

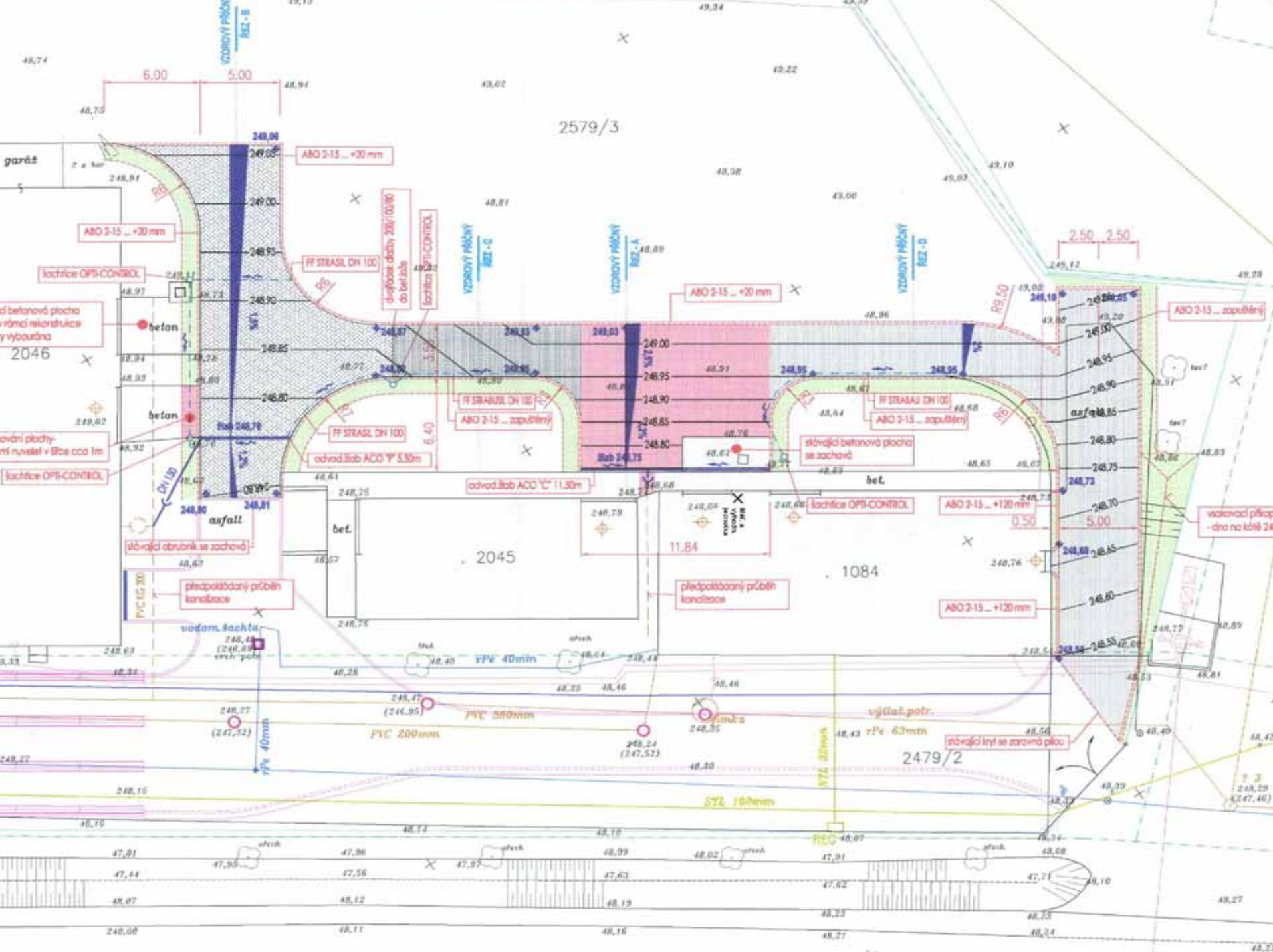
Měření teplotního gradientu na vybraných konstrukcích pozemních komunikací

Radek Matula

Centrum dopravního výzkum, v. v. i.

