

# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

## VÝVOJ NOVÉHO MATERIÁLU PRE PODKLADOVÉ VRSTVY VOZOVIEK V TPA SLOVENSKO

Zsolt Boros; Filip Buček, Jozef Komačka; Dušan Stehlík

20.9.2022

SDRUŽENÍ  
PRO VÝSTAVBU  
SILNIC



**STRABAG**  
TEAMS WORK.

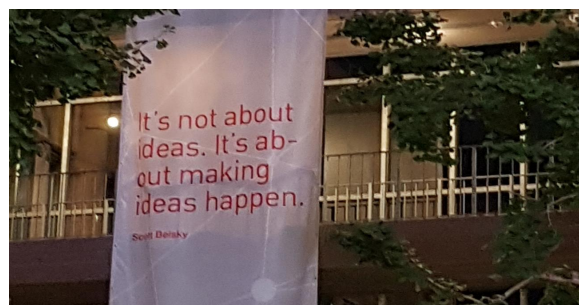


# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

SDRUŽENÍ  
PRO VÝSTAVBU  
SILNIC



1 ÚVOD



2 MOTIVÁCIA



3 LABORATÓRNE  
VÝSLEDKY



4 VERIFIKAČNÝ PROJEKT



5 POZNÁMKY K NOVÉMU  
PRÍSTUPU



6 ZÁVER

## ÚVOD

### TECHNICKÁ TERMINOLÓGIA

#### ASFALTOVÉ VOZOVKY

NETUHÉ

POLOTUHÉ

#### CEMENTOBETÓNOVÉ VOZOVKY

TUHÉ

## ÚVOD

### **ĎALŠIE ROZDELENIE NETUHÝCH VOZOVIEK PODĽA TERMINOLÓGIE AASHTO:**

CONVENTIONAL FLEXIBLE

DEEP STRENGTH FLEXIBLE

FULL DEPTH HMA PAVEMENTS

## ÚVOD

Polotuhé vozovky **sú na Slovensku veľmi populárne**

Vďaka ich veľmi vysokej mechanickej účinnosti sú pri optimalizácii návrhu konštrukcie vozovky volené ako najekonomickejšie riešenie.

Vo fáze návrhu nie sú uvažované náklady potrebné na údržbu vozovky ... (?)

## ÚVOD

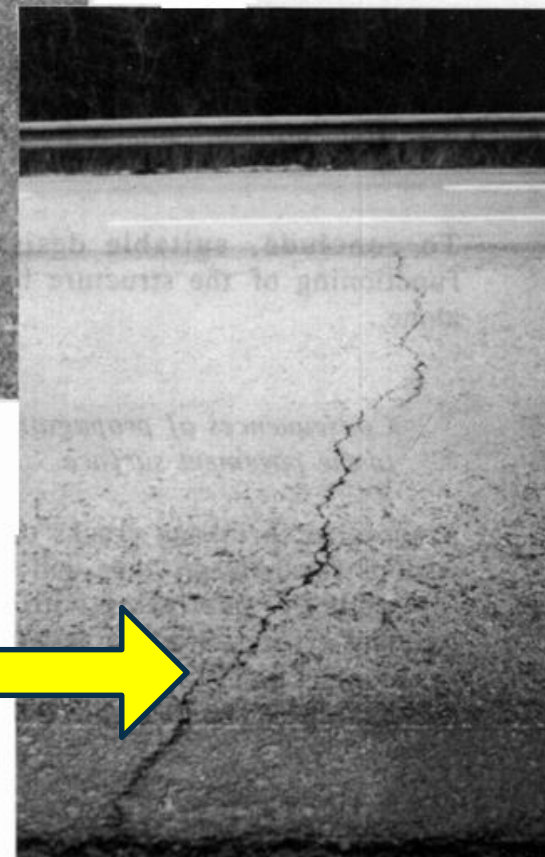
**Vplyv neudržiavaných reflexných trhlín na komfort jazdy na vozovke je porovnateľný so stavom degradovaných škár medzi doskami na cementobetónových vozovkách.**

## ÚVOD



**Trhlina v kryte**

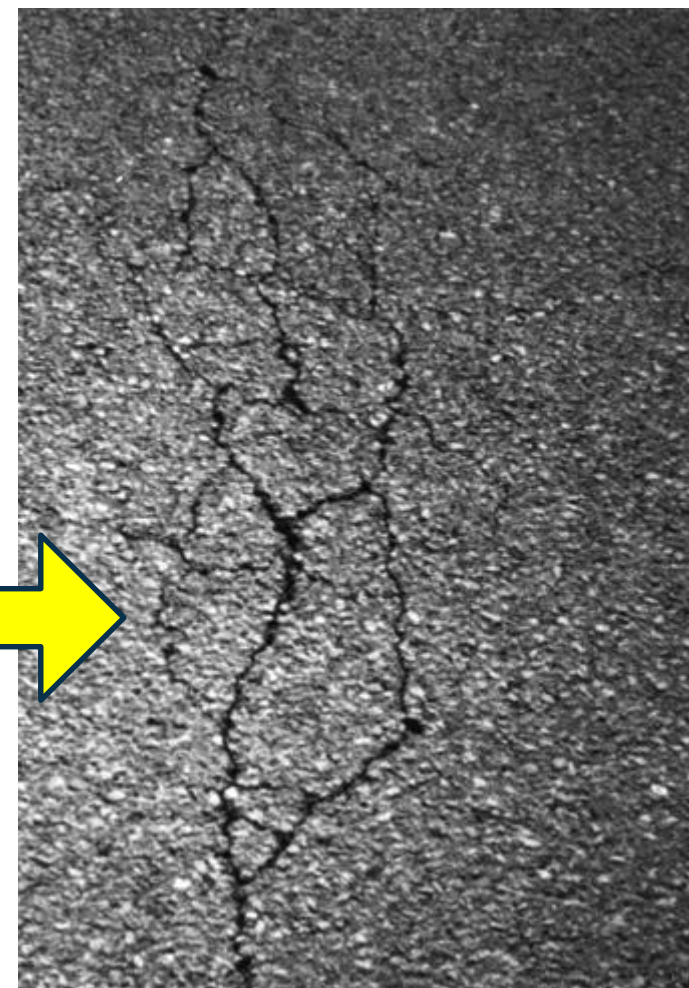
**Duplikovaná trhlina v kryte**





## ÚVOD

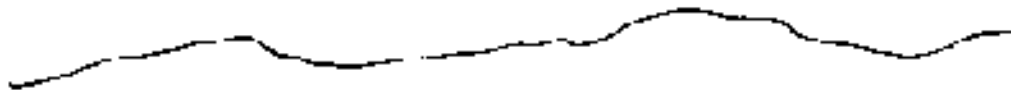
Rozvetvená trhlina



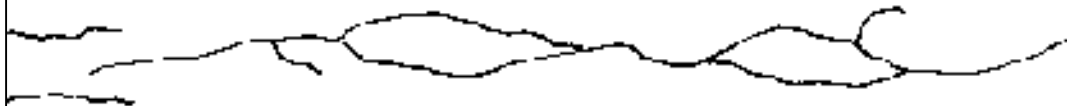


## ÚVOD

Class A plain crack / fissure non ramifiée



Class B partially duplicated / partiellement dédoublée



Class C partially triplicated / partiellement détriplée



Class D crazed crack / fissure fatiguée



Bonnot, J. and comp.  
Semi-rigid pavements.  
PIARC report no.  
08.02.B, 1991.

## ÚVOD

Polotuhé konštrukcie vozovky sú vo všeobecnosti navrhované a úspešné používané pri rôznych klimatických podmienkach po celom svete.

**Avšak majú svoje pravidlá, ktoré si vyžadujú osobitný prístup k návrhu konštrukcie vozovky, ako aj k plánovaniu, výrobe a zabudovaniu stavebných materiálov a s tým spojenej údržbe.**

2

## MOTIVÁCIA

It's not about  
ideas. It's ab-  
out making  
ideas happen.

