

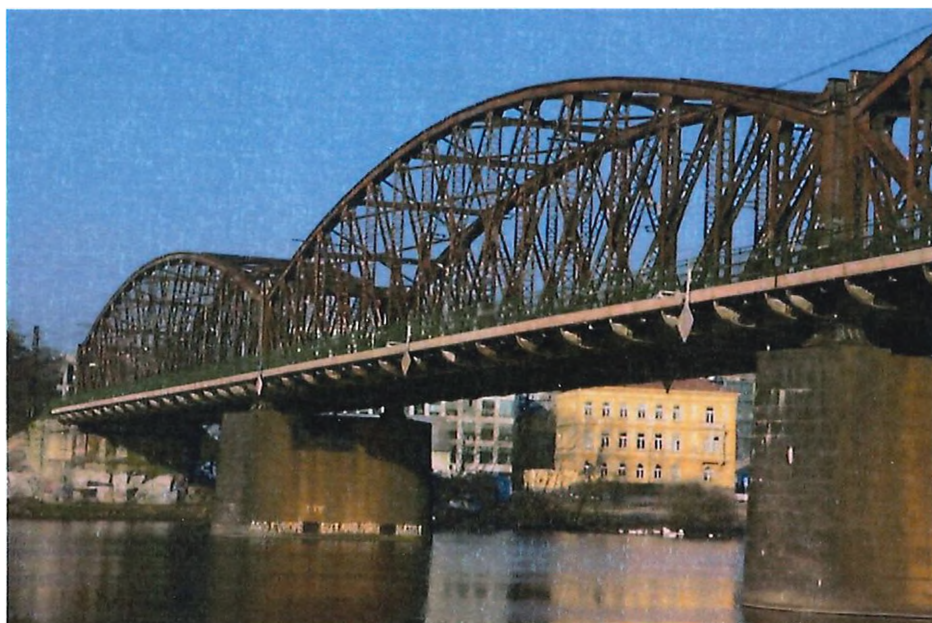


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební  
katedra ocelových a dřevěných konstrukcí  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## STATICKÁ A DYNAMICKÁ STUDIJNÍ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA MOSTU

Dlouhodobý monitoring mostu v km 3,706 na traťovém úseku výh.  
Praha Vyšehrad-Vyšehrad v.601, 602, 603



Zodpovědný řešitel: doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.  
tel. [REDACTED]

Řešitelský kolektiv: Ing. Kristýna Vopatová (FSv ČVUT)  
doc. Ing. Jiří Litoš, Ph.D. a kol. experimentálního centra (měření)  
Ing. Martin Vlasák (SUDOP PRAHA a.s.)  
Ing. Žemlička (Preditest)  
Ing. Petr Klokočník (Cotrex PC s.r.o.)

Datum vydání zprávy: 30.3.2021



1

# STATICKÁ A DYNAMICKÁ STUDIJNÍ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA MOSTU

## OBSAH

1.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE PROJEKTU.....	3
2.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ.....	4
3.	PODKLADY PRO STUDIJNÍ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKU.....	5
3.1	ÚVOD .....	5
3.2	POLOHA MĚŘENÝCH BODŮ.....	5
3.2.1	Globální nosný systém.....	5
3.2.2	Globální nosný systém – systém monitoringu .....	6
3.2.3	Globální nosný systém – bezdrátové měření .....	6
3.2.4	Globální nosný systém - náklon.....	6
4.	PROGRAM STUDIJNÍ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY .....	7
4.1	PLÁNOVANÝ ČASOVÝ HARMONOGRAM .....	7
4.2	POPIS ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ .....	8
4.3	ZKUŠEBNÍ ZATÍŽENÍ .....	12
5.	POLOHA ZKUŠEBNÍHO ZATÍŽENÍ .....	13
6.	POROVNÁNÍ ÚČINNOSTI ZKUŠEBNÍHO ZATÍŽENÍ.....	17
7.	VÝSLEDKY STATICKÉ A DYNAMICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY .....	20
7.1	PRŮHYBY MOSTU .....	20
7.2	SZZ - NAPĚTÍ A POSUNY HLAVNÍ NOSNÉ KONSTRUKCE .....	20
8.	ZÁVĚR.....	62
9.	PŘÍLOHY .....	63
9.1	PŘÍLOHA 1 - STATICKÁ A DYNAMICKÁ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA ŽELEZNIČNÍHO MOSTU POD VYŠEHRADEM: VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ RADAROVOU INTERFEROMETRIÍ – GEODÉZIE LEDEČ NAD SÁZAVOU, VINTEGRA.....	63
9.2	PŘÍLOHA 2 - VÝSLEDKY MĚŘENÍ SZZ A DZZ – METODA MMM .....	64

AKCE : „Dlouhodobý monitoring mostu v km 3,706 na traťovém úseku výh. Praha Vyšehrad-Vyšehrad v.601, 602, 603“

ČÁST : Statická a dynamická studijní zatěžovací zkouška mostu

STUPEŇ : PD

## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE PROJEKTU

Akce: „Dlouhodobý monitoring mostu v km 3,706 na traťovém úseku výh. Praha Vyšehrad-Vyšehrad v.601, 602, 603“

Objednatel: Správa železnic, státní organizace  
Dlážděná 1003/7  
110 00 Praha 1 – Nové Město

Kraj: Hl. m. Praha  
Katastrální území: Smíchov, Vyšehrad

### Zhotovitel statické a dynamické zkoušky:

ČVUT v Praze, Fakulta stavební  
se sídlem: Thákurova 7/2077, 166 29 Praha 6  
jednající: prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
IČ : 68407700  
DIČ : CZ68407700  
Zapsaný: Živnostenský list: Obvodní úřad městské části Praha 6, spis. zn. ŽO/11315/2008/Rec/2

### Výpočetní podklady pro zatěžovací zkoušku stanovil:

Ing. Martin Vlasák, SUDOP PRAHA a.s.

