

# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

Stmelená podkladová vrstva asfaltovej vozovky vyrobená znovupoužitím pôvodných cementobetónových dosiek

Dipl. Ing. Zsolt Boros, TPA Spoločnosť pre zabezpečenie kvality a inovácie s. r. o., Bratislava

22.11.2016



# **OBSAH**

- 1. Úvod**
- 2. Diagnostika vozovky**
- 3. Diskusia k výsledkom diagnostiky**
- 4. Návrh vozovky a stavebnej technológie**
- 5. Pokusný úsek - overenie stav. technológie**
- 6. Charakteristika podkladovej vrstvy**
- 7. Výsledky únosnosti po rekonštrukcii**
- 8. Zhrnutie**

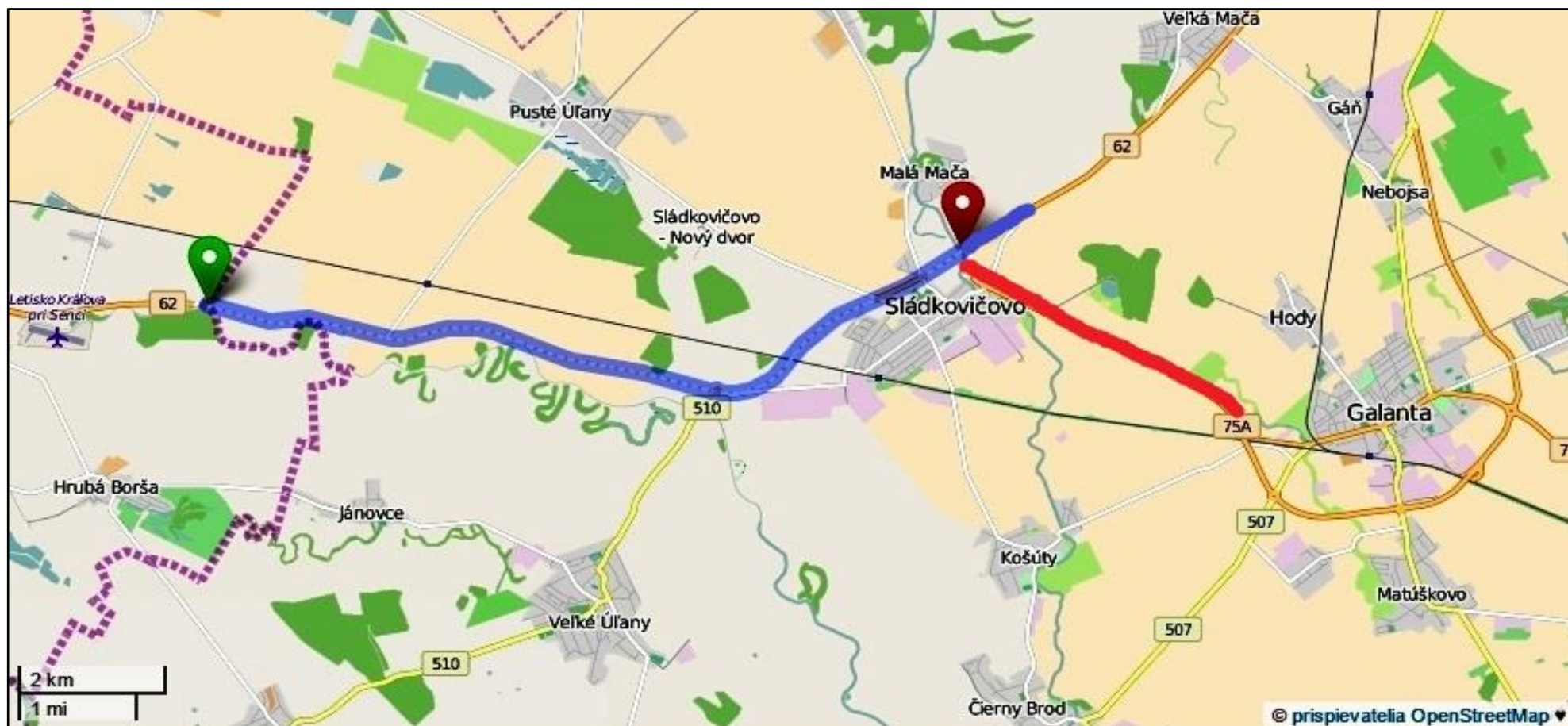
**Stmelená podkladová vrstva asfaltovej vozovky vyrobená znovupoužitím pôvodných cementobetónových dosiek**

- 1. Úvod**
2. Diagnostika vozovky
3. Diskusia k výsledkom diagnostiky
4. Návrh vozovky a stavebnej technológie
5. Pokusný úsek - overenie stav. technológie
6. Charakteristika podkladovej vrstvy
7. Výsledky únosnosti po rekonštrukcii
8. Zhrnutie

## Poloha úseků určených na rekonstrukci



## Zrekonštruované úseky: cesta I/62 zrekonštruovaná v roku 2015, cesta I/75 zrekonštruovaná v roku 2016



## Cesta I/62 Senec – Sládkovičovo a I/75 Sládkovičovo – Galanta



## Cesta I/50 Chocholná – Mníchova Lehota



## Cesta I/65 Turčianske Teplice - Príbovce





## Problematika cementobetonových vozoviek vo veku 40 – 50 rokov

### 1. Pôvodná konštrukcia vozovky

### 2. Podložie

1. Fragment
2. Škára

### 3. Podkladová vrstva

1. Pôvodná
2. Nová

### 4. Stav krytu vozovky

1. Vozovka, krajnice
2. Alternatívy pre rekonštrukciu

**Stmelená podkladová vrstva asfaltovej vozovky vyrobená znovupoužitím pôvodných cementobetónových dosiek**

1. Úvod
- 2. Diagnostika vozovky**
3. Diskusia k výsledkom diagnostiky
4. Návrh vozovky a stavebnej technológie
5. Pokusný úsek - overenie stav. technológie
6. Charakteristika podkladovej vrstvy
7. Výsledky únosnosti po rekonštrukcii
8. Zhrnutie

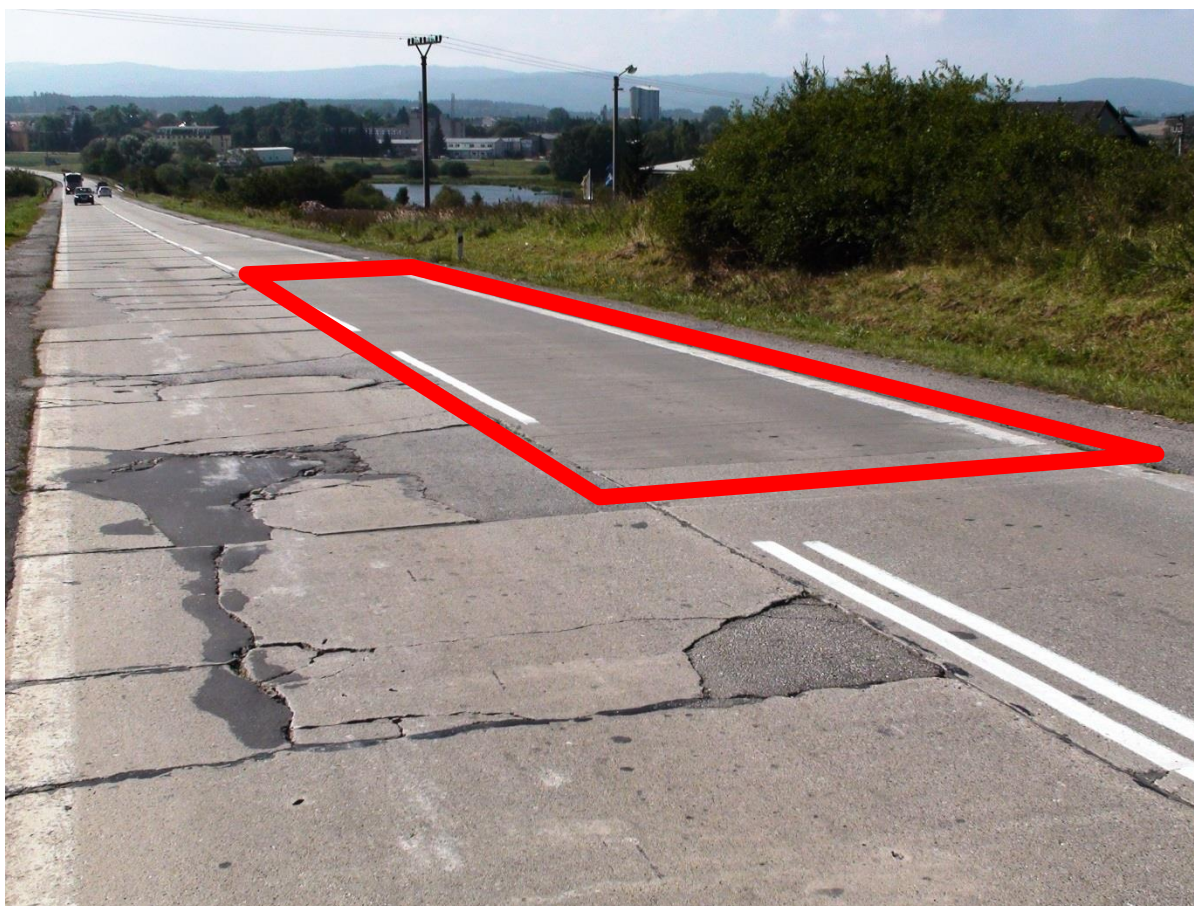
## Diagnostika vozovky – náplň predmetu činnosti