Scott Brandy

## MOTIVÁCIA

**Vývoj nestmelenej podkladovej vrstvy s maximálnou možnou únosnosťou (modulom pružnosti) optimalizáciou zloženia zmesi a hľadáním ďalších možností.**



## MCSK-TPA



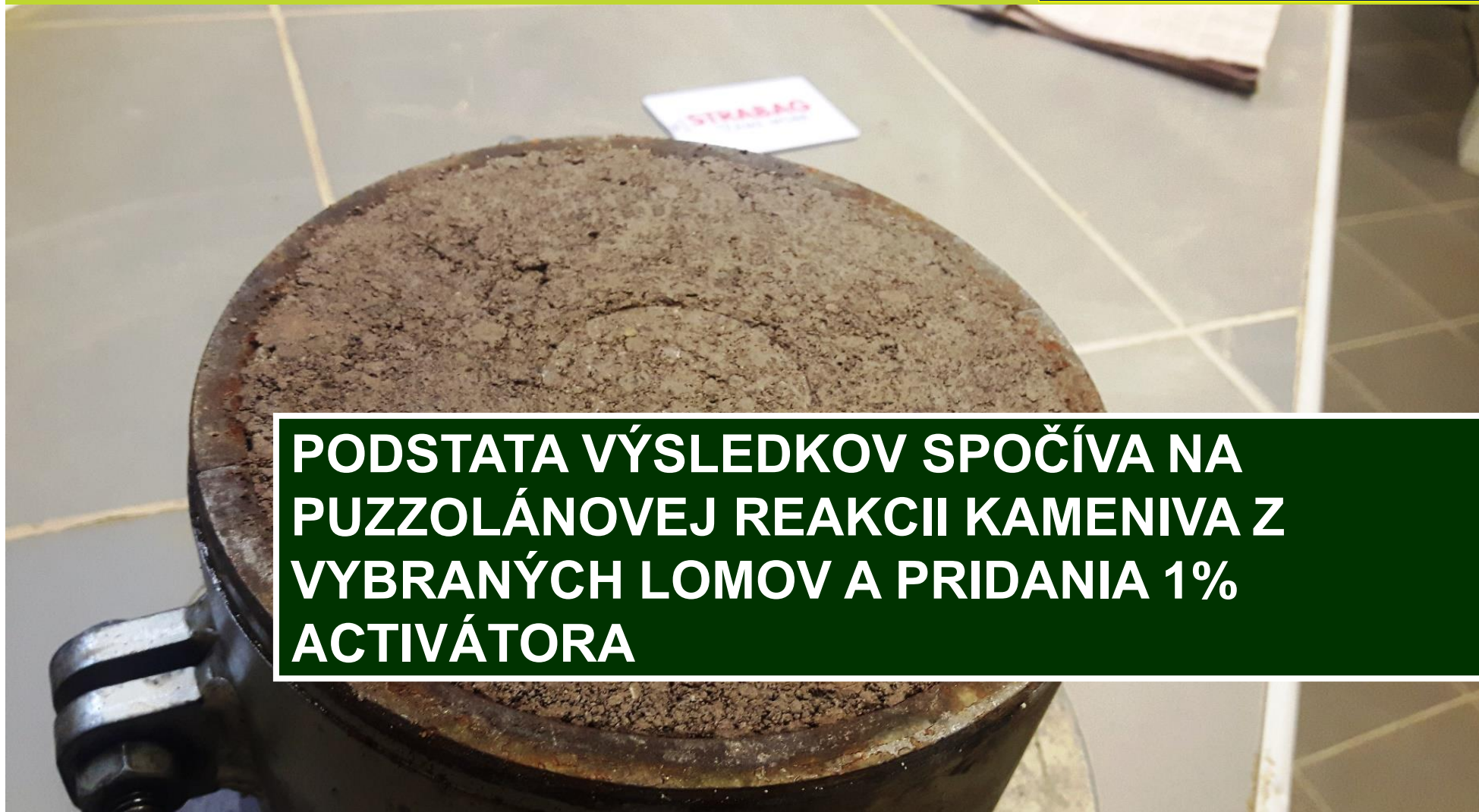
## MECHANICKO-CHEMICKY SPEVNENÁ PODKLADOVÁ VRSTVA

**ZELENÁ ODPOVEĎ NA  
PROBLÉMY TERMICKÝCH  
TRHLÍN POLOTUHÝCH  
KONŠTRUKCÍ VOZOVIEK**



**MOTIVÁCIA**

**MCSK-TPA**



**PODSTATA VÝSLEDKOV SPOČÍVA NA  
PUZZOLÁNOVEJ REAKCII KAMENIVA Z  
VYBRANÝCH LOMOV A PRIDANIA 1%  
ACTIVÁTORA**

## MCSK-TPA

### FRATTINYHO SKÚŠKA

#### Priama metóda pre stanovenie puzolanity materiálu

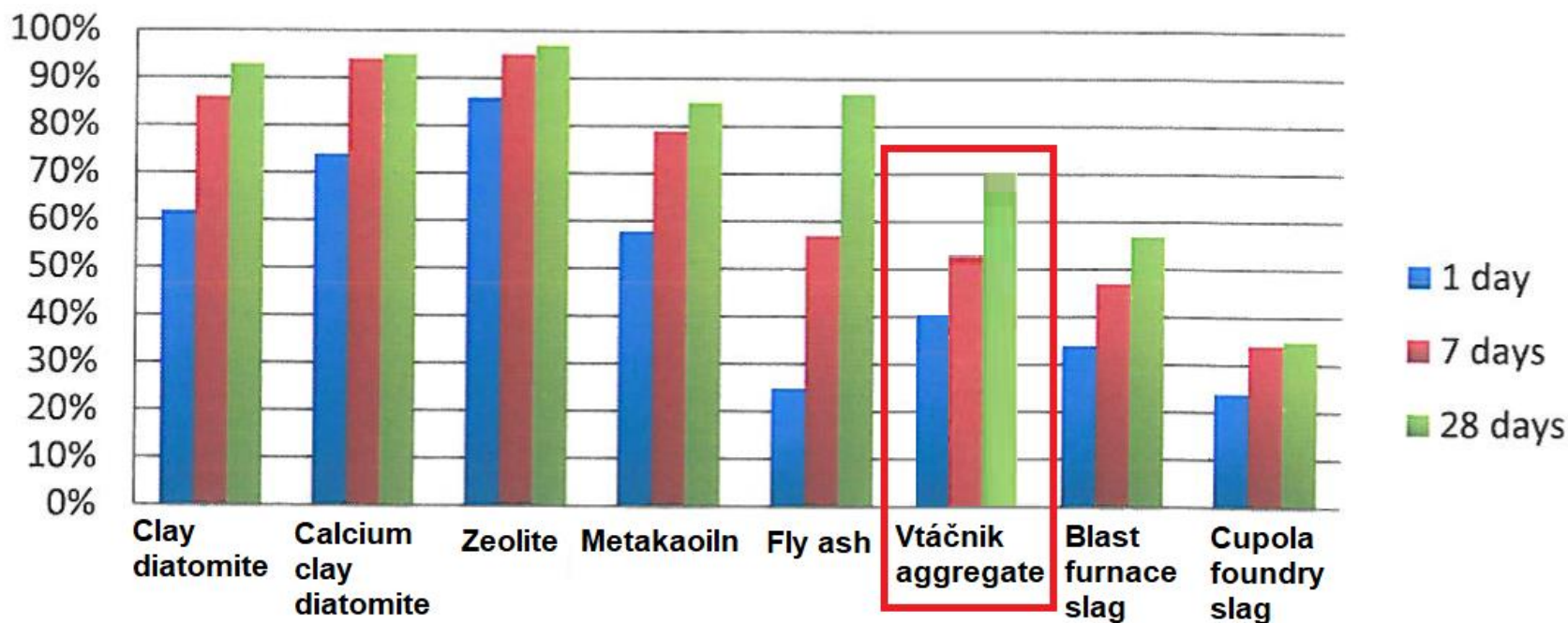
Puzolánová reaktivita je vyjadrená ako koncentrácia CaO zachyteného 1 gramom puzolánu v presýtenom roztoku  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a prevedená na percentá účinnosti viazania CaO puzolánom. Tabuľka porovnáva puzolánovú reaktivitu použitého kameniva s referenčnými puzolánmi.