### Měření deformací při statické a dynamické zkoušce:

fa VINTEGRA, p. Lukáš Vodehnal,  
vlastní měření bude provádět Geodézie Ledec nad Sázavou s.r.o. (Ing. M. Glöckner),

### Měření akustickou emisí při statické a dynamické zkoušce:

fa PREDITEST s.r.o., Ing. Žemlička

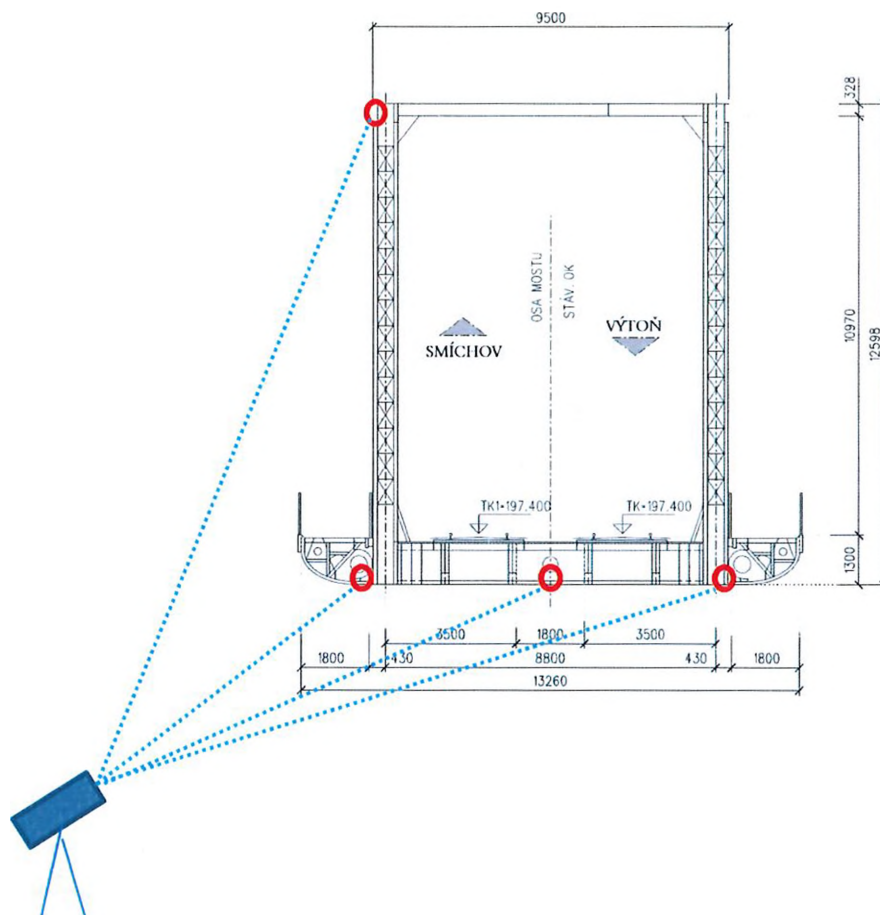
### Měření snímači náklonu:

Cotrex PC s.r.o., Ing. Petr Klokočník

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: Fakulta stavební ČVUT v Praze

3.



Obr. 2 Příčný řez - měřená místa radarovou interferometrií

### 3.2.2 Globální nosný systém – systém monitoringu

Měření bude zajištěno celým systémem monitoringu ve vzorkovací frekvenci 50Hz. Podrobnosti viz příloha 1.

### 3.2.3 Globální nosný systém – bezdrátové měření

Měření namáhání hlavního nosníku bude provedeno pomocí šesti tenzometrů osazených na diagonálách T1, T4, T9, T17, T23 a T14.

Dilatace budou měřeny pomocí dvou potenciometrických snímačů dráhy PSD2 a PSD6 osazených u podpor 1. a 3. pole.

### 3.2.4 Globální nosný systém - náklon

Měření deformací pole 1 bude zajištěno snímači náklonu napojenými na systém LoRa. Poloha bude nad podporami vlevo a vpravo – 4 ks, v 1/3 pole 1 – 4 ks.



## 4. PROGRAM STUDIJNÍ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY

### 4.1 Plánovaný časový harmonogram

Termín konání ZZ je 20.11.2020.

Čas - absolutní		Čas - relativní		Interval	Zatěž. stav	Typ měření	Popis	Poznámka
Začátek	Konec	Začátek	Konec					
1:00								Přijetí vozidla
1:15		0:00					Zahájení zkoušky	
1:15	1:20	0:00	0:05	0:05	SZS1	Statické	Najetí vozidla	pole 1 symetricky
1:20	1:25	0:05	0:10	0:05		symetricky	Ustálení deformace	
1:25	1:25	0:10	0:10	0:00			Odjetí vozidla	
1:25	1:30	0:00	0:05	0:05	SZS2	Statické	Najetí vozidla	pole 3 symetricky
1:30	1:35	0:05	0:10	0:05		symetricky	Ustálení deformace	
1:35	1:35	0:10	0:10	0:00			Odjetí vozidla	
1:35	1:40	0:00	0:05	0:05	SZS3	Statické	Najetí vozidla	pole 2 symetricky
1:40	1:45	0:05	0:10	0:05		symetricky	Ustálení deformace	
1:45	1:55	0:10	0:20	0:10			Odjetí vozidla	
2:00	2:05	0:00	0:05	0:05	SZS4	Statické	Najetí vozidla	pole 1 pravá kolej
2:05	2:10	0:05	0:10	0:05		vpravo	Ustálení deformace	
2:10	2:10	0:10	0:10	0:00			Odjetí vozidla	
2:10	2:15	0:00	0:05	0:05	SZS5	Statické	Najetí vozidla	pole 3 pravá kolej
2:15	2:20	0:05	0:10	0:05		vpravo	Ustálení deformace	
2:20	2:20	0:10	0:10	0:00			Odjetí vozidla	
2:20	2:25	0:00	0:05	0:05	SZS6	Statické	Najetí vozidla	pole 2 pravá kolej
2:25	2:30	0:05	0:10	0:05		vpravo	Ustálení deformace	
2:30	2:35	0:10	0:15	0:05			Odjetí vozidla	
2:35	2:40	0:00	0:05	0:05	DZS1-2	Dynamické	Přejezd 5km/h	pravá kolej
2:40	2:45	0:05	0:10	0:05			Ustálení deformace	
2:45	2:50	0:10	0:15	0:05			Přejezd 5km/h	
2:50	2:55	0:00	0:05	0:05	DZS3-4	Dynamické	Přejezd 40km/h	pravá kolej
2:55	3:00	0:05	0:10	0:05			Ustálení deformace	
3:00	3:05	0:10	0:15	0:05			Přejezd 40km/h	
3:05	3:20	0:00	0:15	0:15				přejezd do levé koleje
3:20	3:25	0:00	0:05	0:05	DZS5-6	Dynamické	Přejezd 5km/h	levá kolej
3:25	3:30	0:05	0:10	0:05			Ustálení deformace	
3:30	3:35	0:10	0:15	0:05			Přejezd 5km/h	
3:35	3:45	0:00	0:10	0:10			Ukončení zkoušky	Odjezd vozidla