**1. Inžiniersko-geologický prieskum**

**2. Diagnostika únosnosti vozovky**

**3. Návrh vozovky**

**4. Návrh technológie pre rekonštrukciu**

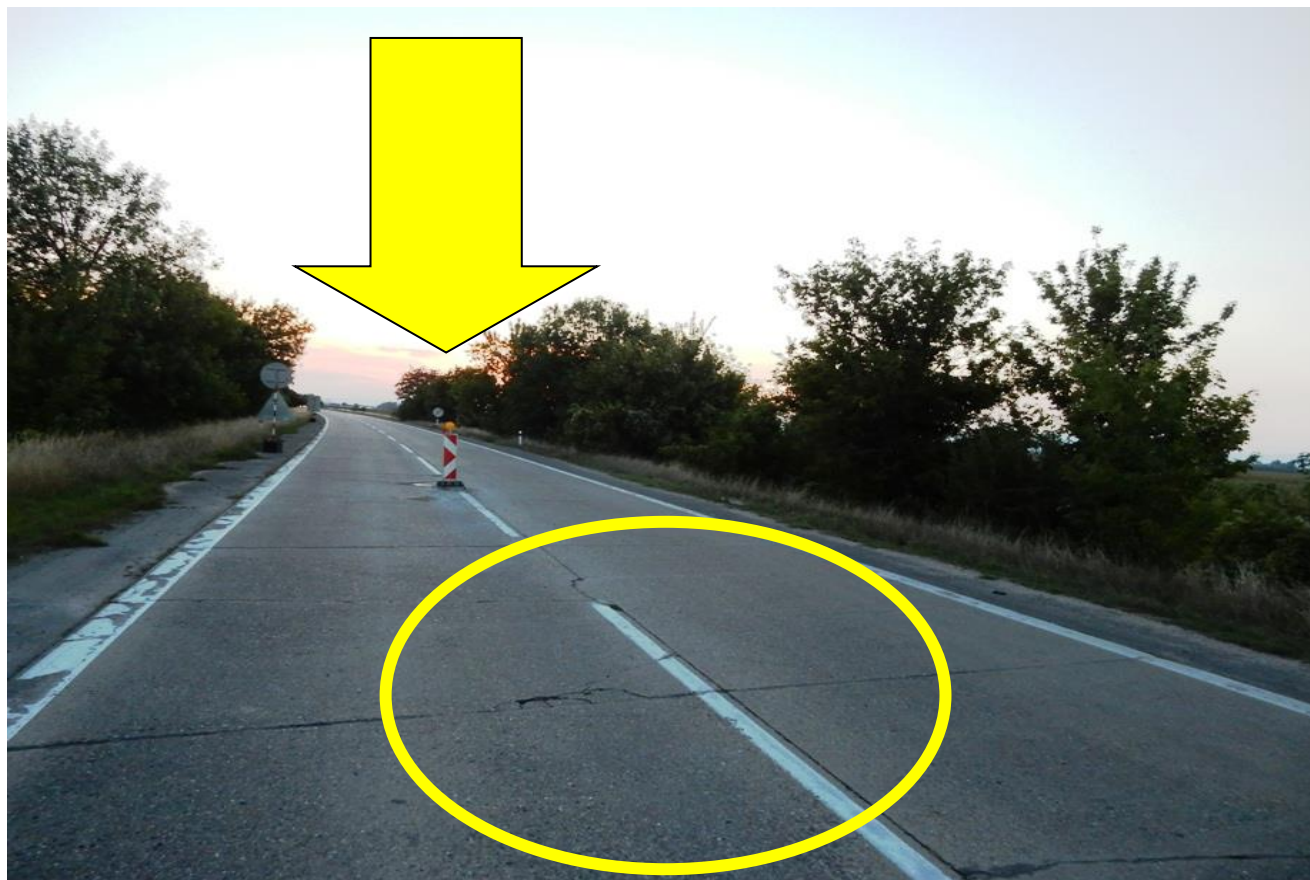


**Pohľad na stupeň  
degradácie  
cementobetónového  
krytu na úseku I/65  
Turčianske Teplice -  
Príbovce s možnosťou  
porovnania so stavom  
v mieste, kde bola  
v minulosti úspešne  
urobená lokálna  
oprava dosiek**