## MOTIVÁCIA

## MCSK-TPA

### Percentage pozzolanic activity



## MOTIVÁCIA

## MCSK-TPA

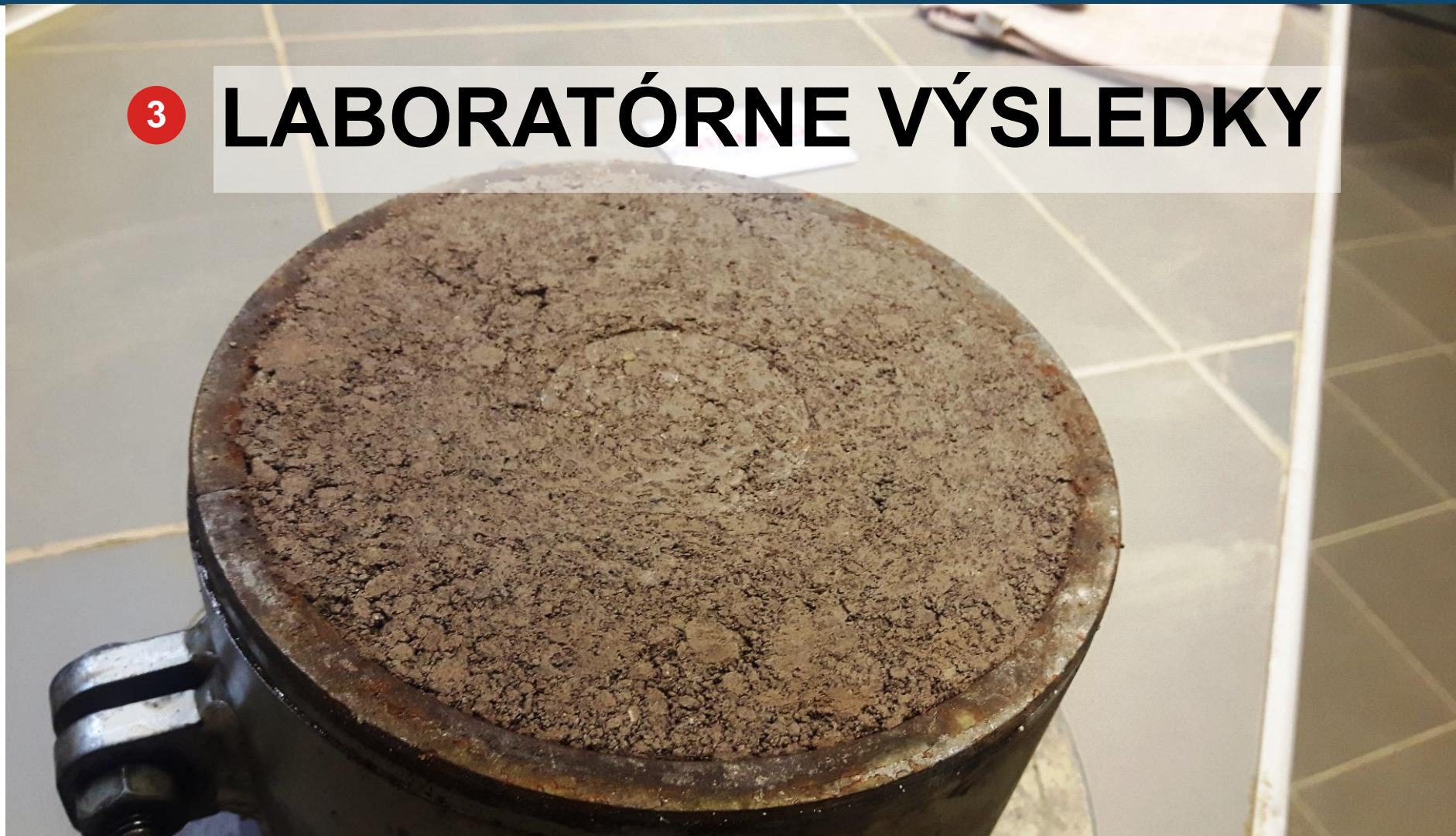
Lom Vtáčnik, produkuje  
kamenivo vulkanického  
pôvodu – indikácia  
pozzolánovej reaktivity

Uvedené bolo potvrdené  
laboratórnymi skúškami





**3 LABORATÓRNE VÝSLEDKY**





## LABORATÓRNE VÝSLEDKY

## SKÚŠKY MIEŠANIA

V laboratóriách TPA bolo počas výskumno-vývojového procesu analyzovaných množstvo rôznych variantov MCSK-TPA za účelom optimalizácie parametrov vstupných materiálov a parametrov finálnej zmesi.



## LABORATÓRNE VÝSLEDKY

### IBI (CBR)

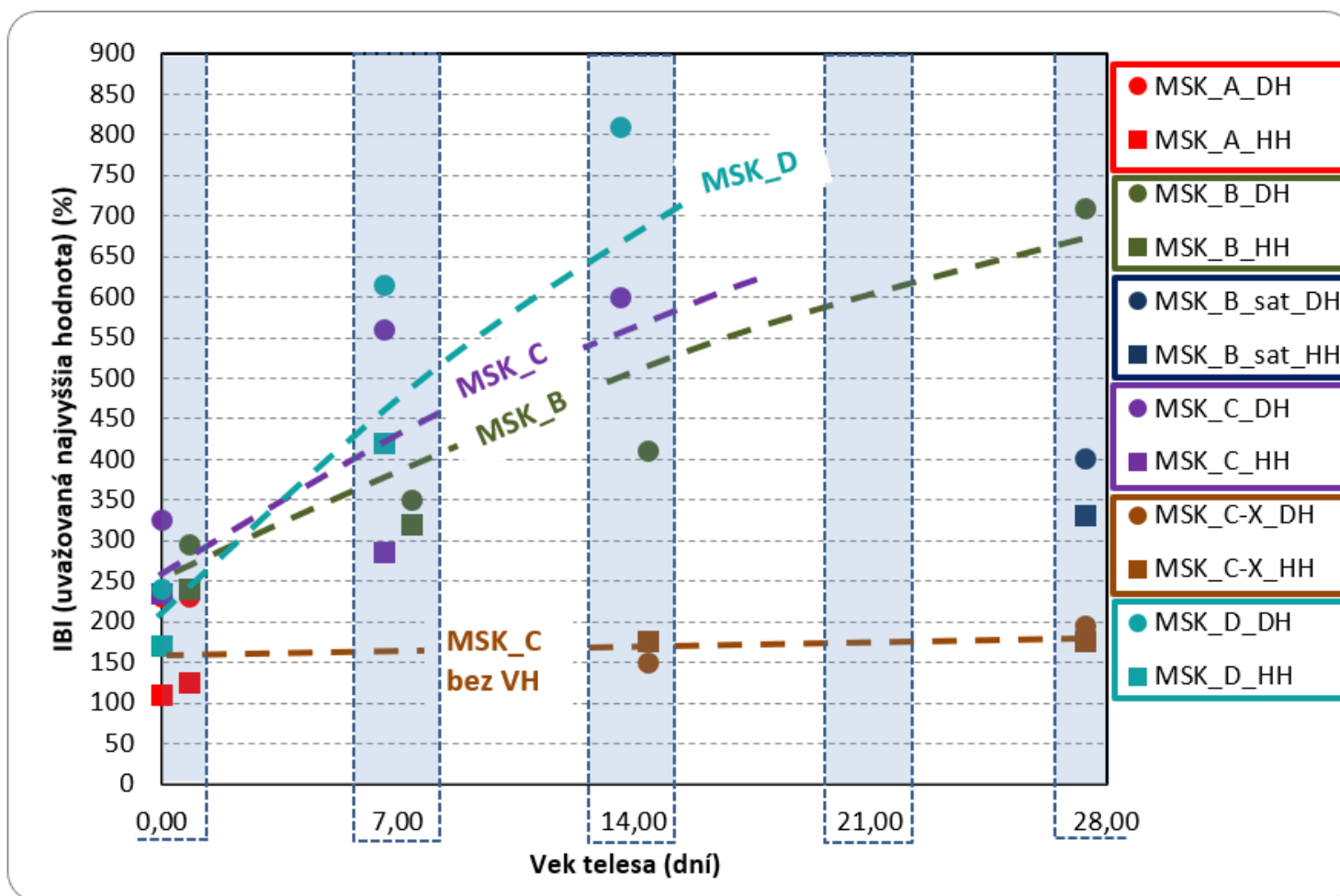
Požadovaná skúška pre zmes nestmelenej podkladovej vrstvy podľa STN EN 736126

Minimálna hodnota pre „MSK“:  $IBI \geq 100\%$



## LABORATÓRNE VÝSLEDKY

## IBI / Vek vzorky





## LABORATÓRNE VÝSLEDKY

### Pevnosť v tlaku

Vysoké hodnoty IBI → Skúšanie pevnosti v tlaku podľa STN EN 13286-41 → Materiál má trend k stmeleným typom (CBGM)