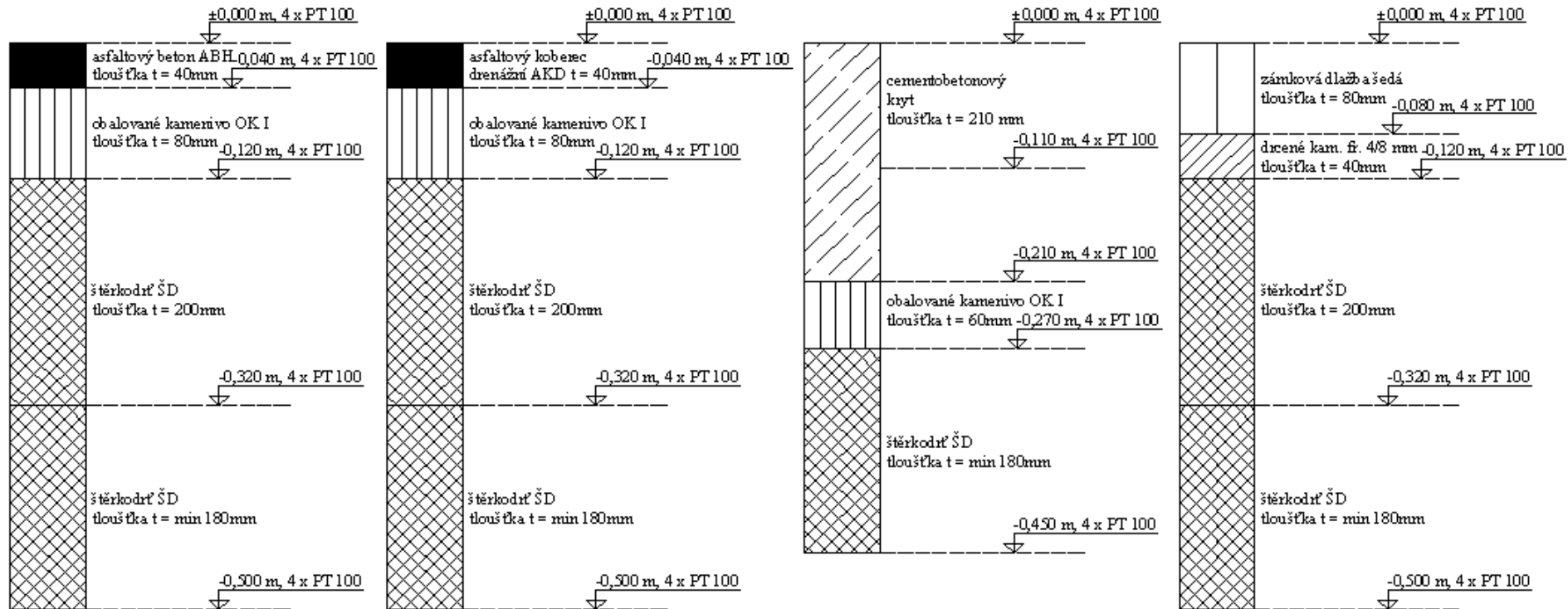
Líšeňská 33a, Brno

e-mail: radek.matula@cdv.cz





Jednoduchá schémata konstrukcí v řezu s vyznačením polohy snímačů

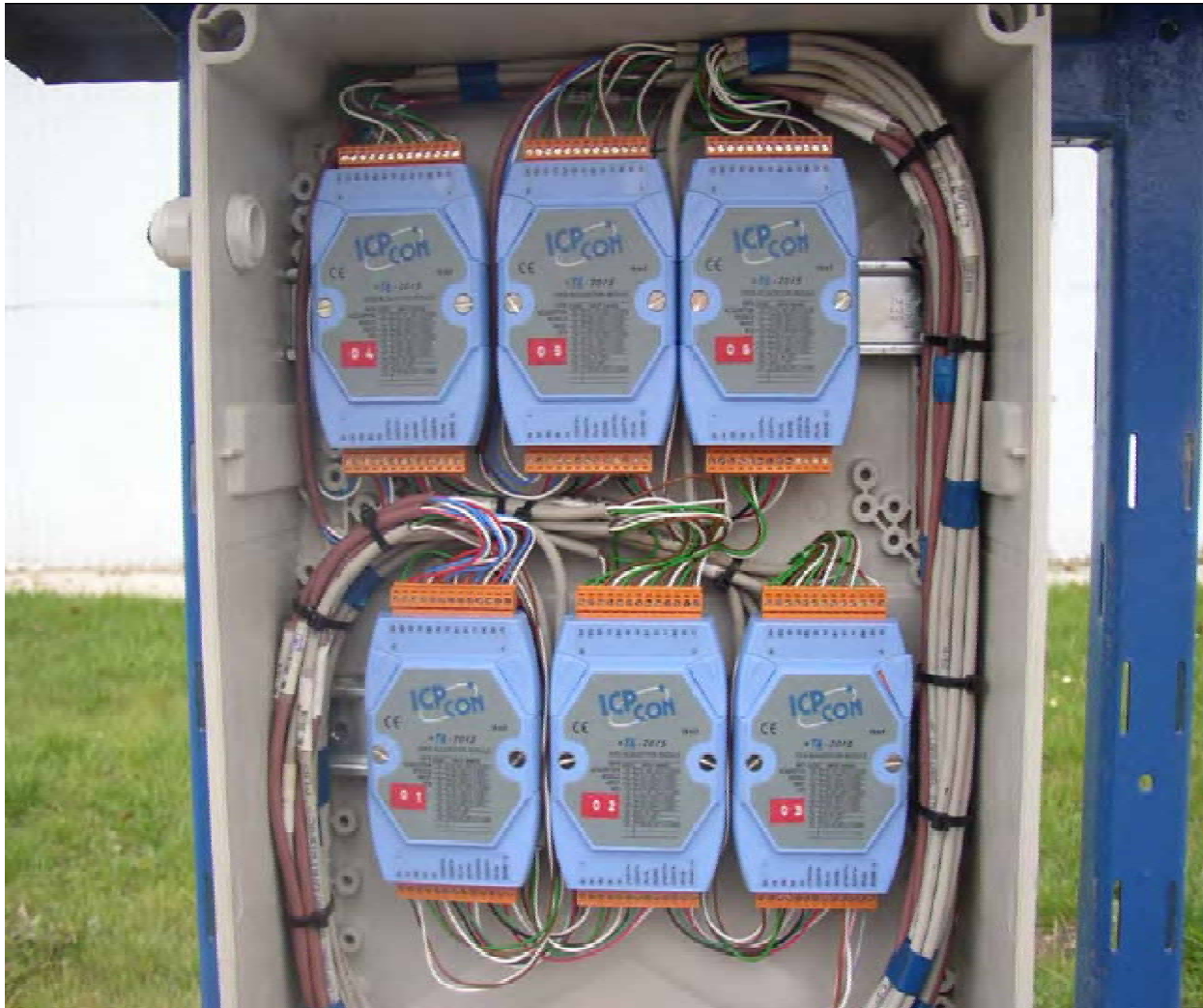


Odporové teplotní snímače PT 100

- $R_T = R_0 (1 + AT + BT^2 + C(T - 100)T^3)$
- R ... odpor [Ω]
- T ... teplota [$^{\circ}\text{C}$]
- $A = 3,9083 \text{ E}^{-3}$
- $B = -5,775 \text{ E}^{-7}$
- $C = -4,183 \text{ E}^{-12}$ pro $t < 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$
0 pro $t > 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$



Rozvodnice s moduly I-7015



Program PATEL

PATEL - Pavement Temperature Logger

File Setup About

Stradis

Pavement Profiles Temperature - oC

Depth/Profile	ANP	ANZ	AZP	AZZ
0	1.5	1.5	2.1	2.1
40	0.9	1.0	2.0	0.7
120	1.3	1.1	1.9	1.5
320	3.9	2.7	3.9	3.5
500	4.6	4.0	4.1	4.0

Depth/Profile	BNP	BNZ	BZP	BZZ
0	2.9	2.9	2.7	2.7
40	1.4	1.6	0.9	1.3
120	0.7	1.1	0.4	1.3
320	3.6	3.3	2.8	2.8
500	3.9	4.2	4.1	4.1

Depth/Profile	CNP	CNZ	CZP	CZZ
0	2.4	2.4	2.5	2.5
110	2.8	1.3	2.3	2.4
210	2.8	2.3	2.7	2.7
270	3.8	3.2	2.2	2.7
450	4.0	4.5	4.0	3.8

Depth/Profile	DNP	DNZ	DZP	DZZ
0	3.6	3.6	3.1	3.1
80	3.2	3.2	2.7	2.7
120	1.8	2.0	3.3	3.0
320	4.2	3.4	3.1	4.0
500	5.0	4.9	4.0	5.2

Air Temperature - oC

Height 2 m 31

Height 0.5 m 1.6

Start Stop

Command: #08

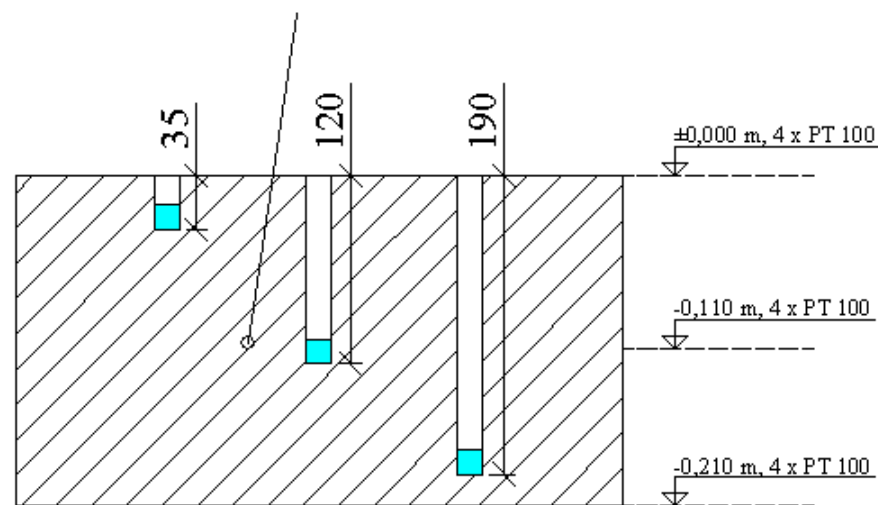
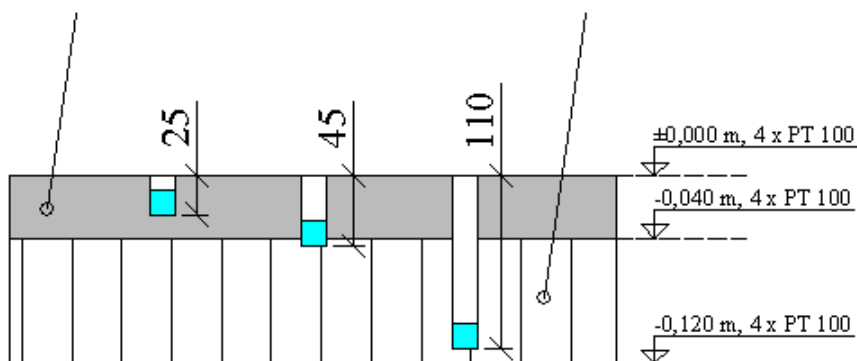
Response: >-006 99-006 40-006 29-006 80-007 27 007 20