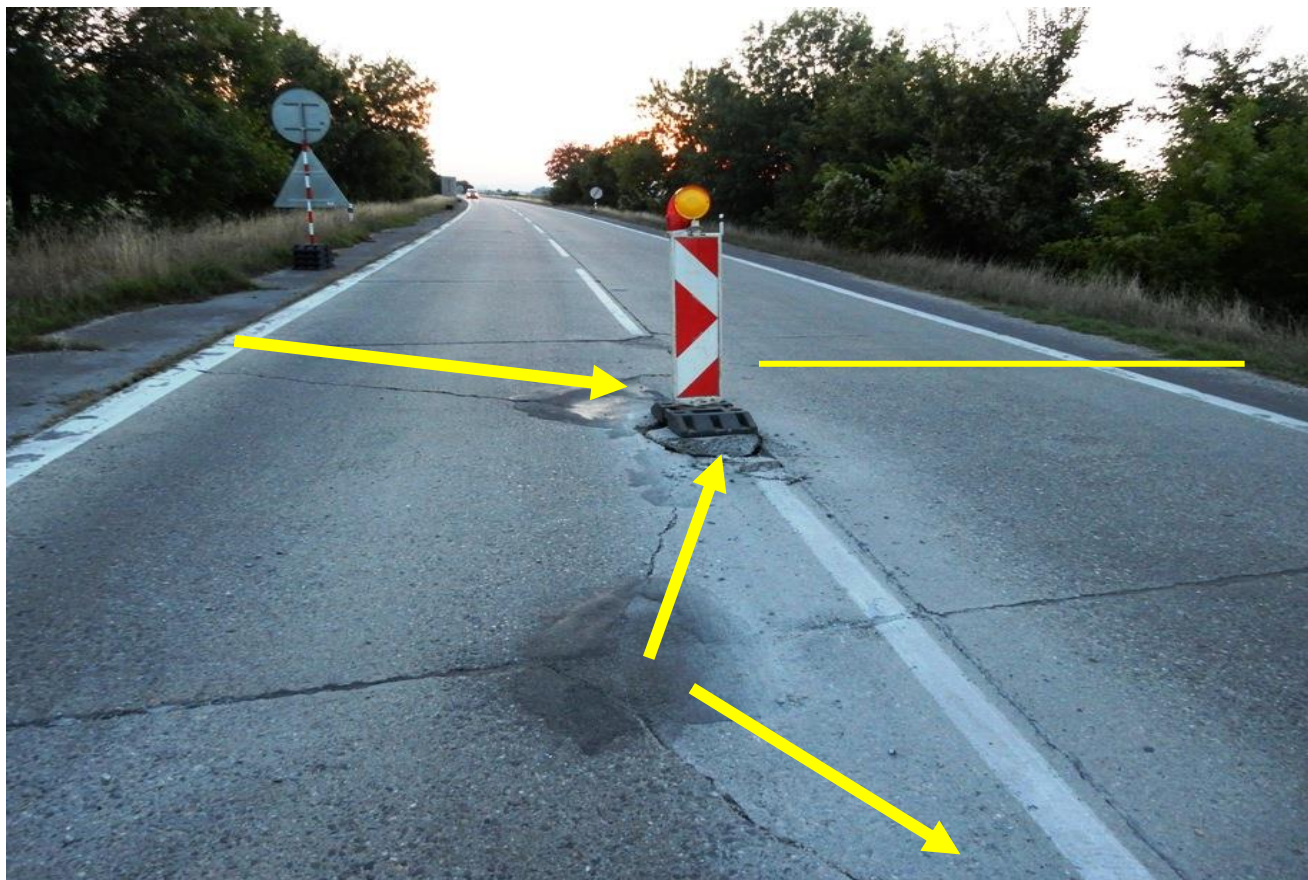
## Stav vozoviek pre rekonštrukciou



## Stav vozoviek pre rekonštrukciou



## Stav vozoviek pre rekonštrukciou



## Stav vozoviek pre rekonštrukciou

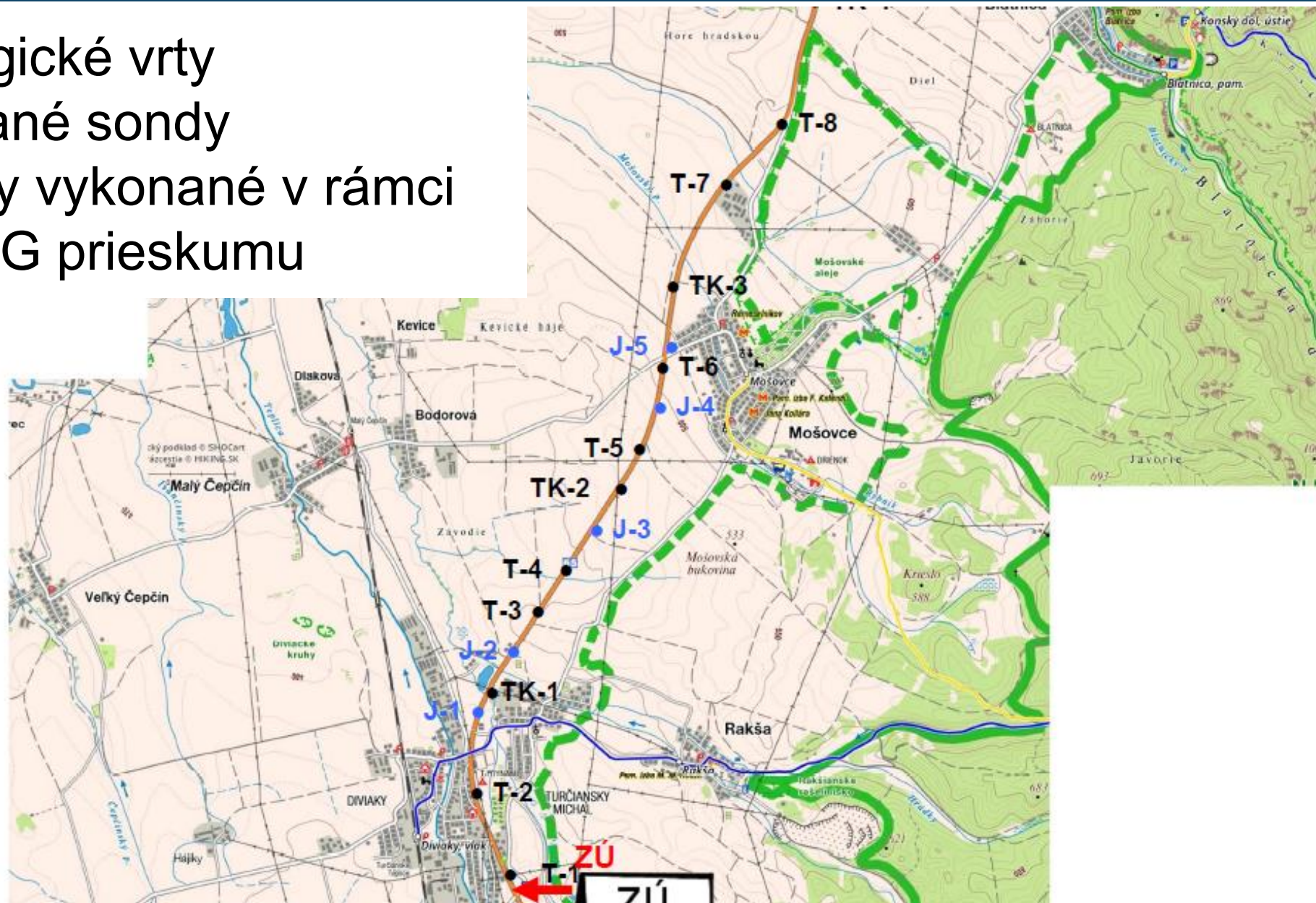




# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK



- T-1 Geologické vrty
- TK-1 Kopané sondy
- J-3 Odbery vykonané v rámci predošlého IG prieskumu



## Inžiniersko-geologický prieskum



## Inžiniersko-geologický prieskum



Fotodokumentácia kopanej sondy KS-1 (0,0 – 1,0m)

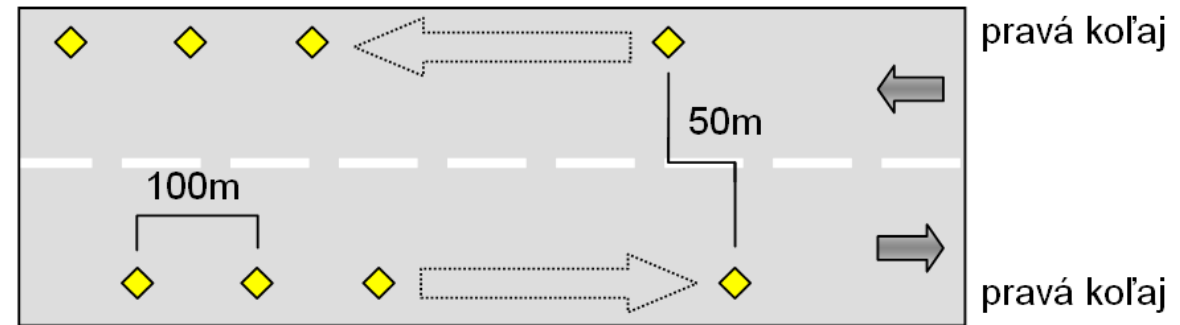
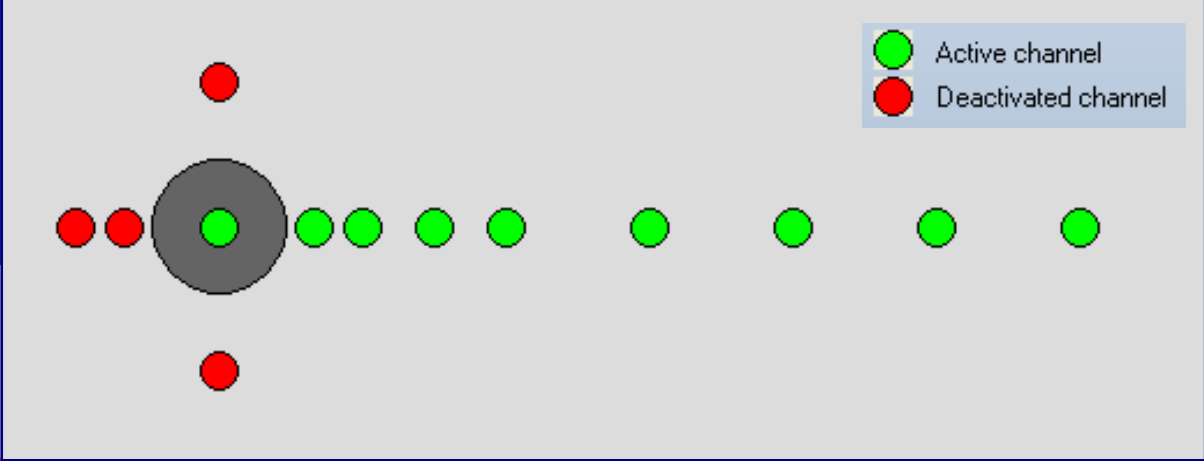