## 4.2 Popis zatěžovacích stavů

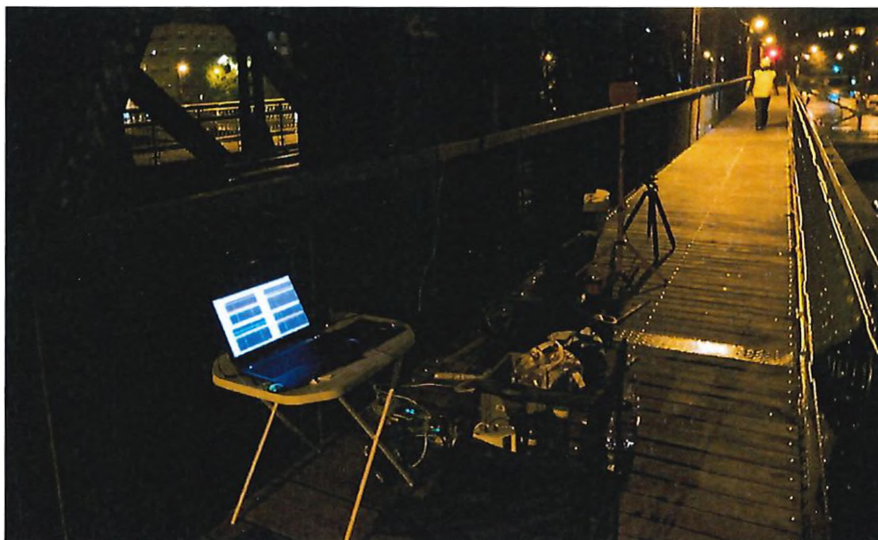
Výluka 20.11.2020 (zastavený provoz 1:00 do 4:00)

Zaměstnanec pro řízení sledu: Zdeněk Sábel (725 017 342)

Začátek ZZ: 1:00

Konec ZZ : 4:00

Celkový čas 3:00 hod



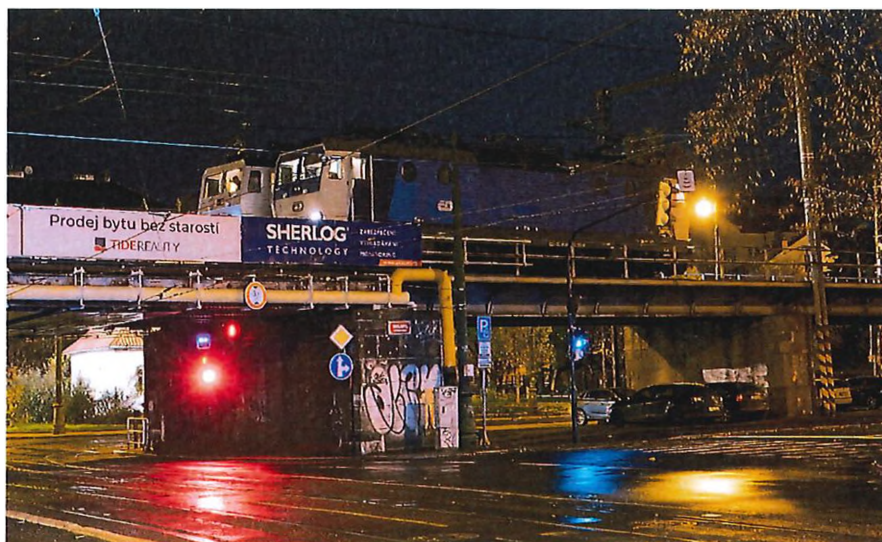
Obr. 3 Měření v průběhu zatěžovací zkoušky

Zatěžovací stavy:

SZS1 Statický zatěž. stav pole 1 symetricky (1:55-2:02)