Classification according to the compressive strength

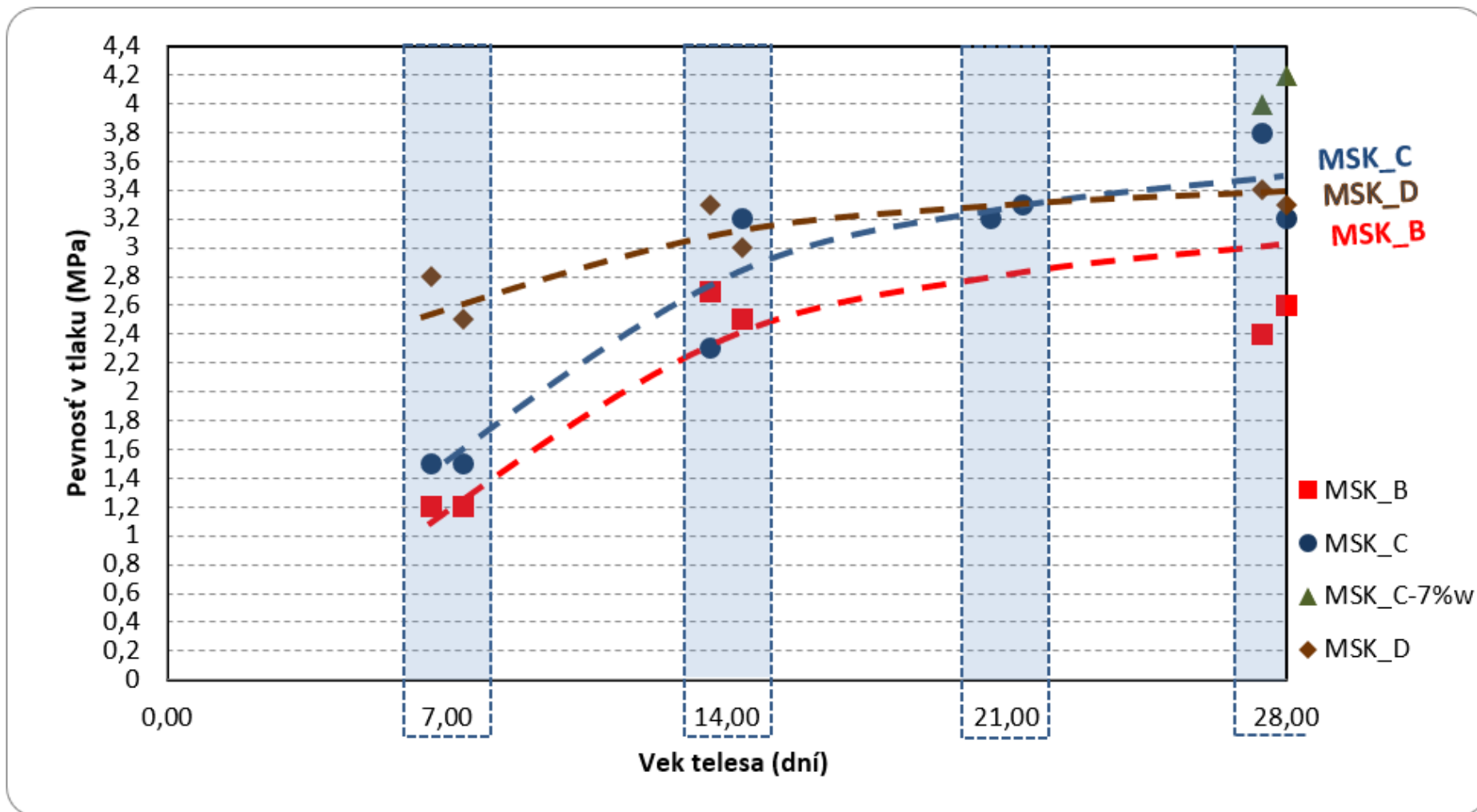
Column	1	2	3
Row	Minimum strength $R_c$ for cylinders with slenderness ratio 2 <sup>a</sup> MPa	Minimum strength $R_c$ for cylinders with slenderness ratio 1 <sup>a</sup> and for cubes MPa	Strength class $R_c$
1	0,4	0,5	C <sub>0,4/0,5</sub>
2	0,8	1	C <sub>0,8/1</sub>
3	1,5	2	C <sub>1,5/2</sub>
4	2,3	3	C <sub>2,3/3</sub>
5	3	4	C <sub>3/4</sub>
6	4	5	C <sub>4/5</sub>
7	5	6	C <sub>5/6</sub>
8	6	8	C <sub>6/8</sub>
9	8	10	C <sub>8/10</sub>
10	9	12	C <sub>9/12</sub>





## LABORATÓRNE VÝSLEDKY

## Pevnosť v tlaku / Vek vzorky

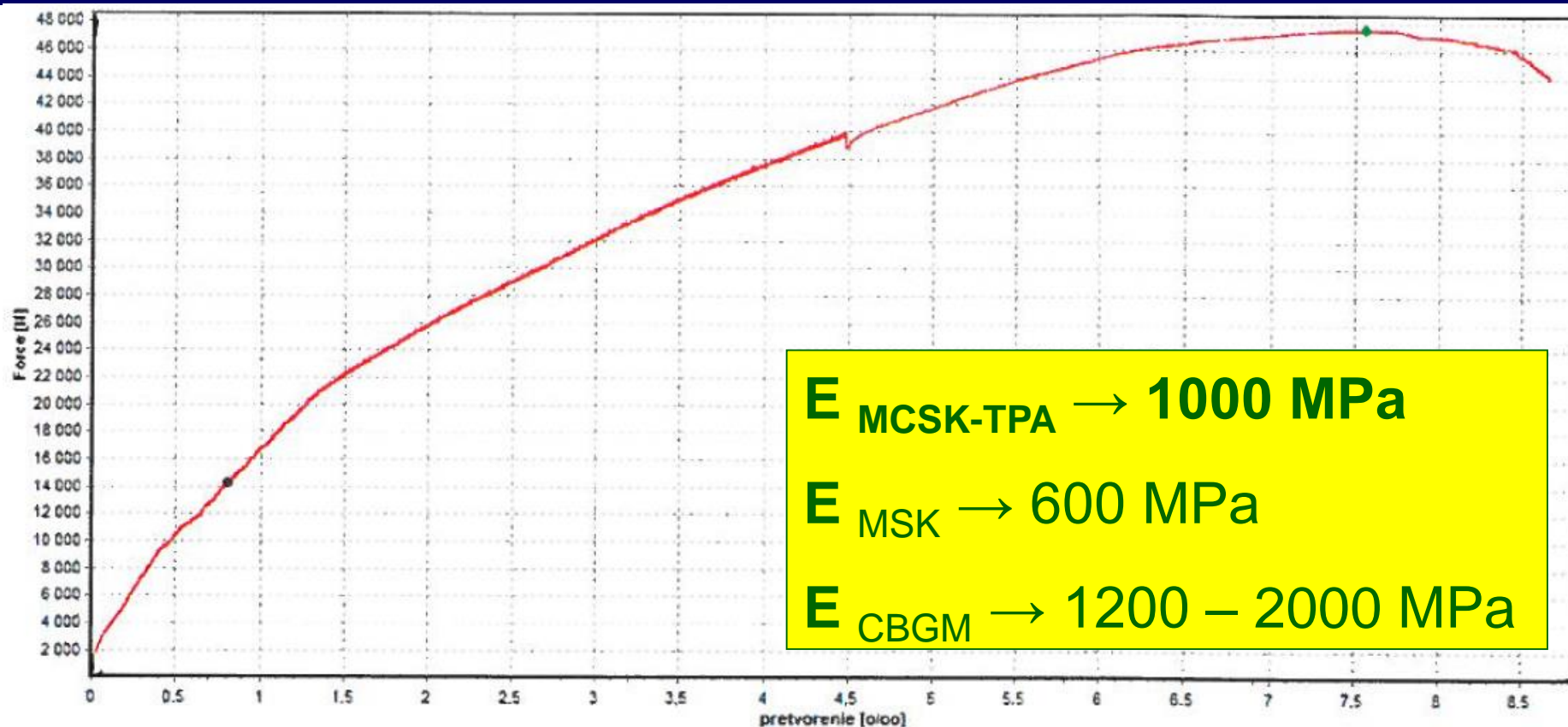


## LABORATÓRNE VÝSLEDKY

## Sila / Deformácia

Modul pružnosti (MPa)

Návrhové hodnoty → Potrebné pre návrh vozovky



4

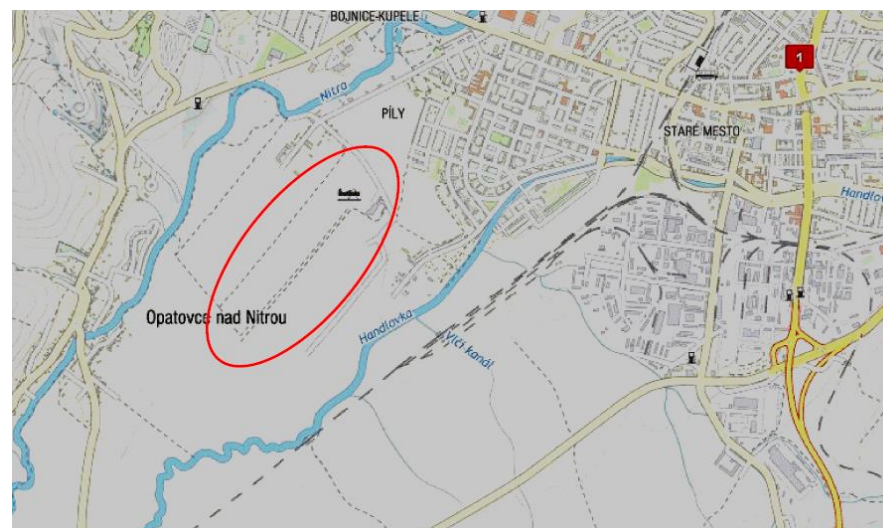
# OVERENIE NA STAVBE





## OVERENIE NA STAVBE

Letisko Prievidza (2018) VPD dĺžka: 1000 m (malé letisko)