## Meracie zariadenie FWD počas merania v intraviláne



# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

## Diagnostika únosnosti vozovky

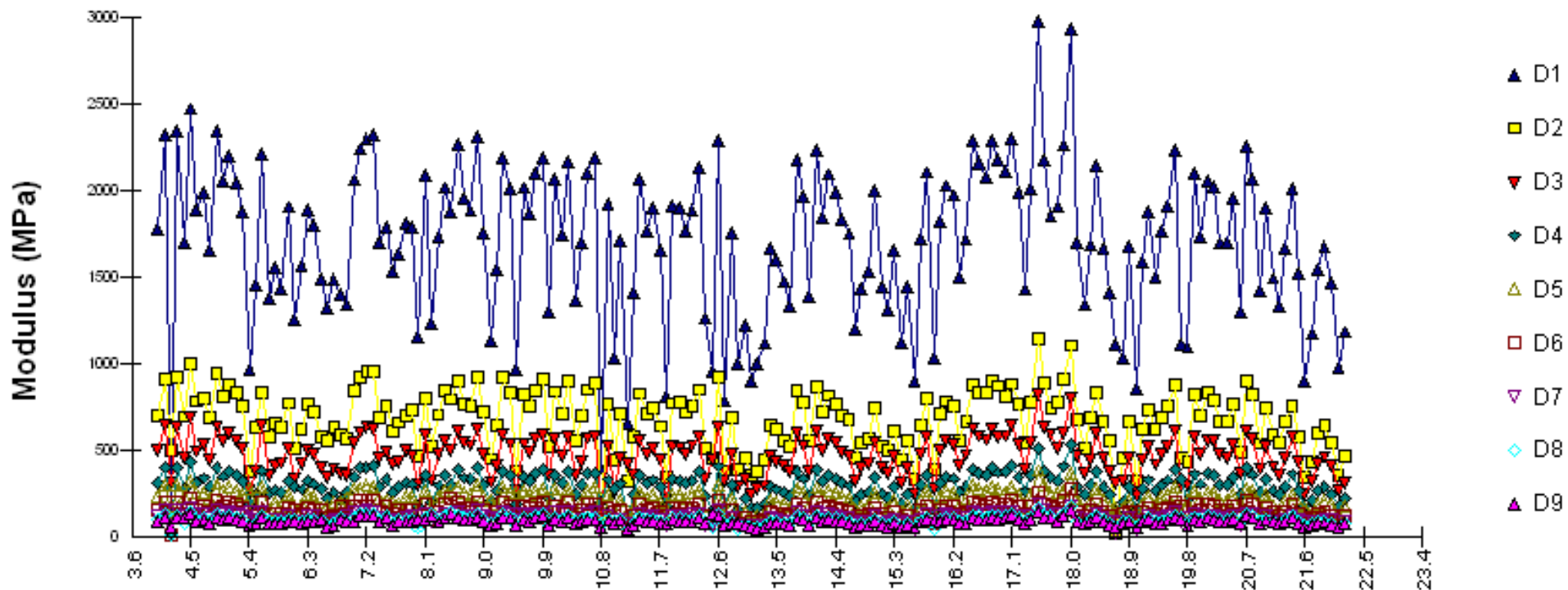


Stmelená podkladová vrstva asfaltovej vozovky vyrobená znovupoužitím pôvodných cementobetónových dosiek

1. Úvod
2. Diagnostika vozovky
3. **Diskusia k výsledkom diagnostiky**
4. Návrh vozovky a stavebnej technológie
5. Pokusný úsek - overenie stav. technológie
6. Charakteristika podkladovej vrstvy
7. Výsledky únosnosti po rekonštrukcii
8. Zhrnutie

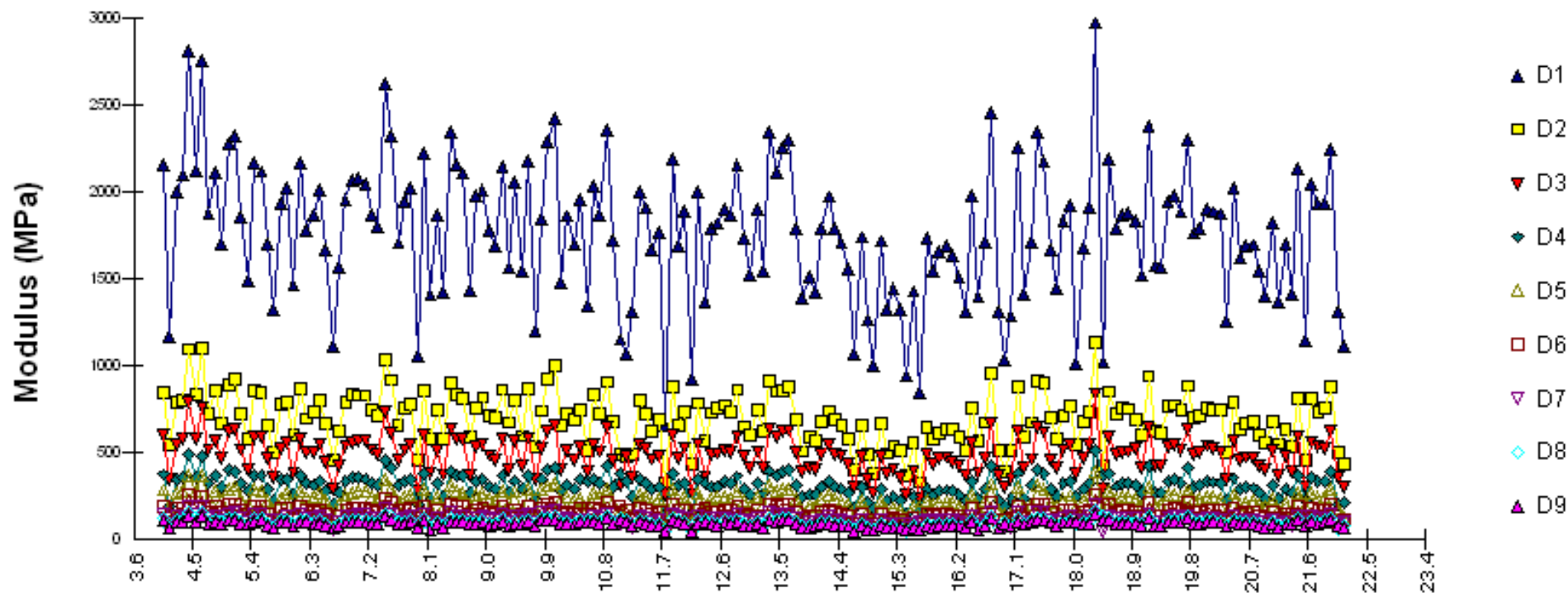
Pravá strana: Ekvivalentný modul pružnosti polpriestoru,  
priehyby od zaťaženia: 75 kN, FWD Dynatest 8000