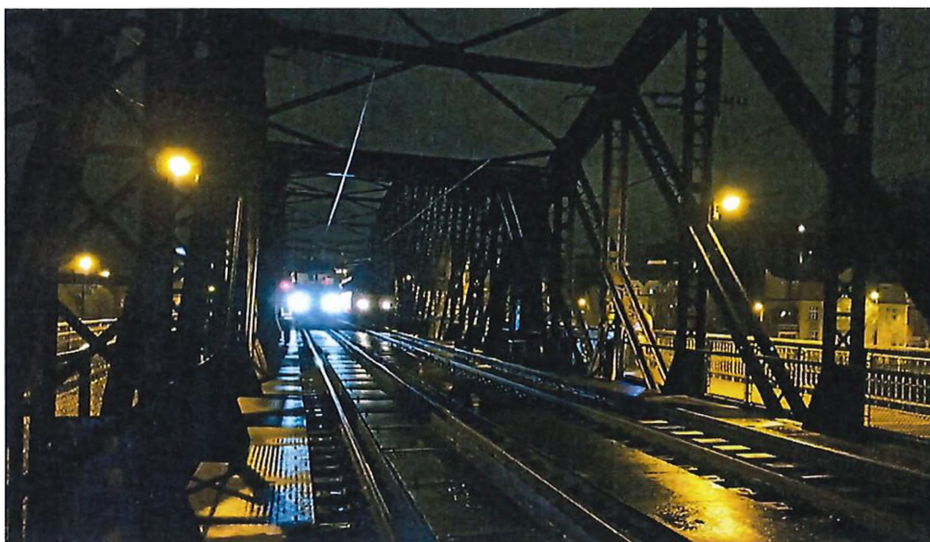
SZS2 Statický zatěž. stav pole 3 symetricky, odjezd mimo most (1:29-1:34)

SZS3 Statický zatěž. stav pole 2 symetricky (1:41-1:51)

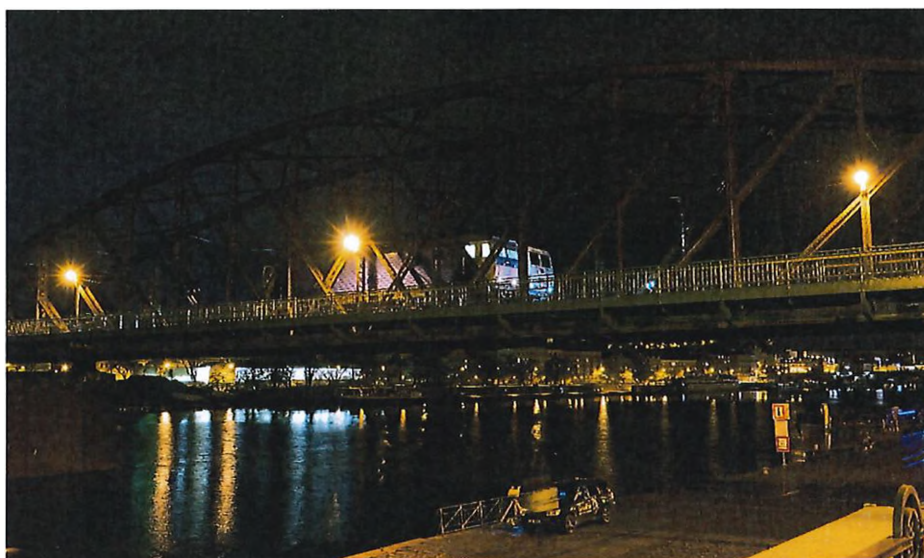


Obr. 4 Břemeno před nájezdem na most





Obr. 5 SZS2 – poloha břemene symetricky



Obr. 6 SZS1 – poloha břemene symetricky



Obr. 7 SZS3 – poloha břemene symetricky

- SZS4      Statický zatěž. stav pole 1 vpravo (2:24-2:31)  
SZS5      Statický zatěž. stav pole 3 vpravo, odjezd mimo most (2:34-2:39)  
SZS6      Statický zatěž. stav pole 2 vpravo (2:42-2:50)



Obr. 8 SZS6 – poloha břemene vpravo

- DZS1-2      Dynamický zatěž. stav - přejezd 5 km/h vpravo, tam a zpět (DZS1 - 2:52; DZS2 – 2:59)  
DZS3-4      Dynamický zatěž. stav - přejezd 40 km/h vpravo tam a zpět (DZS3 – 3:07; DZS4 – 3:18)  
DZS5-6      Dynamický zatěž. stav - přejezd 5 km/h vlevo. tam a zpět (DZS5 – 3:29; DZS6 – 3:34)  
DZS7-8      Dynamický zatěž. stav - přejezd 40 km/h vlevo. tam a zpět (DZS7 – 3:42; DZS8 – 3:53)