Kalibrační měření teplot pomocí vyvrtávaných otvorů částečně vyplněných glycerinem

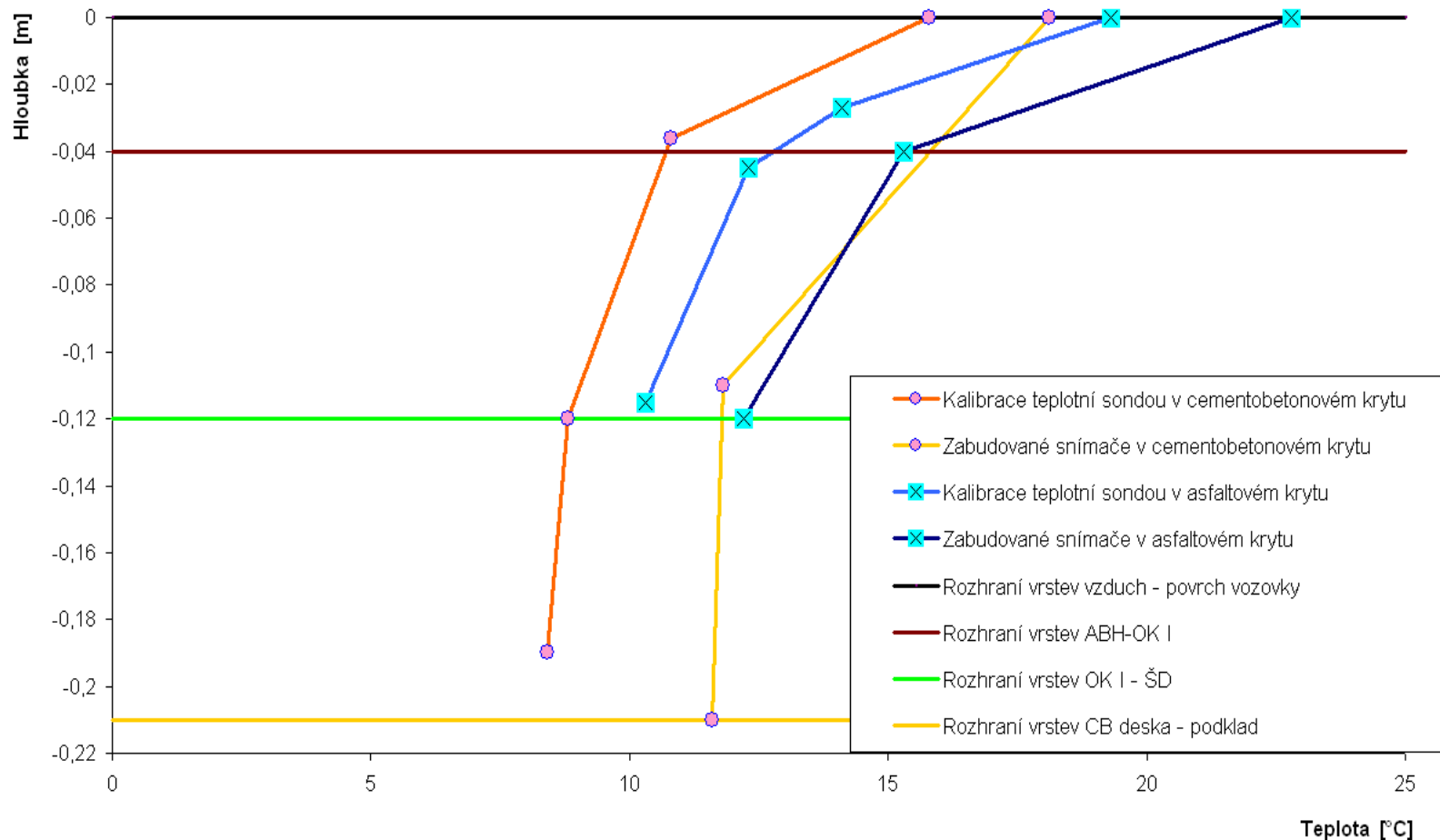
asfaltový beton ABH
tloušťka $t = 40\text{mm}$

obalované kamenivo OK I
tloušťka $t = 80\text{mm}$

cementobetonová deska
tloušťka $t = 210\text{mm}$

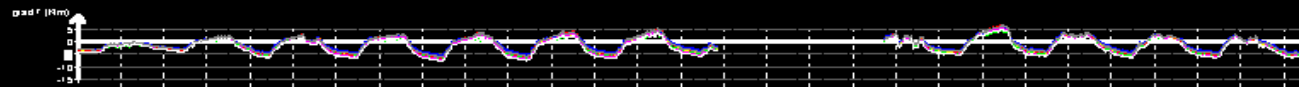


Srovnání průběhu teplot ve vozovce pomocí zabudovaných snímačů s průběhem teplot naměřených teplotní sondou

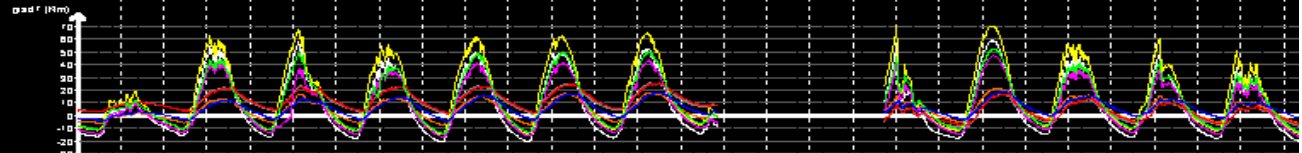


GRAFY VYJADŘUJÍCÍ TEPLOTNÍ CHOVÁNÍ KONSTRUKCÍ VOZOVEK V OBDOBÍ 1.7.2006 - 1.10.2006

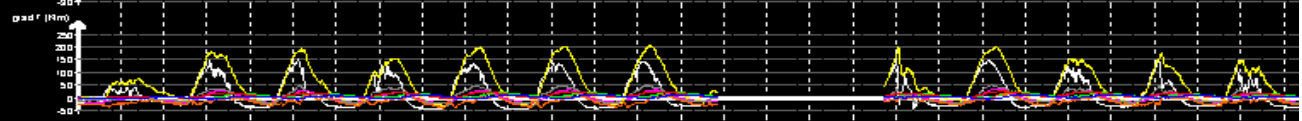
ČASOVÁ ANALÝZA SROVNÁNÍ
GRADIENTŮ CELKOVÝCH TLOUŠTEK
KO NSTRUKCI VOZOVEK S
PŘIPOČTENOU TL. VZDUCHU
MĚŘITKO 1:0,8/ 1 lod/Km



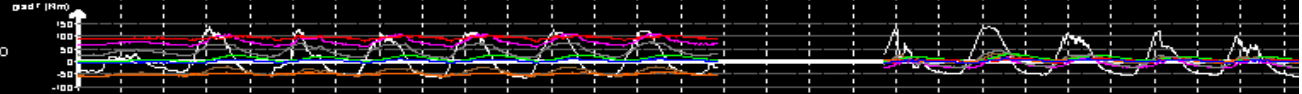
ČASOVÁ ANALÝZA SROVNÁNÍ
GRADIENTŮ CELKOVÝCH TLOUŠTEK
KO NSTRUKCI VOZOVEK
MĚŘITKO 1:0,8/ 2 lod/Km