Surface Moduli



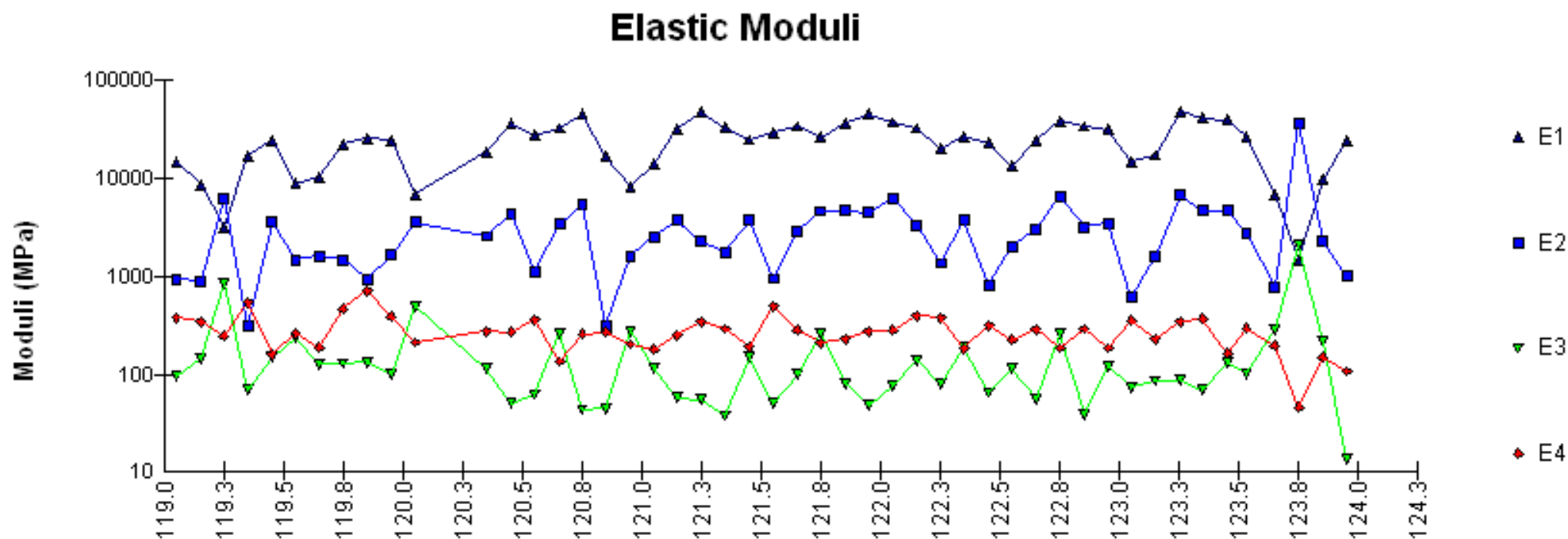
Ľavá strana: Ekvivalentný modul pružnosti polpriestoru,  
priehyby od zaťaženia: 75 kN, FWD Dynatest 8000

Surface Moduli

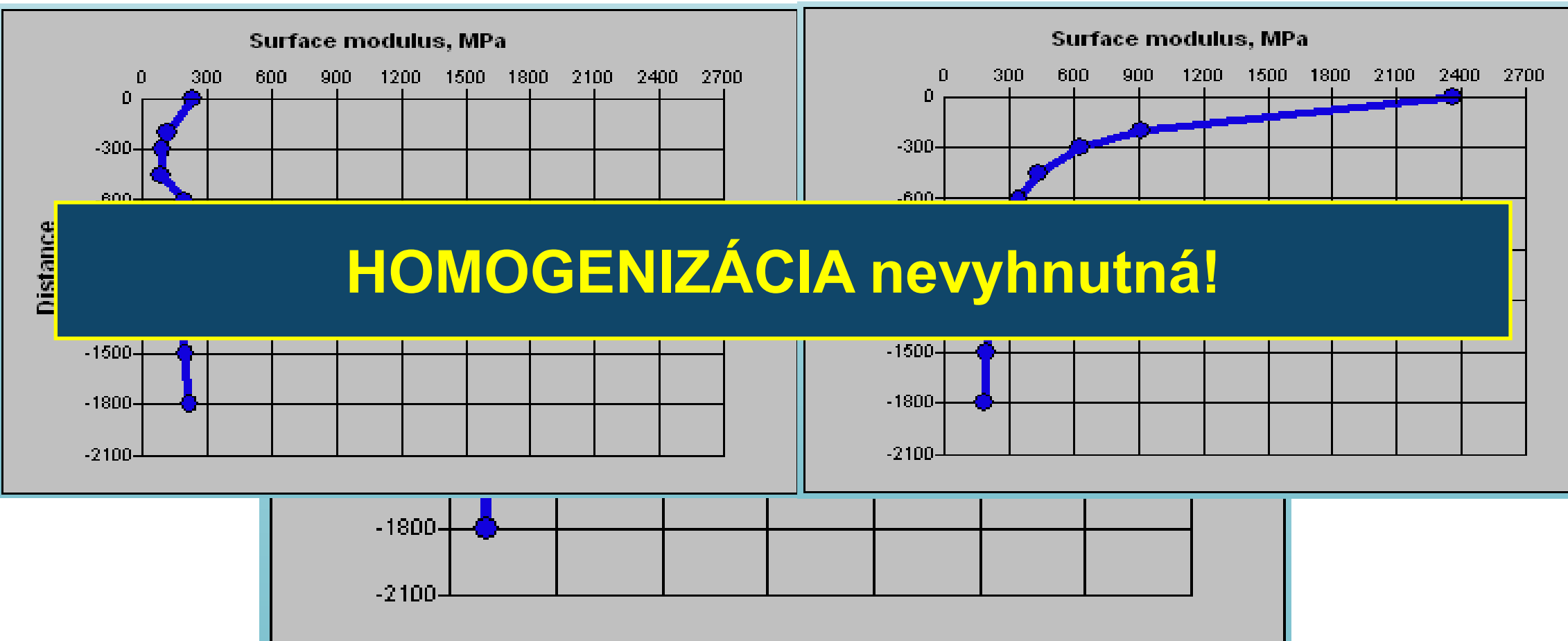




## Moduly pružnosti vrstev vozovky – podklad pro rozhodování o rekonstrukcii



## Priebehy ekvivalentných modulov pružností v miestach merania - porovnanie



**Stmelená podkladová vrstva asfaltovej vozovky vyrobená znovupoužitím pôvodných cementobetónových dosiek**

1. Úvod
2. Diagnostika vozovky
3. Diskusia k výsledkom diagnostiky
4. **Návrh vozovky a stavebnej technológie**
5. Pokusný úsek - overenie stav. technológie
6. Charakteristika podkladovej vrstvy
7. Výsledky únosnosti po rekonštrukcii
8. Zhrnutie

## Konštrukcia vozovky pre rekonštrukciu

<b>SMA 11 PMB</b>	<b>4 cm</b>
<b>AC 16 PMB</b>	<b>7 cm</b>
<b>AC 22</b>	<b>9 cm</b>
<b>HMG C<sub>5/6</sub> ZTKP</b>	<b>40 cm</b>
<b>ŠP (pôvodné)</b>	<b>15 cm</b>

***Celková hrúbka vozovky: 75 cm***

ZTKP  
HOMOGENIZOVANÁ VRSTVA

PRE STAVBU:  
„REKONŠTRUKCIA BETÓNOVÝCH VOZOVIEK  
V TRNAVSKOM REGIÓNE (I/62, I/75)“  
a  
„REKONŠTRUKCIA BETÓNOVÝCH VOZOVIEK  
V BRATISLAVSKOM REGIÓNE (I/62)“

### 1.8 Použité skratky

DP	dokumentácia na ponuku
DRS	dokumentácia na realizáciu stavby
DVP	dokumentácia na vykonanie prác
MDVRR SR	Ministerstvo dopravy výstavby a regionálneho rozvoja SR
PK	pozemné komunikácie
TchP	technologický predpis
TP	technické podmienky
TKP	technicko-kvalitatívne podmienky
ŠD	štrkodrviva
ZTKP	zvláštne technicko-kvalitatívne podmienky

### 1.9 Názvoslovie

homogenizovaná vrstva	stmelená vrstva s využitím rozdrveného betónu jestvujúcej vozovky, podkladových asfaltových vrstiev, podkladových štrkopieskových vrstiev, s pridaním štrkodrviny a kombinovaného pomaly tuhúceho spojiva
štrkodrvina	zmes hrubého a drobného kameniva vyrábaná drvením a triedením hominy vo výrobni

### 1.10 Označovanie homogenizovanej vrstvy

HMG C <sub>5/6</sub> 400 mm ZTKP	homogenizovaná hydraulickým spojivom stmelená vrstva; trieda pevnosti (pevnosť v ťahu pri ohybe) podľa STN EN 14227-1;
HMG C <sub>5/6</sub>	hrúbka vrstvy;
400 mm	kvalitatívne podmienky podľa zvláštnych technicko-kvalitatívnych podmienok (vrstvu nie je možné zatriediť podľa STN).
ZTKP	

### 2 Všeobecne

Homogenizovaná vrstva sa zhotoví homogenizáciou pomocou výkonnej frézy, ktorou by sa rozdrví a premieša vrstva rozdrvených dosiek a tiež vrstvy vozovky pod betónovými doskami (obaťovaný štrkopiesok, štrkodrvina a štrkopiesok). Do tejto zmesi sa pridá jemná frakcia štrkodrviny frakcie 0-4 (prípadne frakcie 0-8) a pomaly tuhúce spojivo na báze cementu a vápna tak, aby homogenizovaná vrstva spĺňala technické požiadavky dané týmito ZTKP.