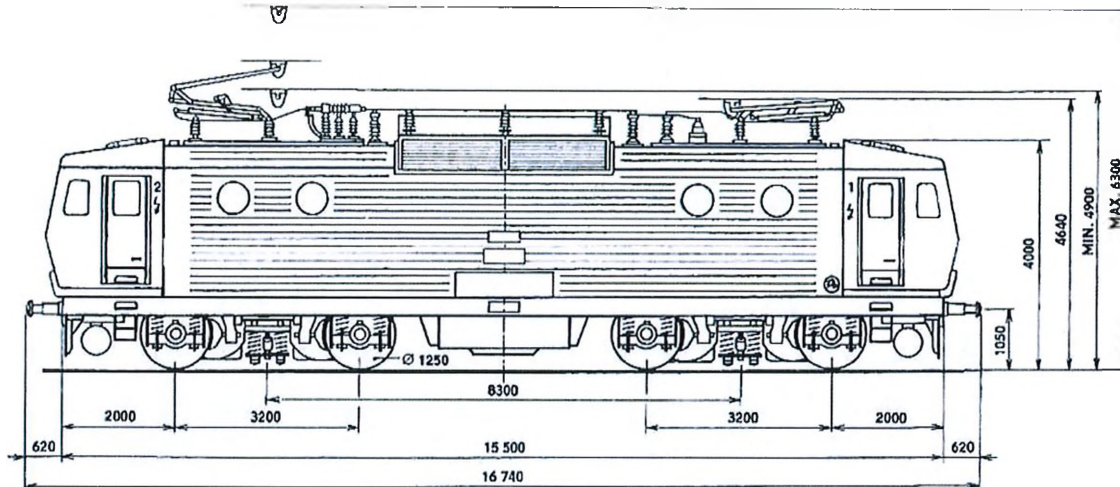




Obr. 9 DZS1 – poloha břemene vpravo

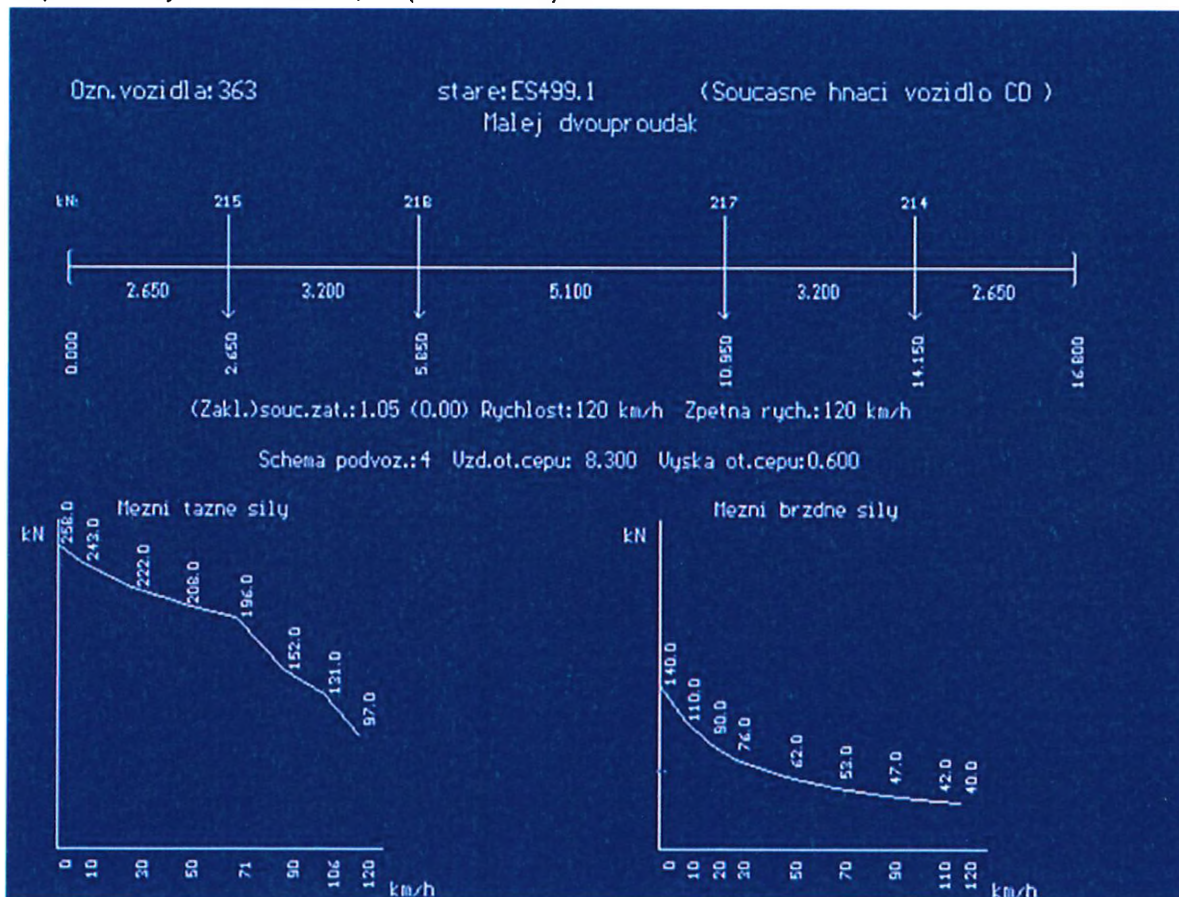
### 4.3 Zkušební zatížení

Pro zkoušení byla použita hnací elektrická vozidla ř. 363 (Eso)



Obr. 10 Rozměry zkušebního zatížení - vůz ř.363

Nápravové síly: **4 x 21,7 t (celkem 86 t)**



Obr. 11 Schéma zatížení a brzdné síly hnacího vozidla - vůz ř. 363



## 5. POLOHA ZKUŠEBNÍHO ZATÍŽENÍ

X = 0 - osa uložení na OP1 (výtoňská opěra)

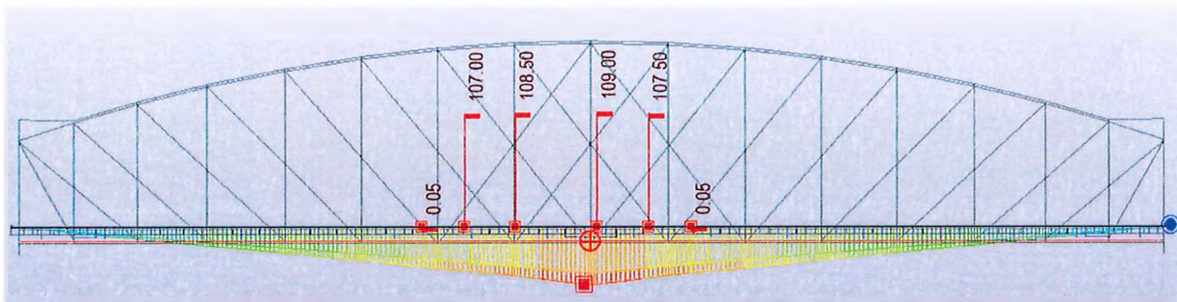
Poloha X = 35,860 m, vpravo node: 96, element crosssection U7  
vlevo node: 147, element crosssection U7