## OVERENIE NA STAVBE

Letisko Prievidza VPD dĺžka: 1000 m (malé letisko)



## OVERENIE NA STAVBE

Letisko Prievidza (2018) VPD dĺžka: 1000 m (malé letisko)

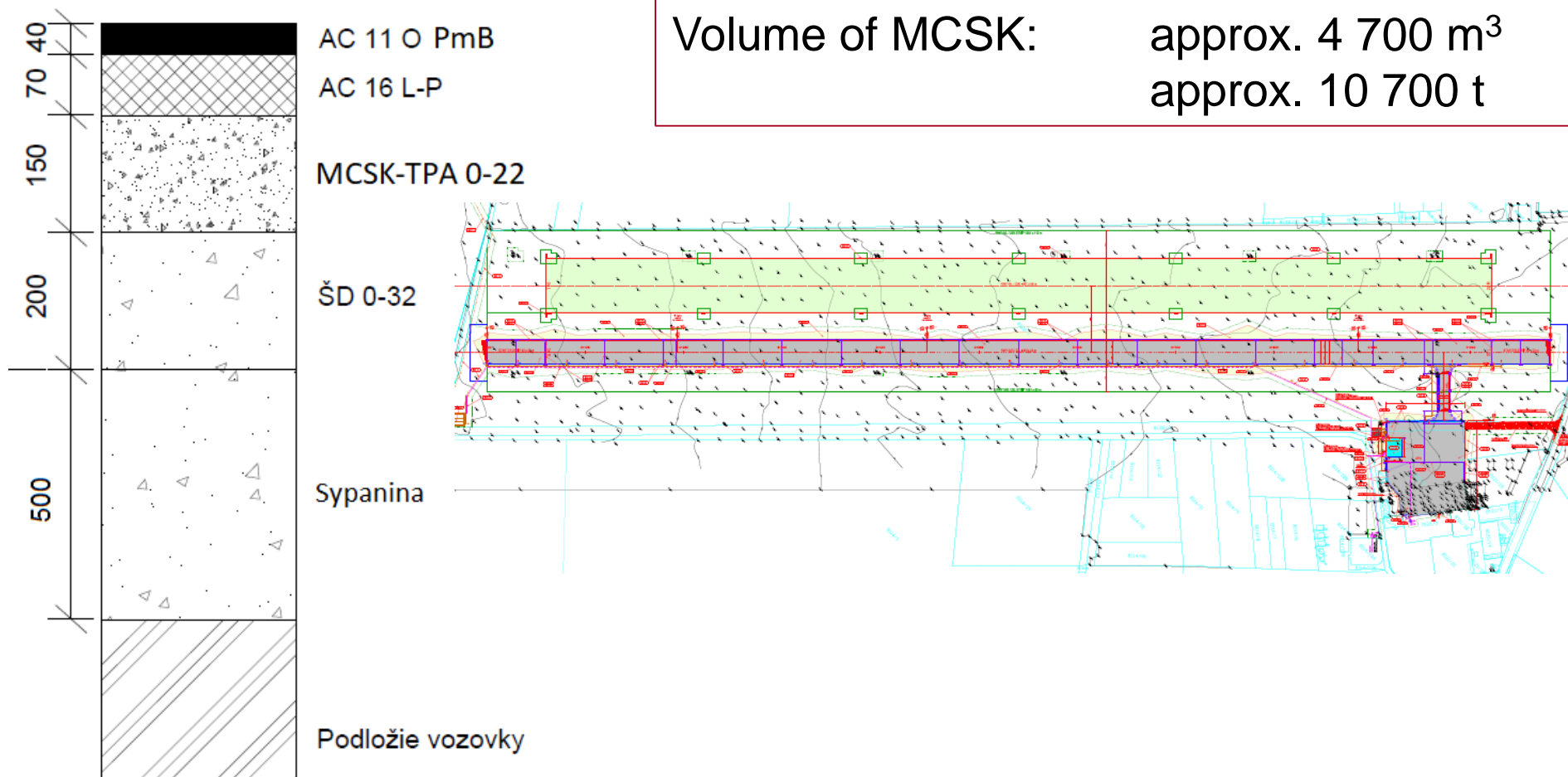




## OVERENIE NA STAVBE

Letisko Prievidza (2018) VPD dĺžka: 1000 m (malé letisko)