Uvedená technológia predstavuje recykláciu jestvujúcich vozoviek za studena na mieste.

### 3 Materiály

#### 3.1 Rozdrvené betónové dosky

Jestvujúce betónové dosky sa rozdrvia na časti s maximálnou frakciou 125 mm.

Drvenie sa predpokladá dvoma možnými metódami:

- drvenie vysokofrekvenčnou rezonančnou metódou na mieste;
  - cementobetónový kryt sa rozpojí na mieste, napr. špeciálnym rezonančným zariadením;
- odstránenie betónových dosiek vozovky a ich drvenie v drvičke priamo na stavbe
  - rozlámanie CB dosiek na kusy, ktoré sa predrvia v drvičke.

## Návrh stavebnej technológie

**Hydraulicky stmelená podkladová HOMOGENIZOVANÁ vrstva  
– najväčšia výzva projektu**

**Fragmentácia a drvenie existujúcich CB dosiek**

**Frézovanie rozrušenej CB dosky spolu s časťou pôvodnej  
podkladovej vrstvy vozovky do hrúbky cca. 45 cm spolu s so  
zmesným hydraulickým spojivom**

**Hutnenie 40 cm hrubej vrstvy**

## Návrh stavebnej technológie

### Defragmentácia a drvenie existujúcich CB dosiek

#### 2 možnosti zakotvené v projekte:

**Fragmentácia CB dosiek použitím pneumatického kladiva, odvoz materiálu na drvenie v mobilnej drvičke a odvoz späť na stavbu**

**Rezonančné drvenie pomocou špeciálneho stroja  
 $f = 44 \text{ Hz}$ , amplitúda = 19 mm**

Stmelená podkladová vrstva asfaltovej vozovky vyrobená znovupoužitím pôvodných cementobetónových dosiek

1. Úvod
2. Diagnostika vozovky
3. Diskusia k výsledkom diagnostiky
4. Návrh vozovky a stavebnej technológie
- 5. Pokusný úsek - overenie stav. technológie**
6. Charakteristika podkladovej vrstvy
7. Výsledky únosnosti po rekonštrukcii
8. Zhrnutie



## Overenie stavebnej technológie na pokusnom úseku

**STRABAG staval obchvat mesta Galanty – nadväzujúca časť úseku určeného pre rekonštrukciu – kde zostal úsek pôvodnej vozovky určenej na vybúranie**

**Rezonančné rozrušenie CB dosiek**

**Frézovanie rozrušenej CB dosky spolu s časťou pôvodnej podkladovej vrstvy vozovky zemnou frézou WR 2500**

**Skúšky zrnitosti výsledného materiálu**

Zariadenie: RMI RB 500

**Rezonančné drvenie CB dosiek**



## Rezonančná hlava zariadenia RMI RB 500 počas rozrušovania CB dosiek a výsledok na ceste po prejazde stroja



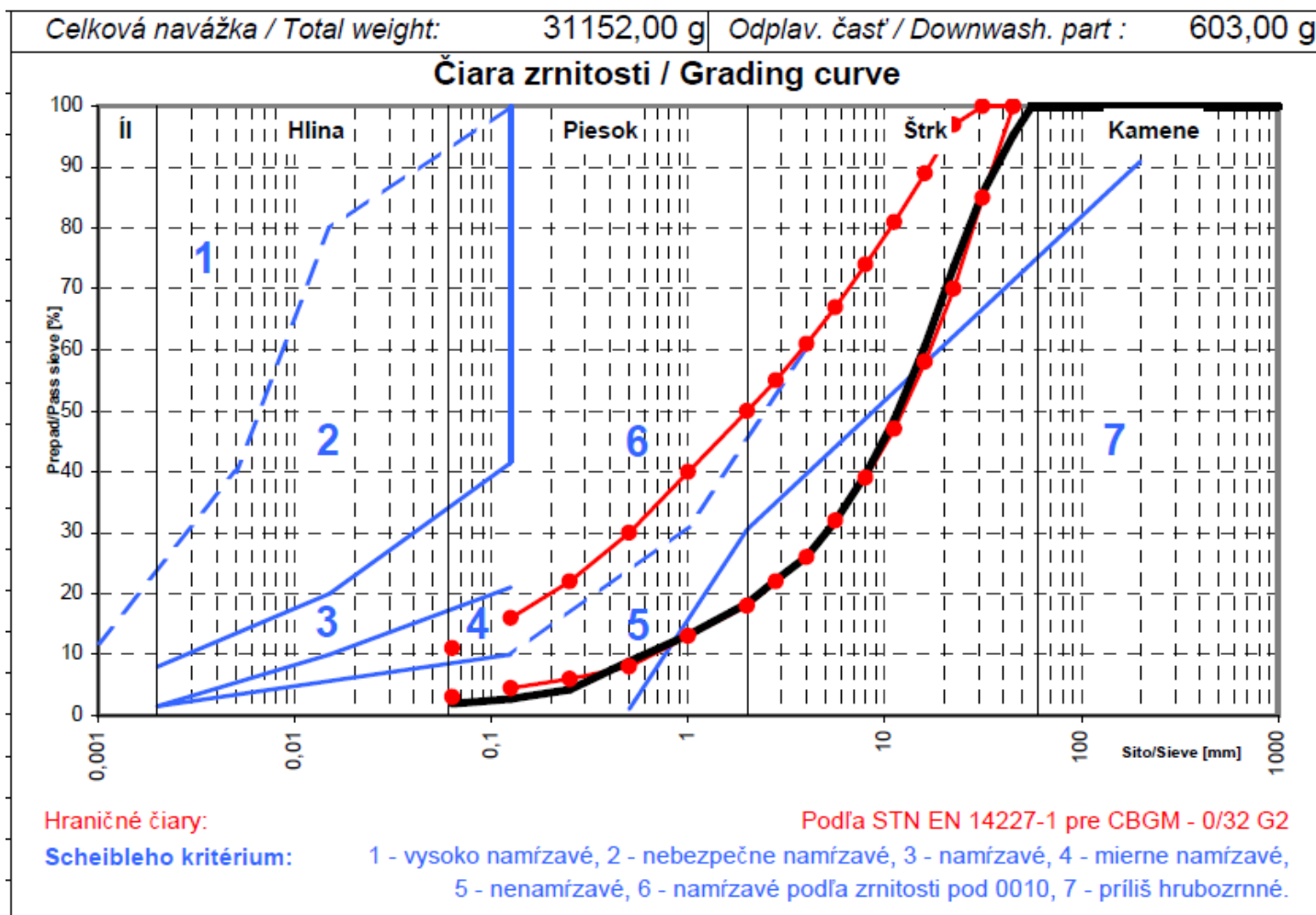
**Stavebný materiál vzniknutý z pôvodných CB dosiek a časti pôvodnej podkladovej vrstvy po rozrušení a frézovaní**



**Stavebný materiál vzniknutý z pôvodných CB dosiek a časti pôvodnej podkladovej vrstvy po rozrušení a frézovaní**



## Čiara zrnitosti materiálu vzniknutého z pôvodných CB dosiek a časti pôvodnej podkladovej vrstvy po rozrušení a frézovaní



Stmelená podkladová vrstva asfaltovej vozovky vyrobená znovupoužitím pôvodných cementobetónových dosiek

1. Úvod
2. Diagnostika vozovky
3. Diskusia k výsledkom diagnostiky
4. Návrh vozovky a stavebnej technológie
5. Pokusný úsek - overenie stav. technológie
- 6. Charakteristika podkladovej vrstvy**
7. Výsledky únosnosti po rekonštrukcii
8. Zhrnutie

## Charakteristika podkladovej vrstvy

### **HMG C5/6 400 mm ZTKP**

**HMG** homogenizovaná hydraulickým spojivom stmelená vrstva;

**C5/6** trieda pevnosti (pevnosť v tlaku) podľa STN EN 14227-1;

**400 mm** hrúbka vrstvy;

**ZTKP** kvalitatívne podmienky podľa zvláštnych technicko-kvalitatívnych podmienok (vrstvu nie je možné zatriediť podľa STN).



# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

## Homogenizovaná podkladová vrstva







# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

## Podkladová vrstva



Stmelená podkladová vrstva asfaltovej vozovky vyrobená znovupoužitím pôvodných cementobetónových dosiek

1. Úvod
2. Diagnostika vozovky
3. Diskusia k výsledkom diagnostiky
4. Návrh vozovky a stavebnej technológie
5. Pokusný úsek - overenie stav. technológie
6. Charakteristika podkladovej vrstvy
7. **Výsledky únosnosti po rekonštrukcii**
8. Zhrnutie

## Vozovka po rekonstrukci

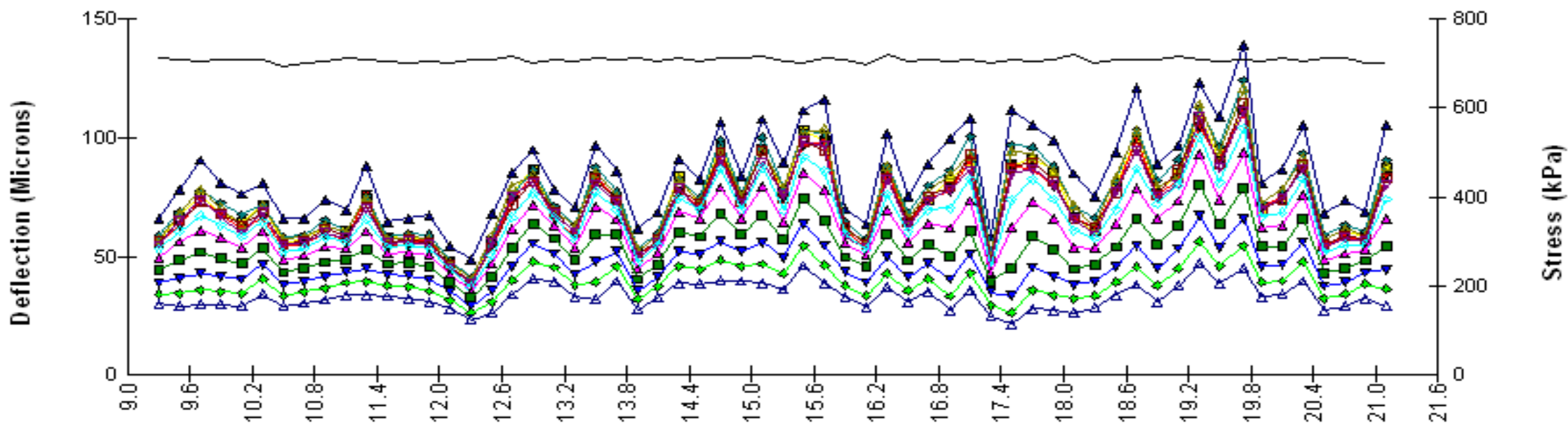


## Vozovka po rekonstrukci



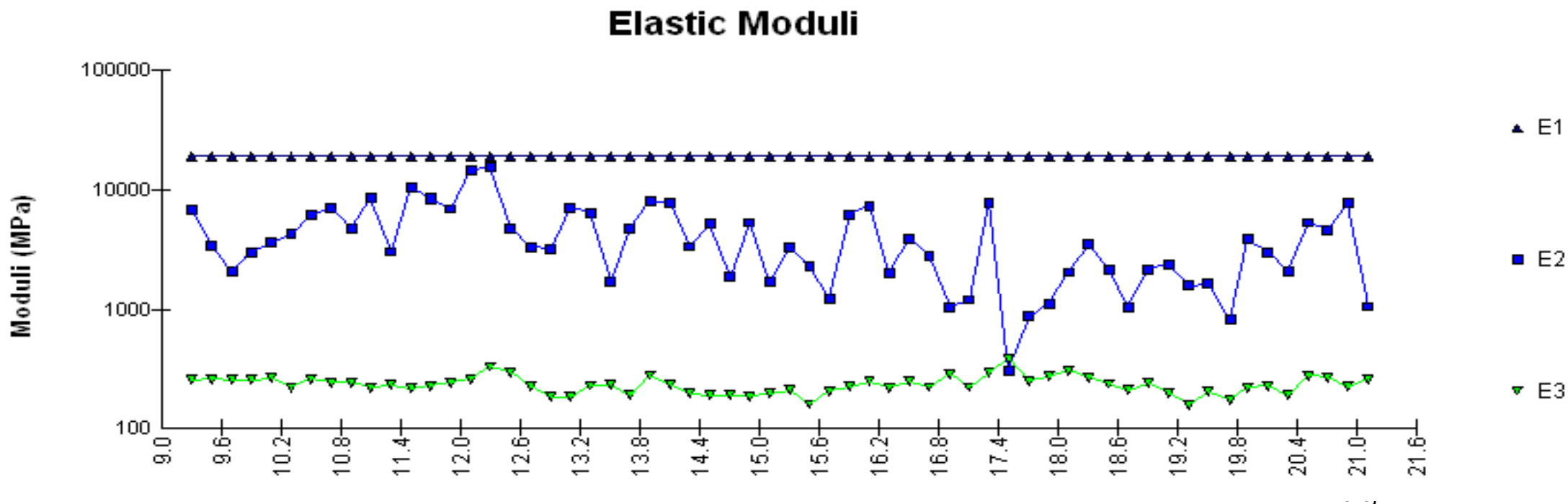
## Ľavá strana: priehyby od zaťaženia: 50 kN FWD Dynatest 8000

### Measured deflections and load

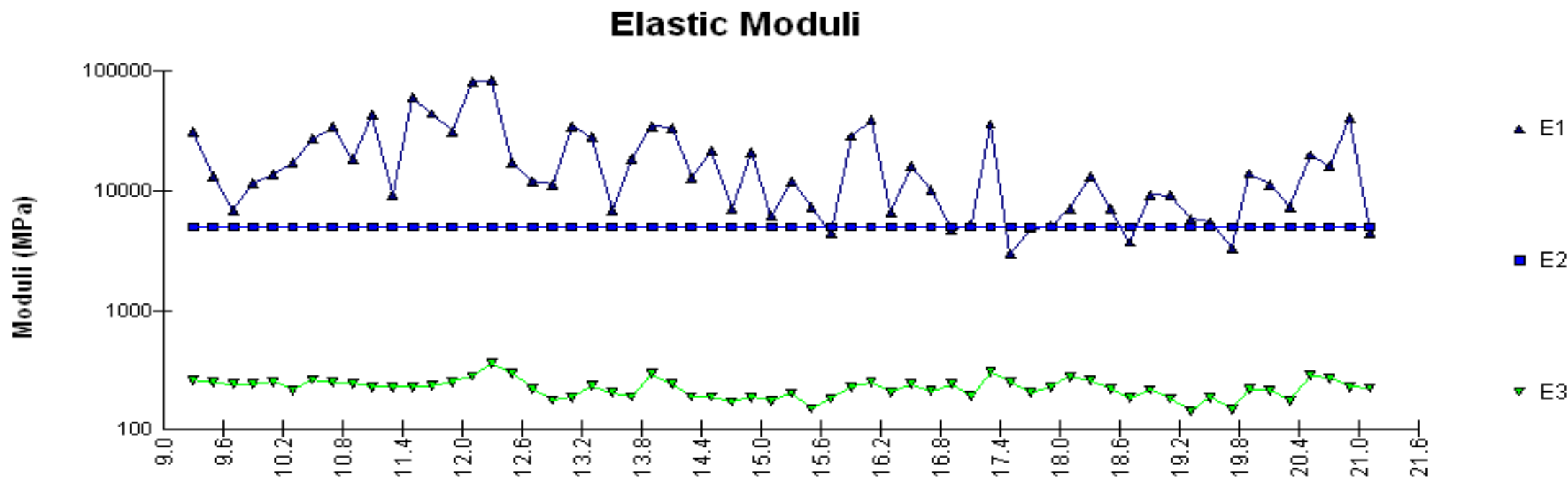




## Ľavá strana: závislosť modulu pružnosti podkladovej vrstvy pri fixovaní modulov tuhosti asfaltového súvrstvia



## Ľavá strana: závislosť modulu pružnosti asfaltového súvrstvia pri fixovaní modulov tuhosti stmelenej podkladovej vrstvy