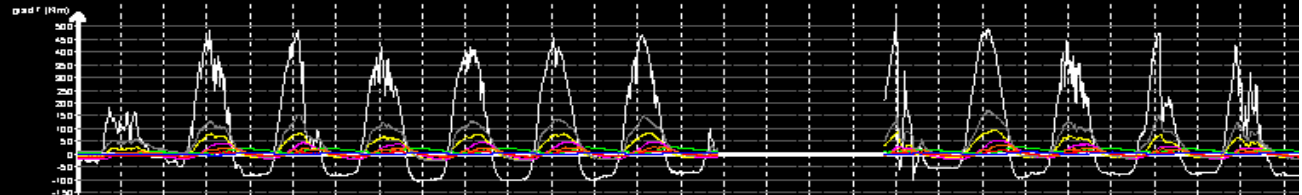
ČASOVÁ ANALÝZA SROVNÁNÍ
GRADIENTŮ JEDNOTLIVÝCH VRSTEV
VOZOVKY S KRYTEM ZE ZÁMKOVÉ
DLAŽBY
MĚŘITKO 1:0,8/ 10 lod/Km



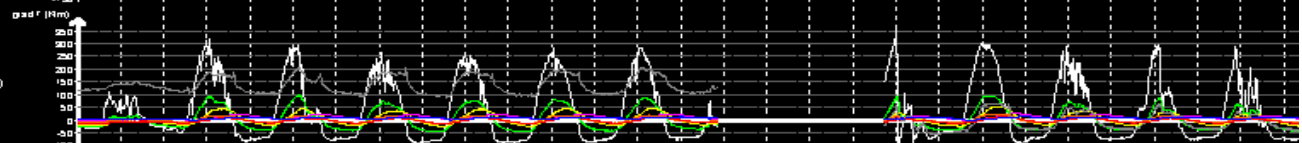
ČASOVÁ ANALÝZA SROVNÁNÍ
GRADIENTŮ JEDNOTLIVÝCH VRSTEV
VOZOVKY S KRYTEM Z CEMENTOVÉHO
BETONU
MĚŘITKO 1:0,8/ 10 lod/Km



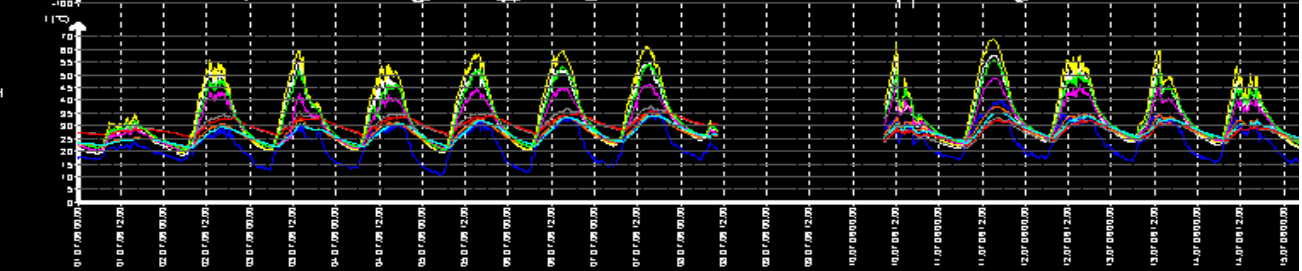
ČASOVÁ ANALÝZA SROVNÁNÍ
GRADIENTŮ JEDNOTLIVÝCH VRSTEV
VOZOVKY S KRYTEM Z DRENÁŽNÍHO
ASFALTU
MĚŘITKO 1:0,8/ 10 lod/Km



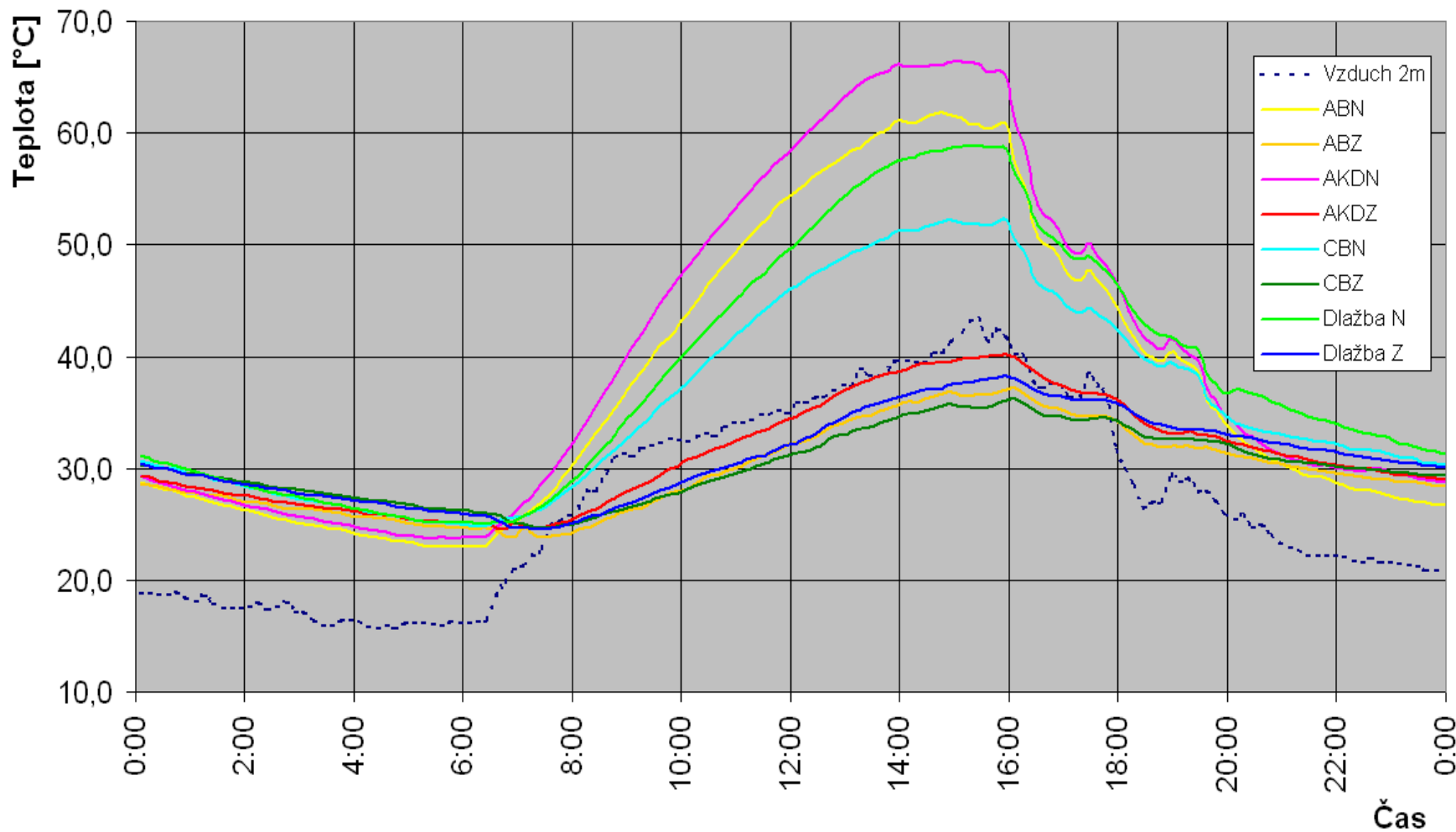
ČASOVÁ ANALÝZA SROVNÁNÍ
GRADIENTŮ JEDNOTLIVÝCH VRSTEV
VOZOVKY S KRYTEM Z ASFALTOVÉHO
BETONU
MĚŘITKO 1:0,8/ 10 lod/Km