ZS1 - symetrický v koleji č.1 a v koleji č.2

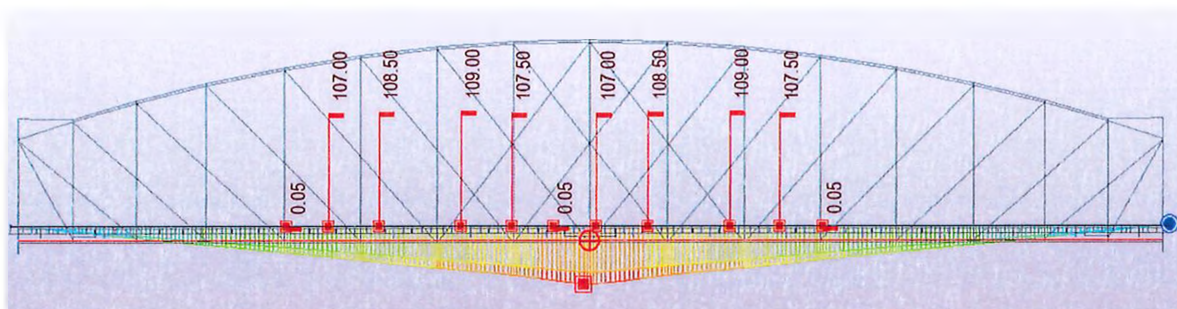
ZS2 - nesymetrický v koleji č.1/koleji č.2

**Poloha zkušebního zatížení - deformace dolního pásu ve středu rozpětí L/2**

**Zkušební zatížení v koleji 1**

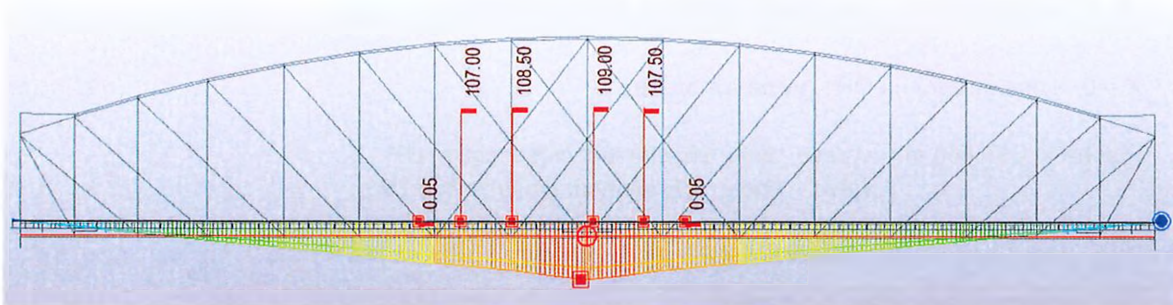


Obr. 12 363 v koleji 1 bez dynamického součinitele:  $Dz = 5,96 \text{ mm}$

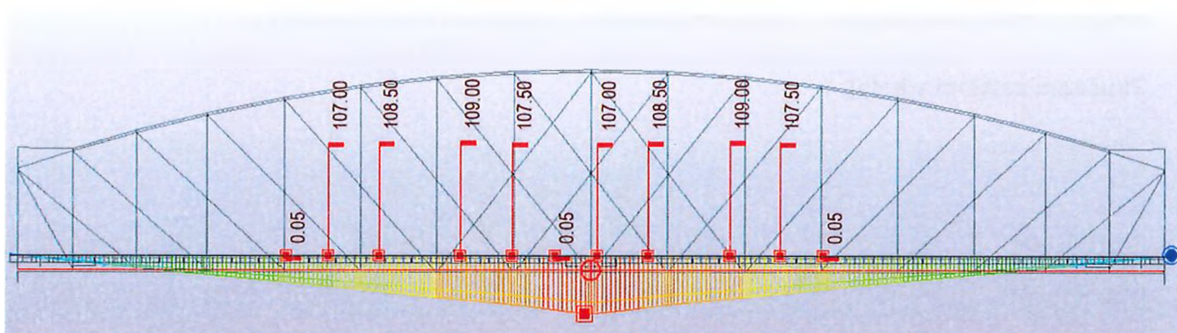


Obr. 13 363 + 363 v koleji 2 bez dynamického součinitele:  $Dz = 10,27 \text{ mm}$