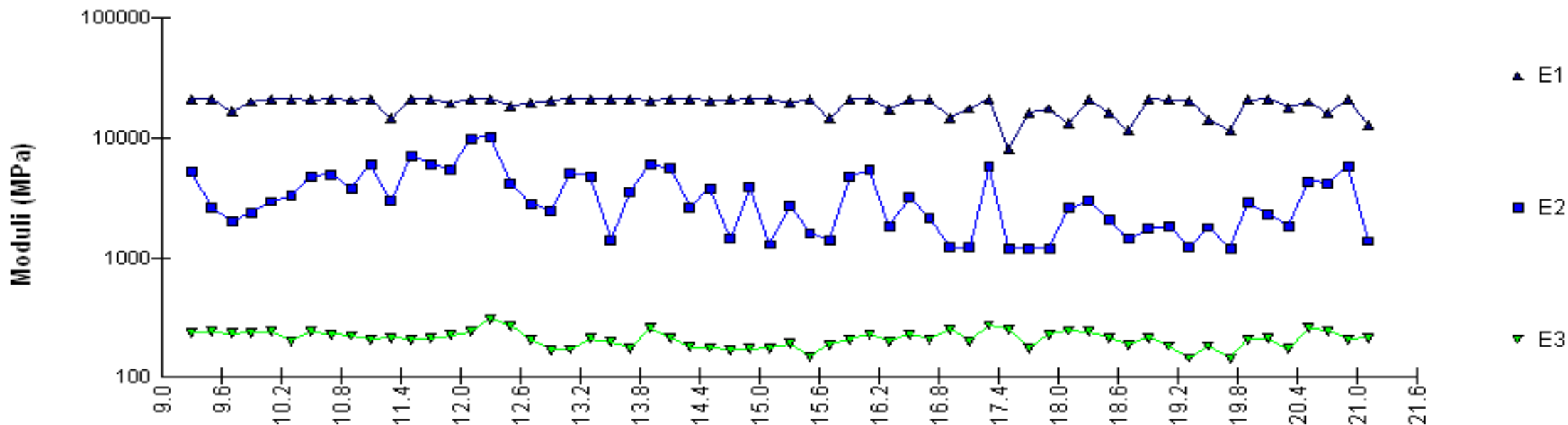


## Moduly pružnosti vrstiev vozovky zo spätného výpočtu

ĽAVÁ STRANA, počet meraní: 60, metóda spätného výpočtu: MKP

Vrstva	Priemerná hodnota (MPa)	štandardná odchýlka
E1	18648	1.220
E2	2852	1.805
E3	209	1.173

Elastic Moduli

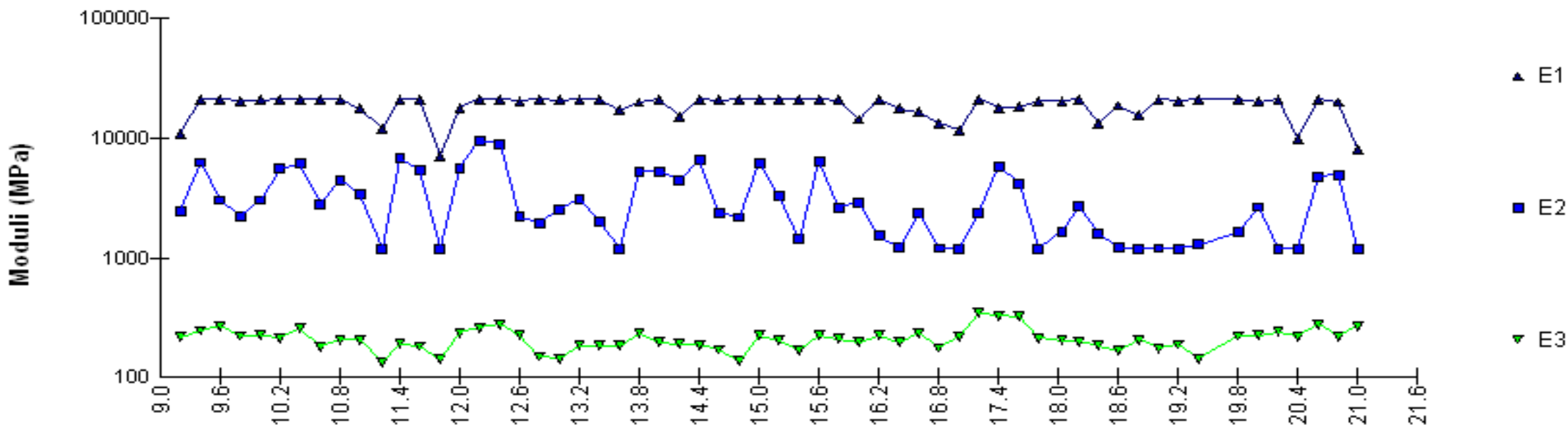


## Moduly pružnosti vrstiev vozovky zo spätného výpočtu

PRAVÁ STRANA, počet meraní: 59, metóda spätného výpočtu: MKP

Vrstva	Priemerná hodnota (MPa)	štandardná odchýlka
E1	18247	1.284
E2	2652	1.891
E3	208	1.227

### Elastic Moduli



## Stmelená podkladová vrstva asfaltovej vozovky vyrobená znovupoužitím pôvodných cementobetónových dosiek

1. Úvod
2. Diagnostika vozovky
3. Diskusia k výsledkom diagnostiky
4. Návrh vozovky a stavebnej technológie
5. Pokusný úsek - overenie stav. technológie
6. Charakteristika podkladovej vrstvy
7. Výsledky únosnosti po rekonštrukcii
8. Zhrnutie

## Zhrnutie

**Zo spätných výpočtov je zrejmý pomerne veľký rozptyl výsledkov, typický však pre recyklačné technológie, čo potvrdzuje správnosť voľby vyšších hrúbok podkladovej vrstvy.**

**Stmelené podkladové vrstvy vytvorené z recyklovaného cementového betónu z krytu pôvodnej tuhej vozovky stmelené zmesným hydraulickým spojivom vykazujú v priemere moduly pružnosti zo spätného výpočtu približne 3000 MPa.**

## Zhrnutie

Vzhľadom na početné dobré skúsenosti s použitím zmesného hydraulického spojiva pre podkladové vrstvy predpokladáme **umiernené termické skracovanie** a aj vďaka asfaltovému súvrstviu o celkovej hrúbke 20 cm nepredpokladáme reflexiu termických trhlín do prvej dekády životnosti vozovky.

## Zhrnutie

**S použitím inovačných technológií a aj štipkou odvahy sa podarilo dokončiť a uviesť do prevádzky krásne dielo, v ktorom sa podarilo skíbiť ekologický aj ekonomický prístup k riešeniu úlohy.**



# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

**ĎAKUJEM ZA  
POZORNOST!**

Dipl. Ing. Zsolt Boros, TPA Spoločnosť pre zabezpečenie kvality  
a inovácie s. r. o., Bratislava

22.11.2016