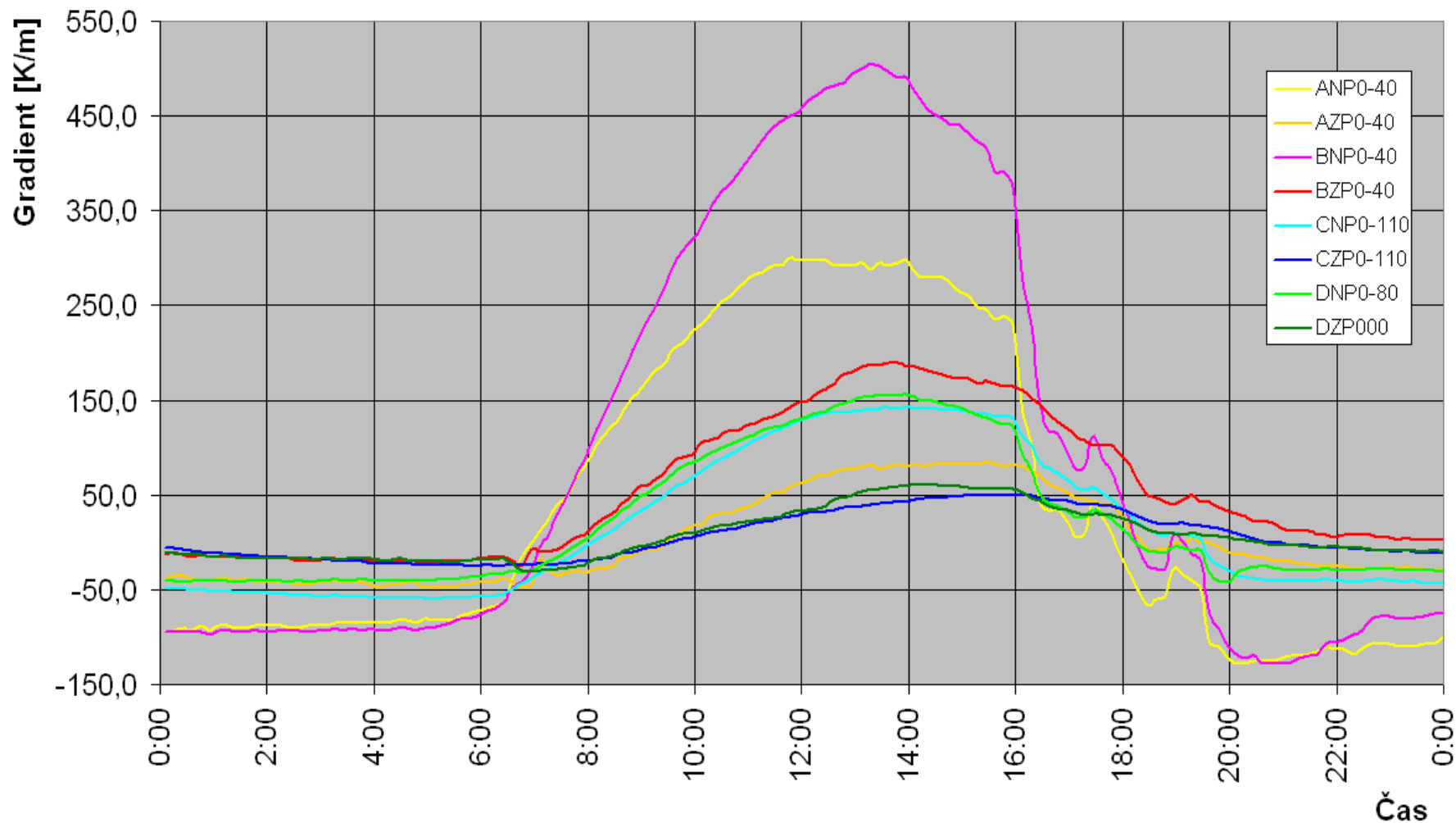
ČASOVÁ ANALÝZA SROVNÁNÍ
TEPLOTA NA PLOŠI JEDNOTLIVÝCH
VOZOVEK S TEPLOTOU VZDUCHU
VE 2 METRECH
MĚŘITKO 1:0,8/ 1 lod/°C



Průběhy teplot na povrchu nezakrytých a zakrytých vozovek ve dne s max. teplotou vzduchu



Průběhy gradientů obrusných vrstev nezakrytých a zakrytých vozovek ve dne s max. teplotou vzduchu



TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací Klimatické podmínky

- Pro posouzení účinku mrazu na vozovku a podloží se stanovuje charakteristická **hodnota indexu mrazu** podle **tabulky B.1** nebo mapy v **obrázku B.1 ČSN 73 6114**. Návrhová hodnota indexu mrazu se zvyšuje nebo snižuje podle článků B.2 až B.4 ČSN 73 6114.
- Pro návrh cementobetonových krytů se stanovuje průměrná roční teplota vzduchu podle **přílohy A ČSN 73 6114**.

$$\Delta T_k = (18,6 - 0,6 T_m) + 28 (h - 0,22),$$

kde ΔT_k ...je návrhová hodnota (kladného) teplotního rozdílu v cementobetonové desce [K],

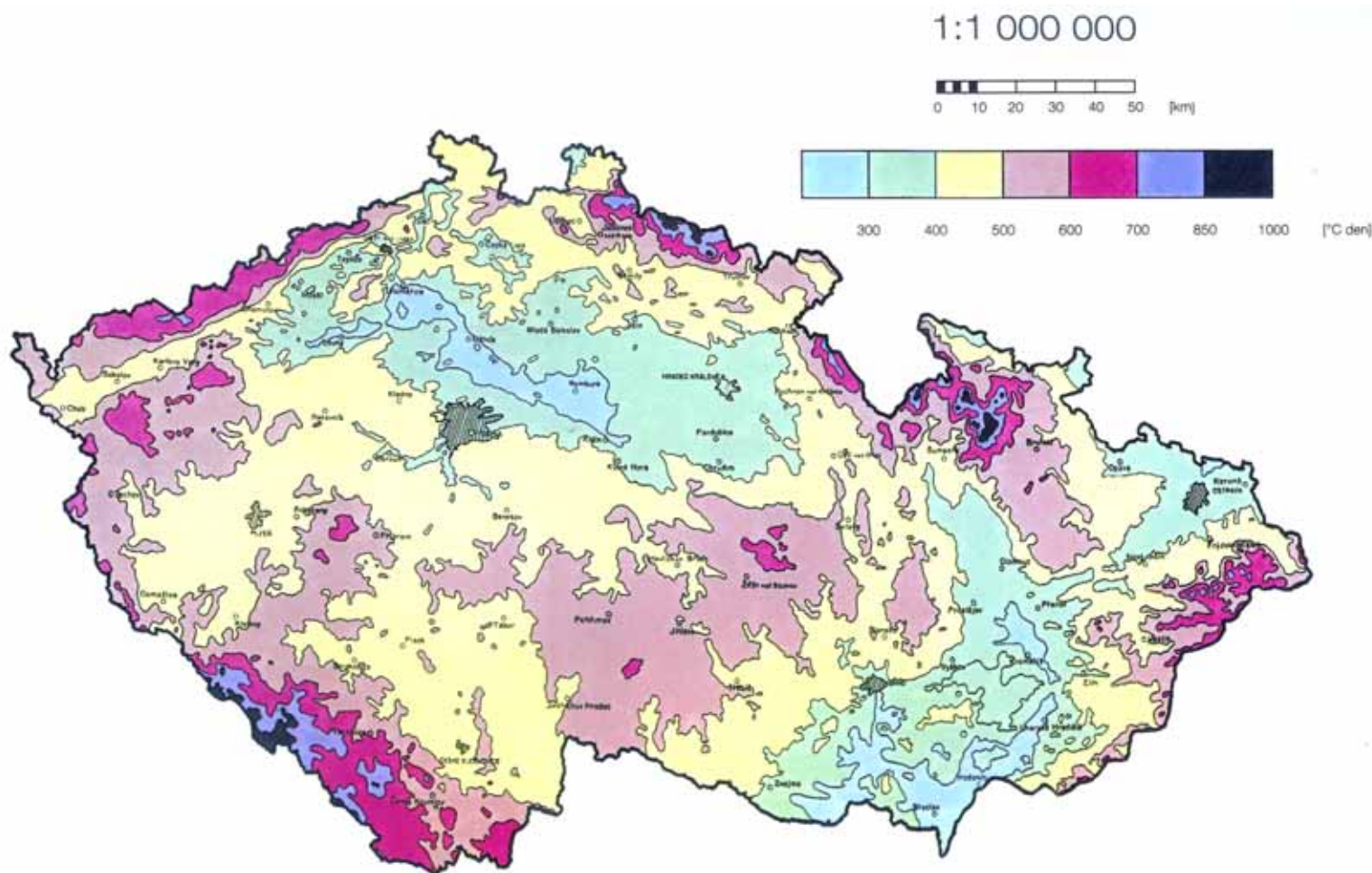
T_m ...průměrná roční teplota vzduchu [°C],