Volume of MCSK: approx. 4 700 m<sup>3</sup>  
approx. 10 700 t





## OVERENIE NA STAVBE

Letisko Prievidza (2018) **Doprava na stavbu**





## OVERENIE NA STAVBE

### Letisko Prievidza (2018) Pokládka





## OVERENIE NA STAVBE

### Letisko Prievidza (2018) Pokládka





## OVERENIE NA STAVBE

Letisko Prievidza (2018) Pokládka



## OVERENIE NA STAVBE

### Letisko Prievidza (2018) Pokládka





## OVERENIE NA STAVBE

Letisko Prievidza (2018) Pokládka



## OVERENIE NA STAVBE

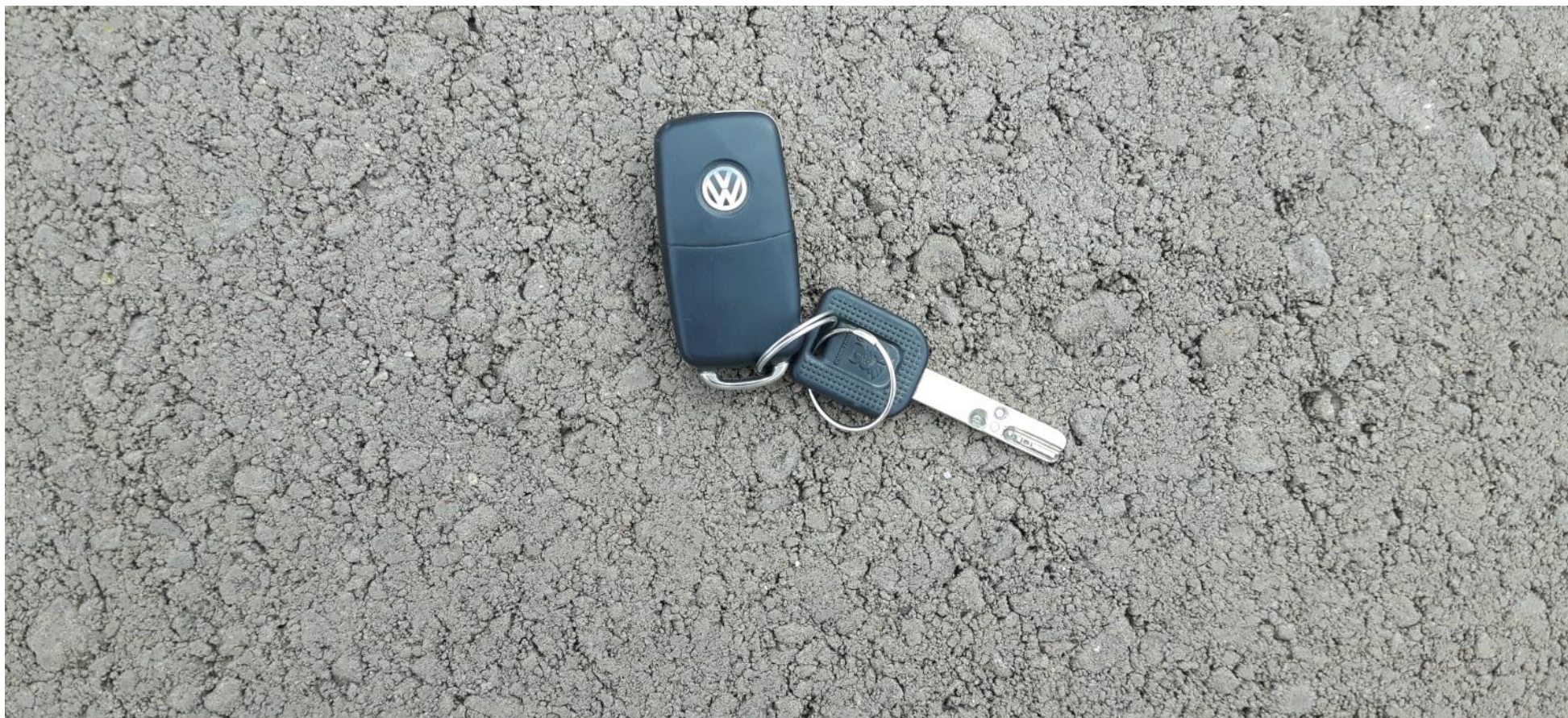
### Letisko Prievidza (2018) Pokládka





## OVERENIE NA STAVBE

Letisko Prievidza (2018) Pokládka





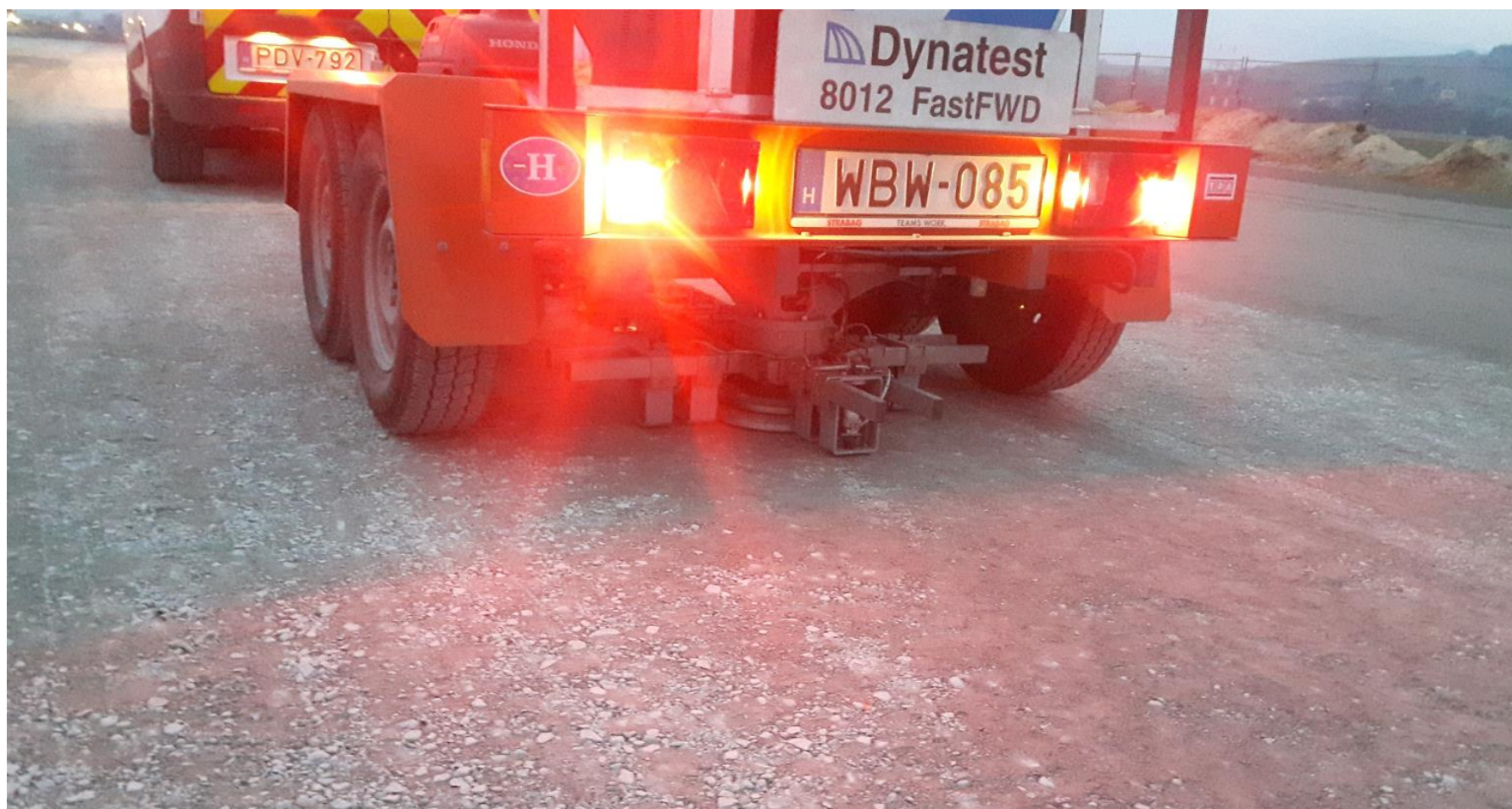
## OVERENIE NA STAVBE

Letisko Prievidza (2018) Merania FWD



## OVERENIE NA STAVBE

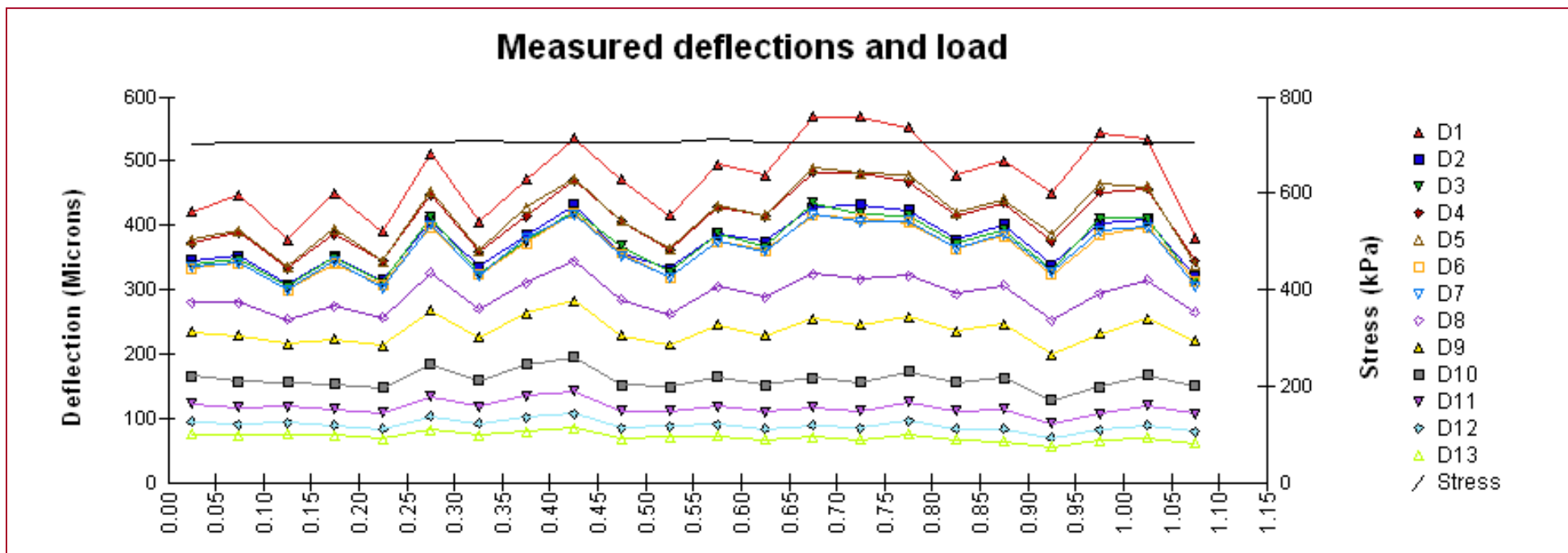
Letisko Prievidza (2018) Merania FWD





## OVERENIE NA STAVBE

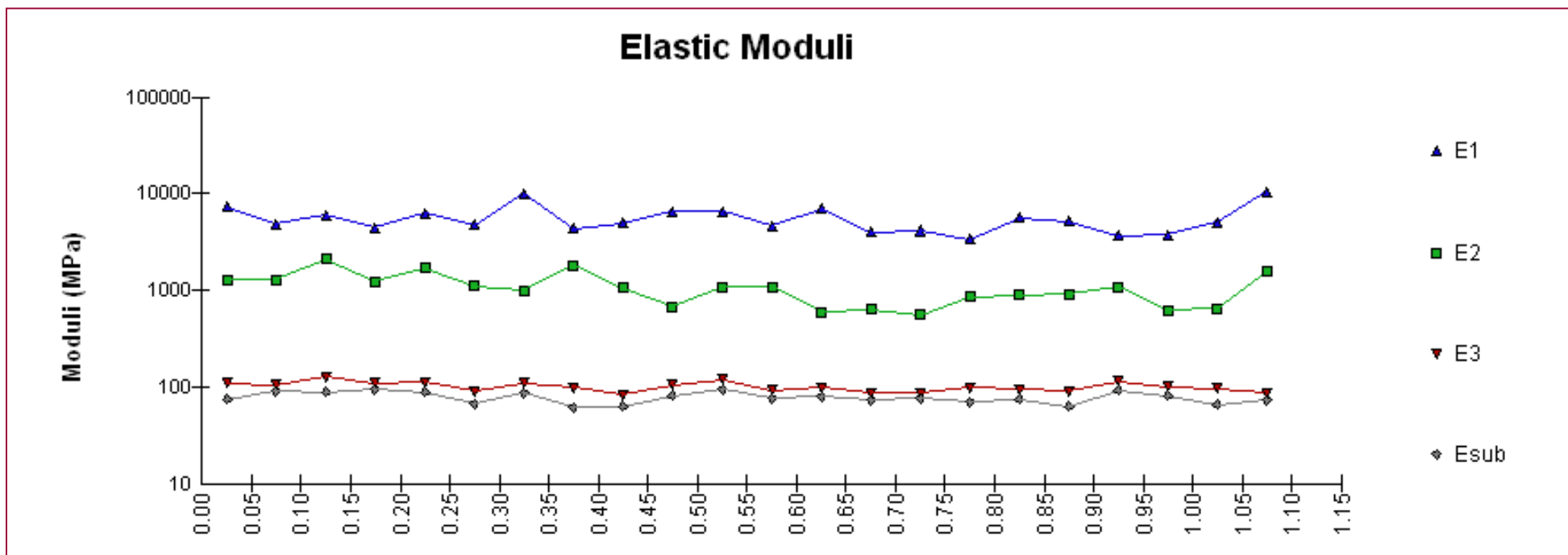
### Letisko Prievidza (2018) Merania FWD





