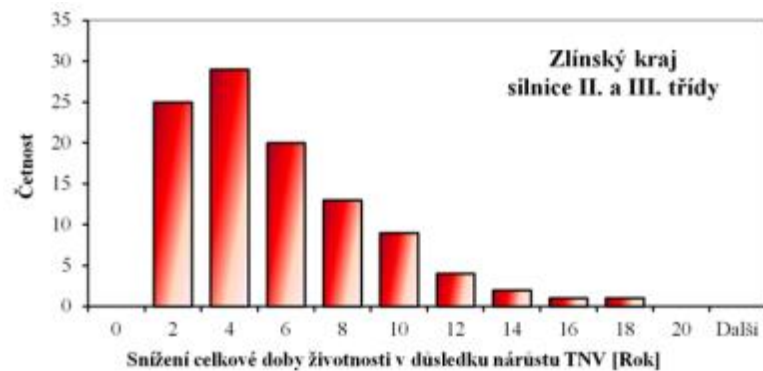
Ing. Radek Matula, Ph.D.







Výzkum ekonomických dopadů zavedení mýtného na silnicích první třídy na krajské rozpočty ve vztahu ke zvýšeným nákladům na údržbu více zatížených silnic nižších tříd  
Ing. Radek Matula, Ph.D.





**Děkuji vám za pozornost!**

**Ing. Radek Matula, Ph.D.**  
**radek.matula@cdv.cz**  
**+420 737 954 668**

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

telefon: **+420 549 429 366**  
email: **cdv@cdv.cz**

**www.cdv.cz**