h ...tloušťka cementobetonové desky [m].

Tabulka B.1 – Základní hodnota indexu mrazu pro území České republiky

Výškové pásmo [m n. m.]	Index mrazu I_m [°C] pro střední dobu návratu		
	4 (roky)	7 (roků)	10 (roků)
do 200	224	290	332
nad 200 do 300	259	320	375
nad 300 do 400	297	380	424
nad 400 do 500	346	419	475
nad 500 do 600	389	479	523
nad 600 do 700	449	528	582
nad 700 do 900	566	652	701
nad 900 do 1 100	694	785	840
nad 1 100 do 1 300	841	934	994
nad 1 300 do 1 500	1 008	1 092	1 169
nad 1 500	1 097	1 189	1 268

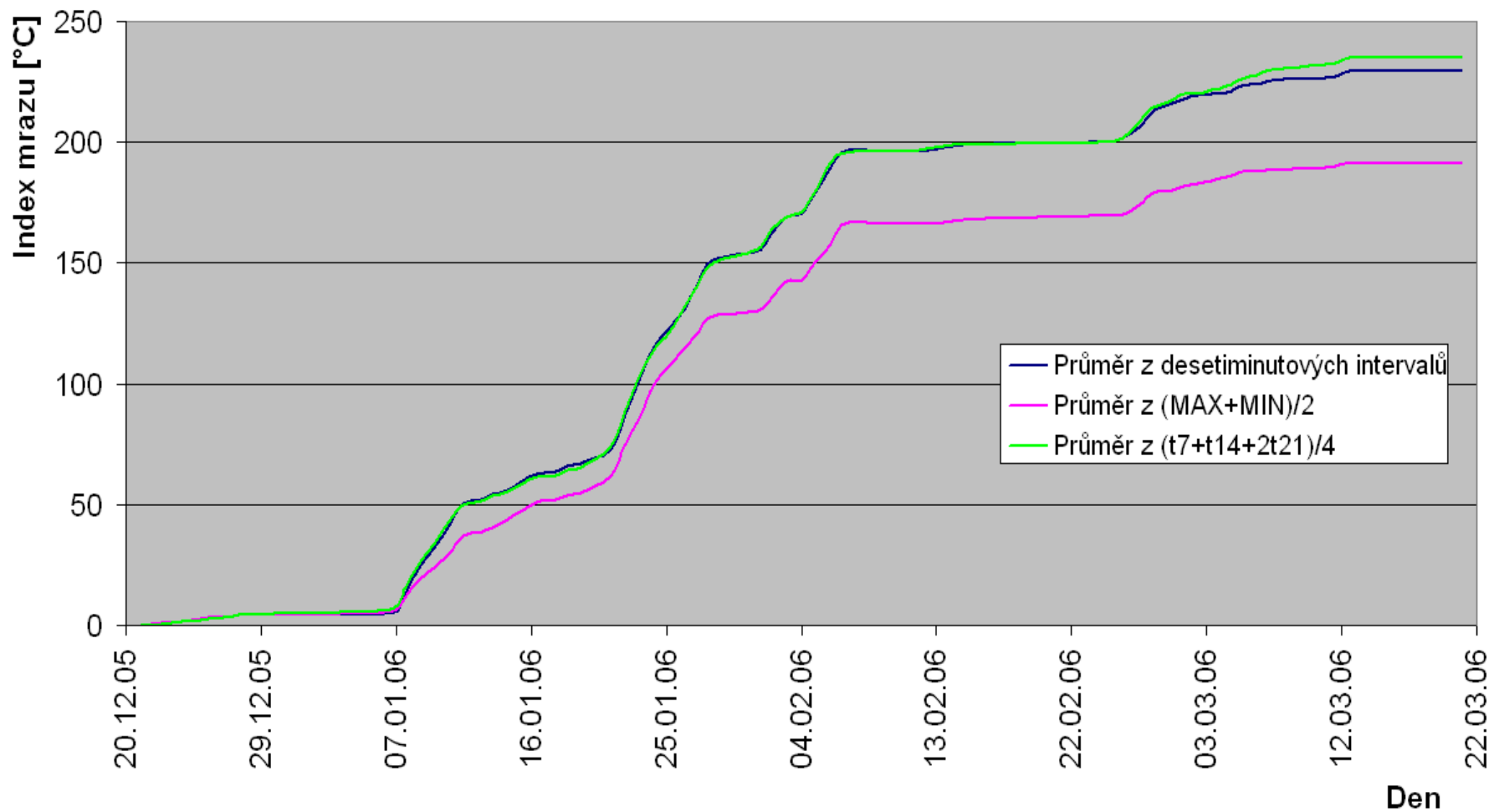
norma: ČSN 73 6114 Vozovky pozemních komunikací Základní ustanovení pro navrhování



Obrázek B. 1 - Mapa charakteristických hodnot indexu mrazu I_m (pro střední dobu návratu 10 let)