## OVERENIE NA STAVBE

### Letisko Prievidza (2018) Merania FWD



**$E_{\text{MCSK-TPA (FWD)}} \rightarrow 1200 \div 1600 \text{ MPa}$**

# 5 POZNÁMKY K NOVÉMU PRÍSTUPU



## PARAMETRE PRE DIMENZOVANIE VOZOVIEK

Návrhové hodnoty modulu pružnosti

Analýza citlivosti životnosti vozovky

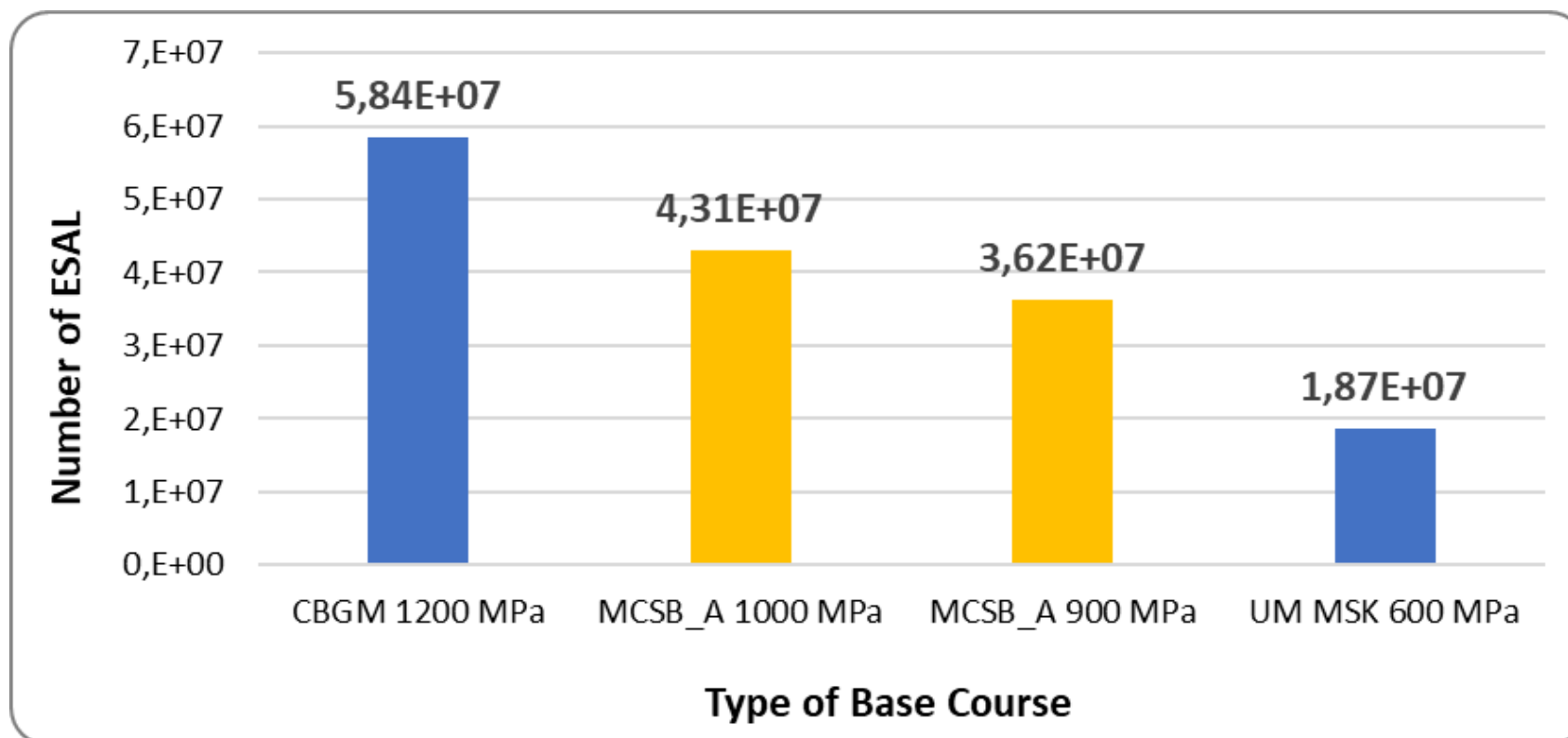
Layer	Thickness /mm/	Modulus of elasticity /MPa/	Poisson ratio	Bending strength /MPa/	Fatigue coefficients	
					a	b
AC11 surf	40	6000	0.3	3.2	0.97	0.105
AC16 bin	90	4600	0.3	2.8	0.95	0.11
AC22 base	70	4000	0.3	2.6	0.95	0.11
MCSB_A	170	1000	0.25	0.4	1.0	0.097
UM MSK		900				
CBGM		600				
UM SD	220	1200	0.25	0.5	1.0	0.095
UM SD	220	350	0.30	0.07	-	-
Subgrade	infinity	90	0.35	-	-	-



## PARAMETRE PRE DIMENZOVANIE VOZOVIEK

Návrhové hodnoty modulu pružnosti

Analýza citlivosti životnosti vozovky



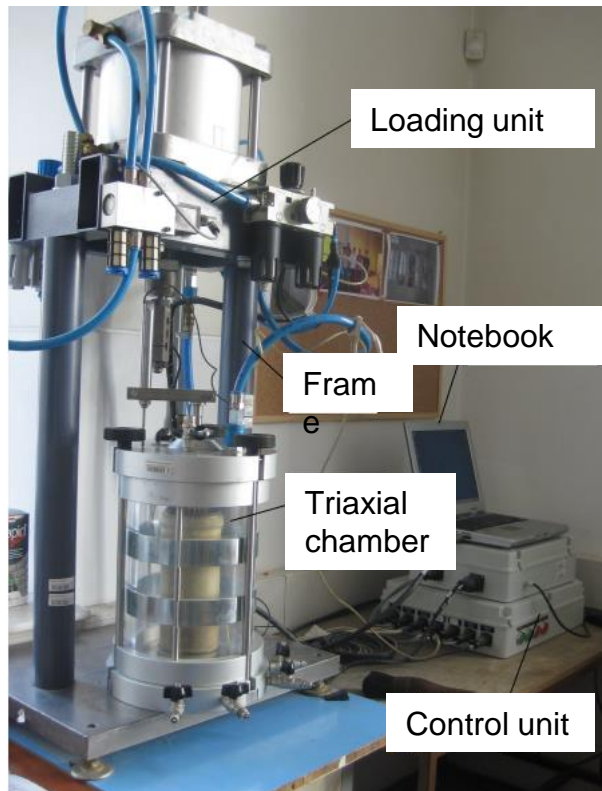
## PARAMETRE PRE DIMENZOVANIE VOZOVIEK

### Stanovenie modulu pružnosti

Triaxial apparatus

Testing conditions

Confining stress /kPa/    Deviatoric stress /kPa/



min	max
10	60
10	110
10	185
10	260
10	60
10	110
10	185
10	260
10	60
10	110
10	160
10	210
10	35
10	60
10	85
10	110
10	20
10	30
10	35
10	160

min	max
0	0
0	0
0	0
0	0
0	30
0	60
0	105
0	150
0	75
0	150
0	225
0	300
0	75
0	150
0	225
0	300
0	60
0	120
0	150
0	225