### Zkušební zatížení v koleji 2

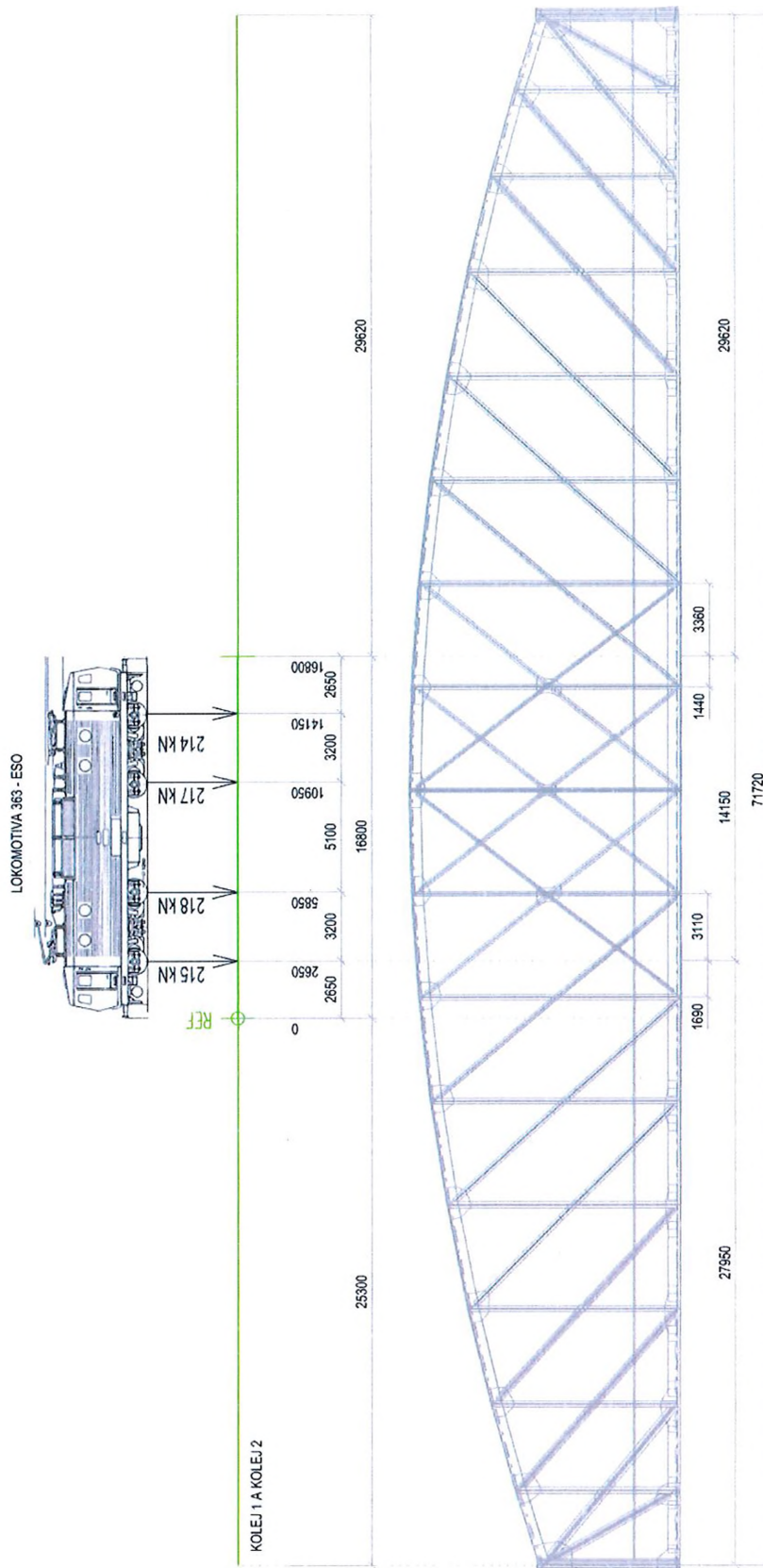


Obr. 14 363 v koleji 2 bez dynamického součinitele:  $Dz = 5,94 \text{ mm}$



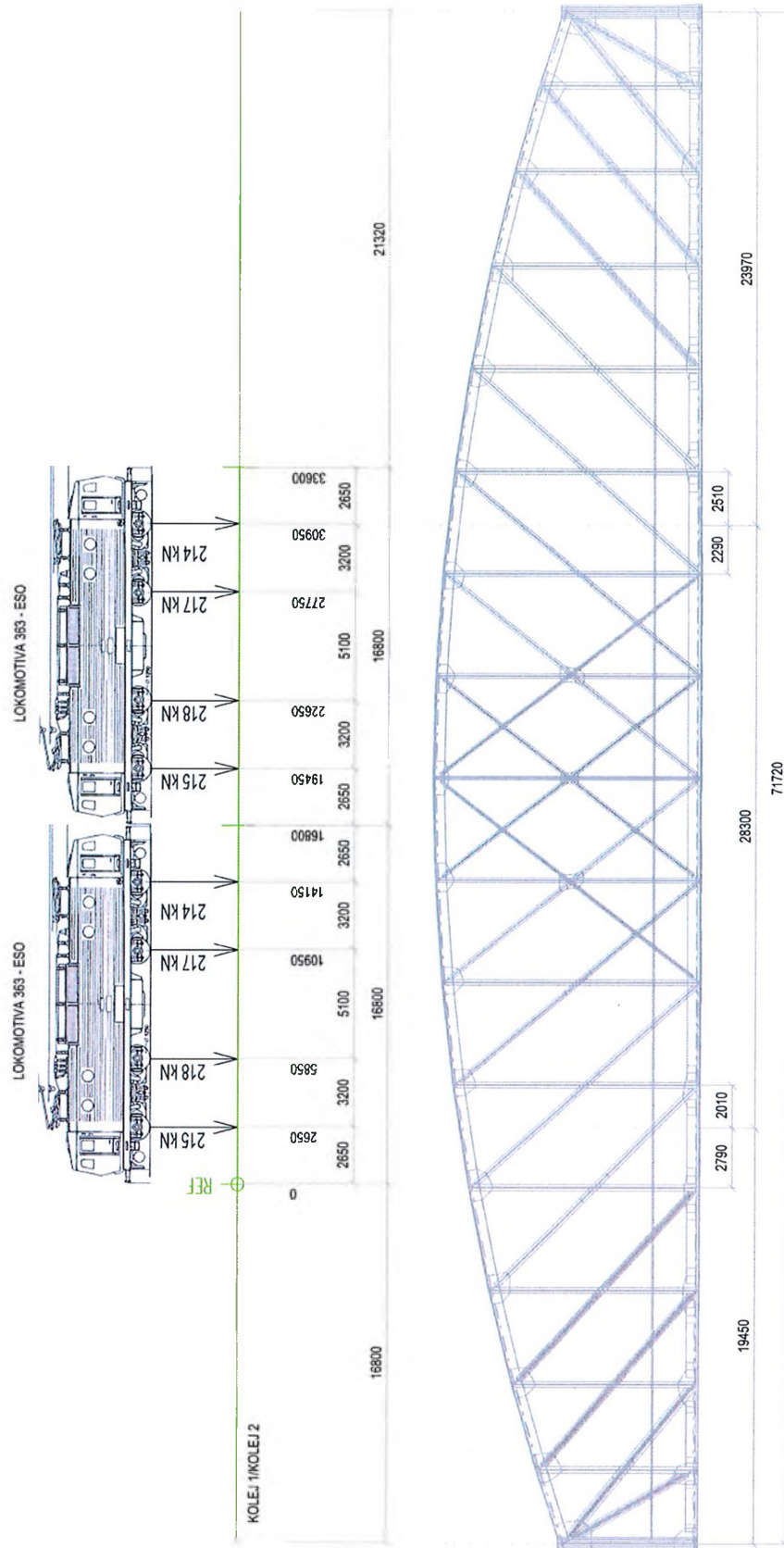
Obr. 15 363 + 363 v koleji 2 bez dynamického součinitele:  $Dz = 10,27 \text{ mm}$