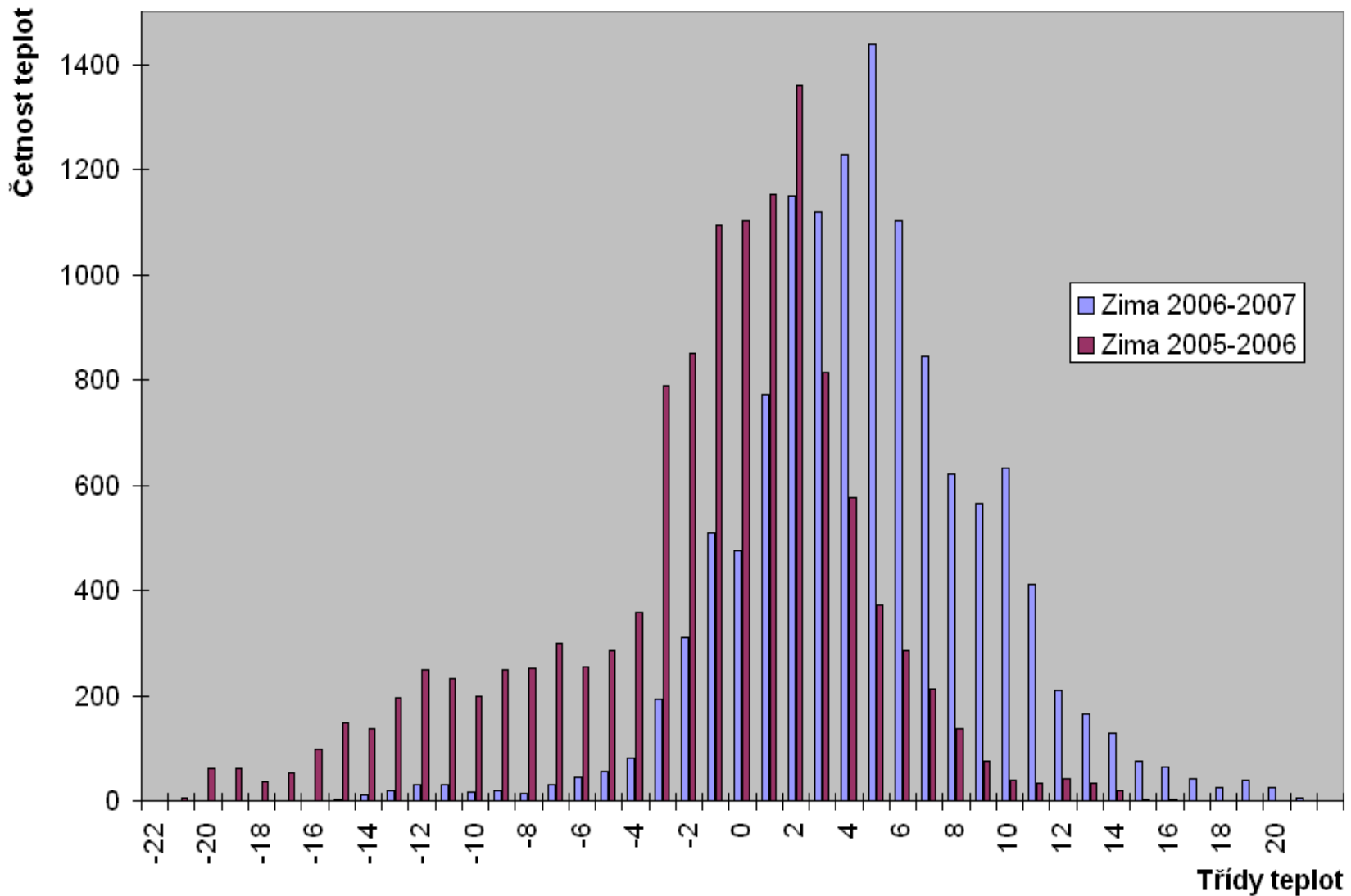
Charakteristická hodnota indexu mrazu pro Tišnov $I_{m, \text{Tišnov}} = 300-400^\circ\text{C}$

Srovnání indexů mrazu zimy 2005-2006, stanovených různými metodami průměrných denních teplot

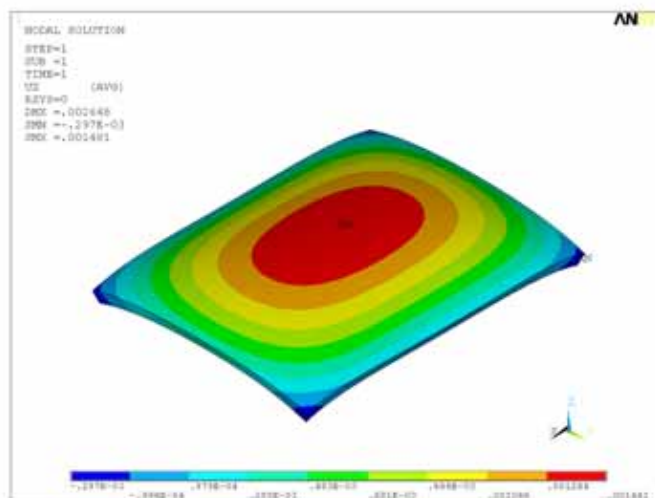


Četnost zimních teplot vzduchu pro období výpočtu indexu mrazu

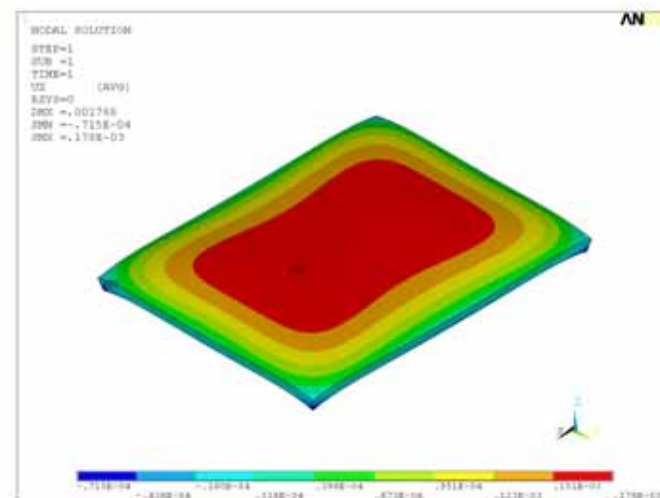
Srovnání zim 2005 - 2006 a 2006 - 2007



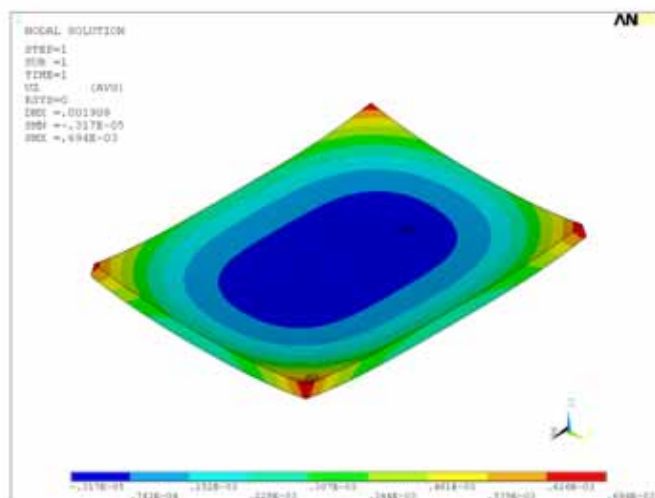
Chování vozovek s CB krytem při různém teplotním zatížení



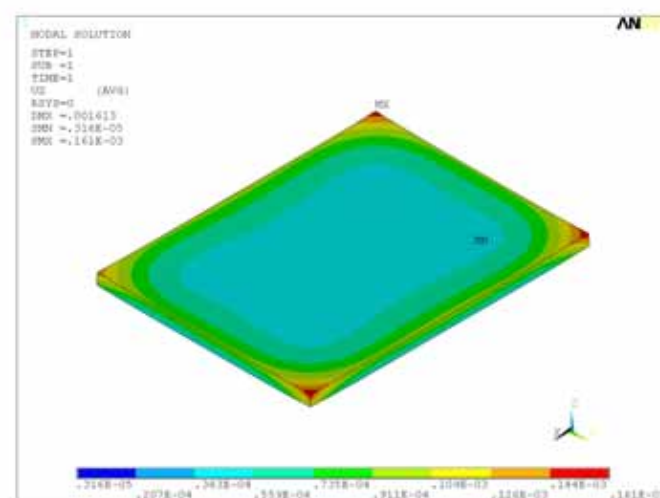
Obr. 6 Zborcení nezakryté beton. desky tl. 210 mm při odpoledních teplotách