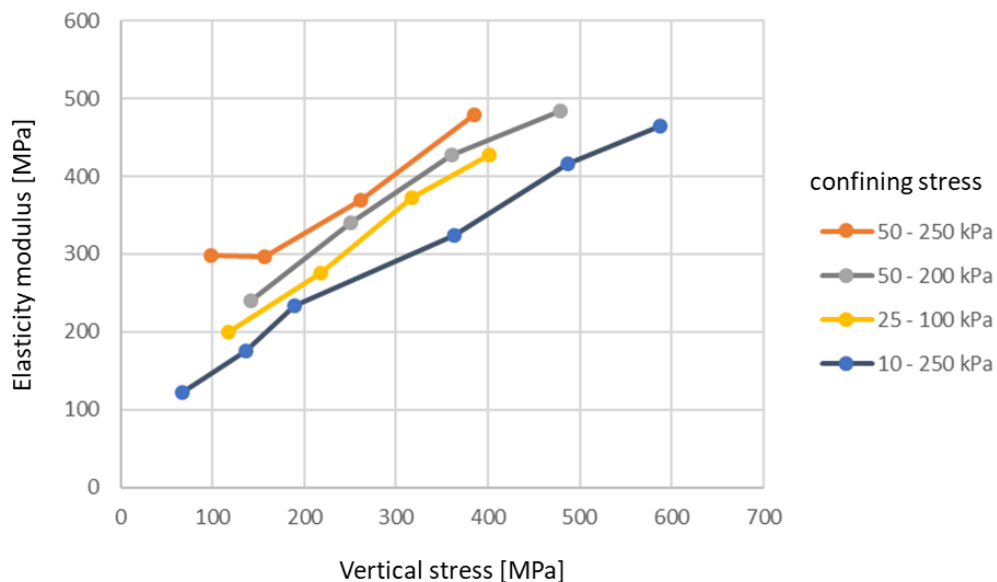
20 combinations

100 cycles per  
combination

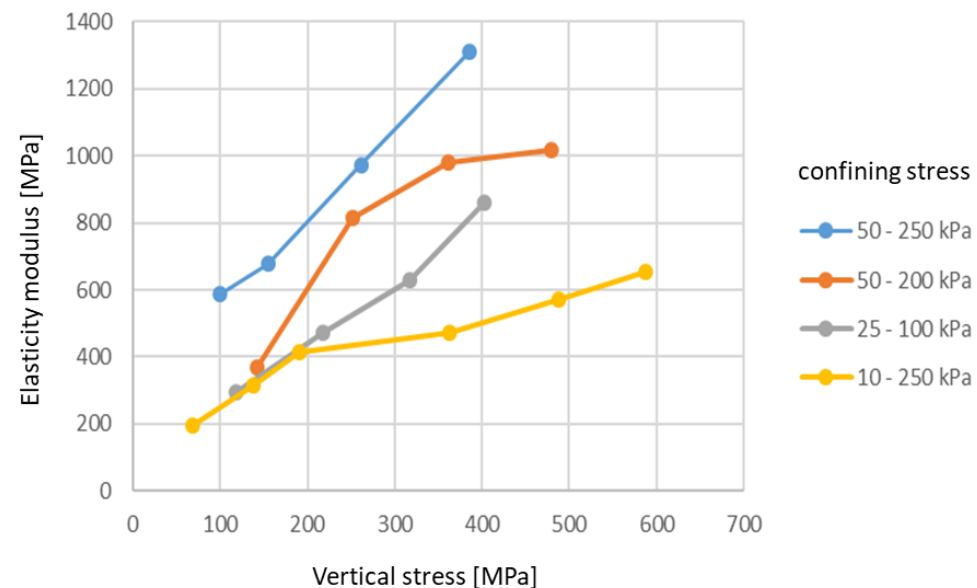
## PARAMETRE PRE DIMENZOVANIE VOZOVIEK

### Moduly pružnosti pri rôznych kombináciách zaťaženia

activator - 1 %



activator - 5 %





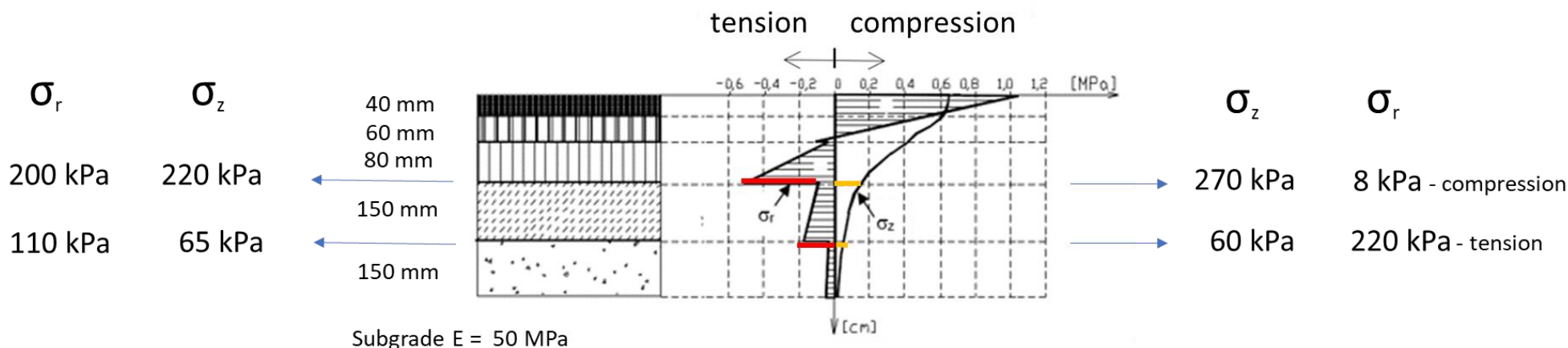
## PARAMETRE PRE DIMENZOVANIE VOZOVIEK

### Stav napätosti v konštrukcii vozovky

netuhá

polotuhá

Osovú zaťaženie 100 kN, 1 kontaktná plocha, kontaktný tlak 0,65 MPa, podmienky v lete



## PARAMETRE PRE DIMENZOVANIE VOZOVIEK

### Návrhové hodnoty pre modul pružnosti

Stmelené vrstvy	Návrhové hodnoty modulu pružnosti
CMSK-TPA I	2 000 MPa
CMSK-TPA II	1 200 MPa
CMSK-TPA III	1 000 MPa
CMSK-TPA IV	900 MPa

Nestmelené vrstvy	Návrhové hodnoty modulu pružnosti
MCSK-TPA I	900 MPa
MCSK-TPA II	700 MPa

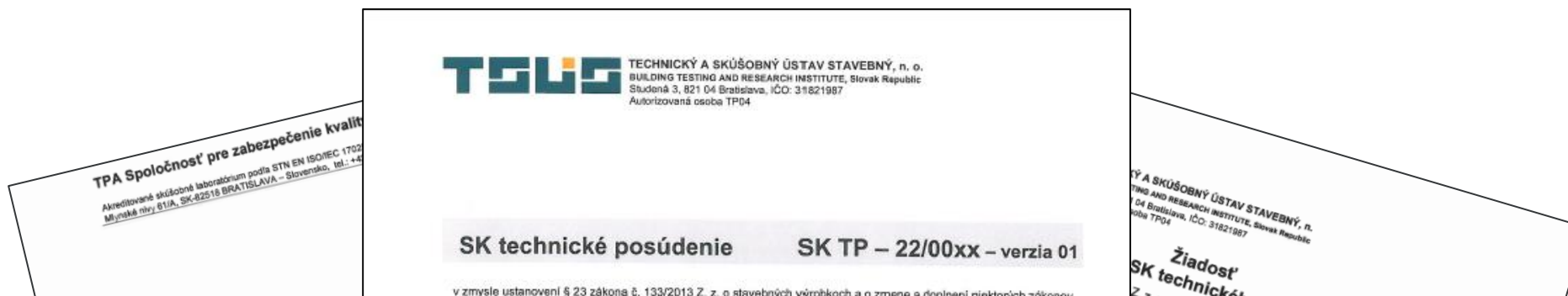
**6 ZHRNUTIE**





## ZHRNUTIE

### Nevyhnutná legislatívna dokumentácia



Ak sa na stavebný výrobok nevzťahuje alebo nie úplne vzťahuje harmonizovaná norma, alebo parametre základných charakteristík nemožno úplne posúdiť podľa existujúcej harmonizovanej normy, notifikovaná osoba môže vydať technické posúdenie.

ZHRNUTIE

**MCSK-TPA**

**STATUS QUO VÝSKUMNÉHO PROJEKTU**

Sľubné hypotézy založené na teórii (silikátová chémia)

**Potvrdenie hypotéz v laboratóriách TPA**

**Praktické overenie – vynikajúce výsledky**

**2018 – Podkladová vrstva – letisko PRIEVIDZA**

**HLAVNÁ VÝHODA: VYUŽITIE ZVYŠKOVEJ  
FRAKCIE 0/4 Z LOMU „VTÁČNIK“ V ZMESI V  
MNOŽSTVE 50%!**



# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK





# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

VÝVOJ NOVÉHO MATERIÁLU PRE PODKLADOVÉ VRSTVY  
VOZOVIEK V TPA SLOVENSKO

Ďakujem za pozornosť!

# TEAMS WORK.

Zsolt Boros; Filip Buček, Jozef Komačka; Dušan Stehlík

20.9.2022

SDRUŽENÍ  
PRO VÝSTAVBU  
SILNIC



**STRABAG**  
TEAMS WORK.