Obr. 7 Zborcení zakryté betonové desky tl. 210 mm při odpoledních teplotách

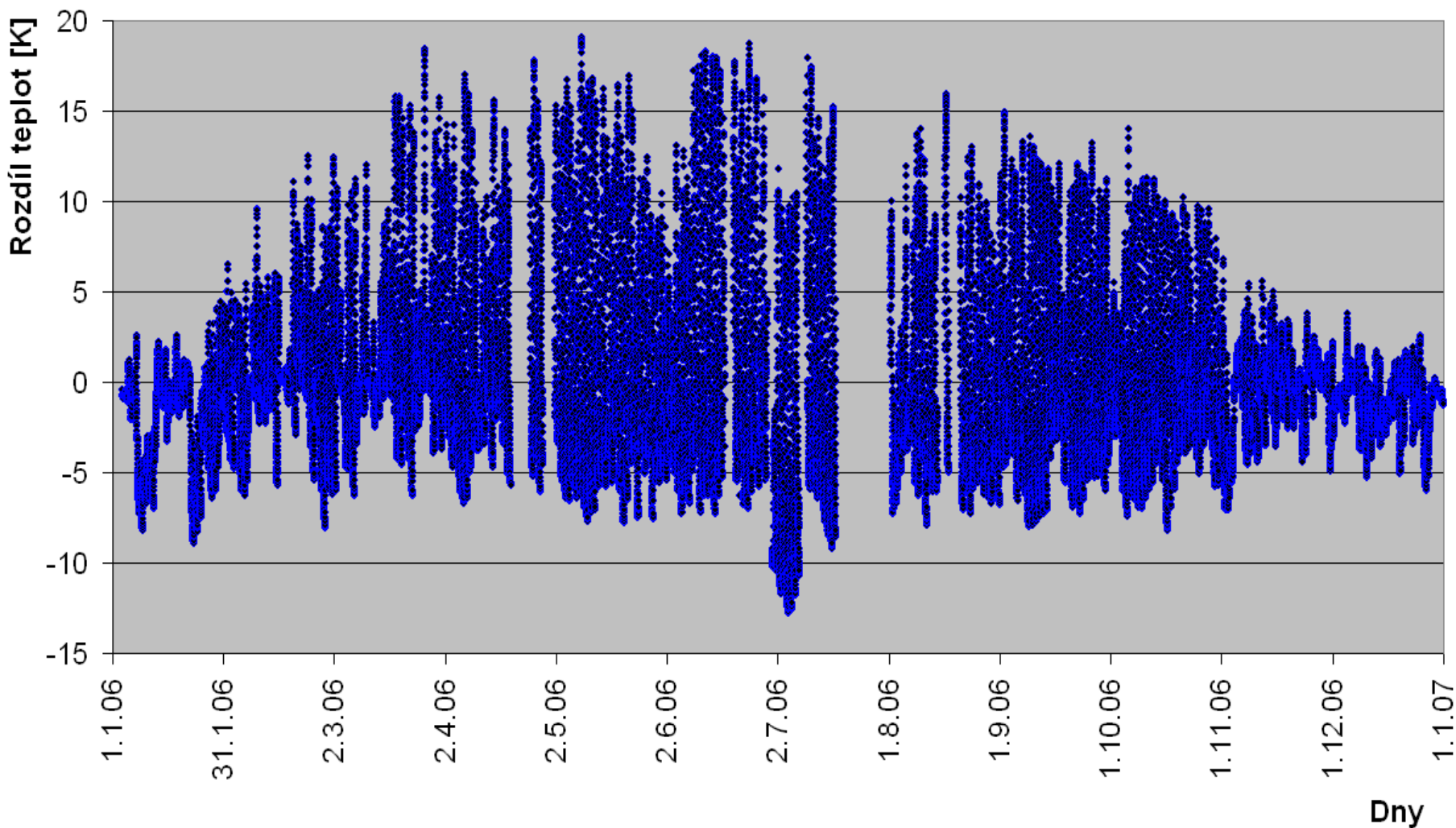


Obr. 8 Zborcení nezakryté beton. desky tl. 210 mm při ranních teplotách

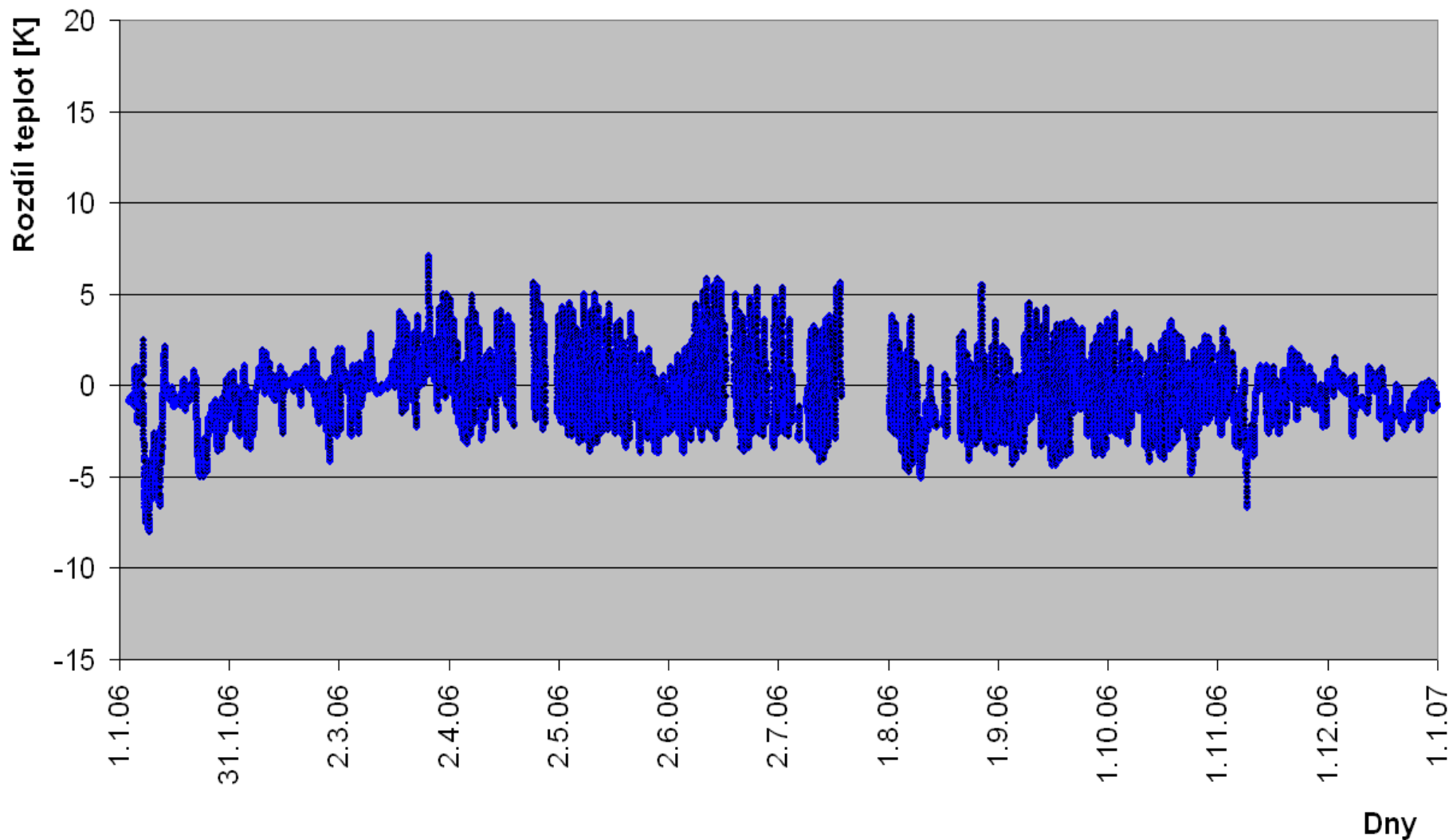


Obr. 9 Zborcení zakryté betonové desky tl. 210 mm při ranních teplotách

Rozdíly teplot horního a dolního povrchu nezakryté CB desky rok 2006



Rozdíly teplot horního a dolního povrchu zakryté CB desky rok 2006



Děkuji za pozornost