PODÉLNÝ ŘEZ - ZATĚŽOVACÍ STAV ZS1 - SYMETRICKÝ V OBOU KOLEJÍCH





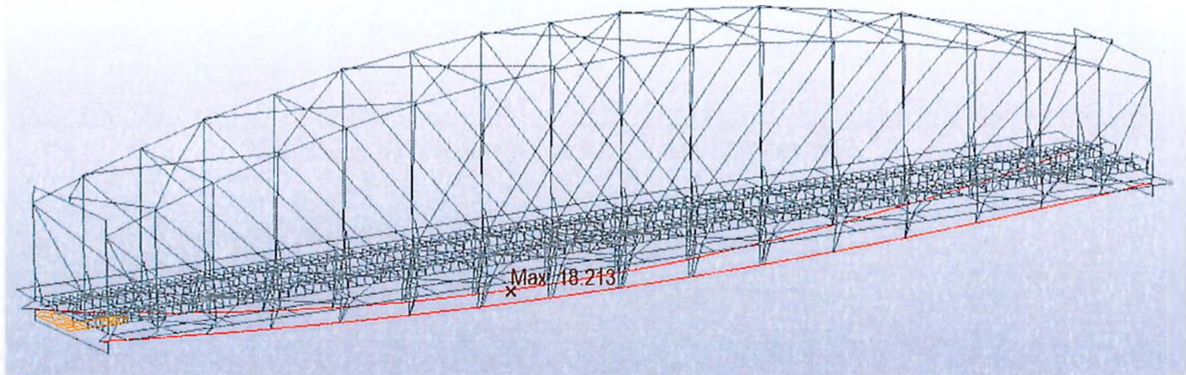
PODÉLNÝ ŘEZ - ZATĚŽOVACÍ STAV ZS2 - NESYMETRICKÝ V JEDNÉ KOLEJI



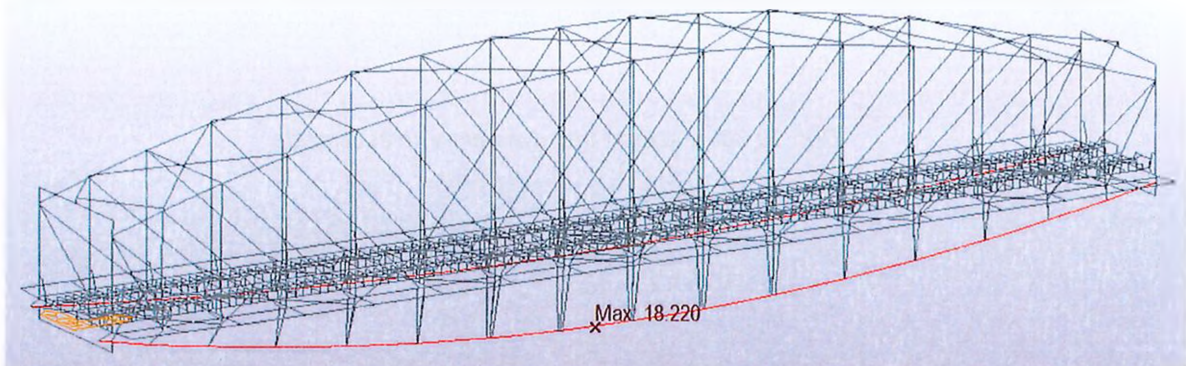
## 6. POROVNÁNÍ ÚČINNOSTI ZKUŠEBNÍHO ZATÍŽENÍ

Účinnost zatížení byla vztažena k zatížení traťovou třídou zatížení C2. Porovnání je provedeno pro deformaci dolního pásu od nahodilého zatížení bez dynamického součinitele.

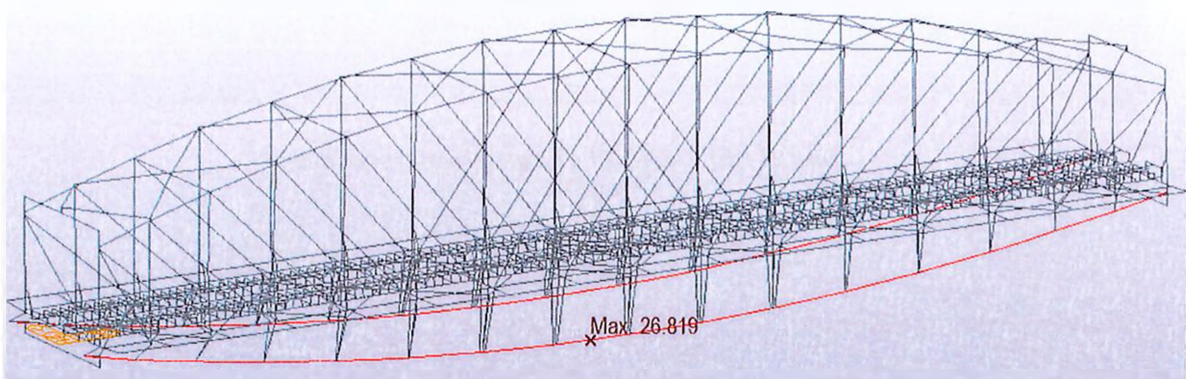
**Traťová třída zatížení C2 bez dynamického součinitele**



Obr. 16 C2 v koleji 1 bez dynamického součinitele

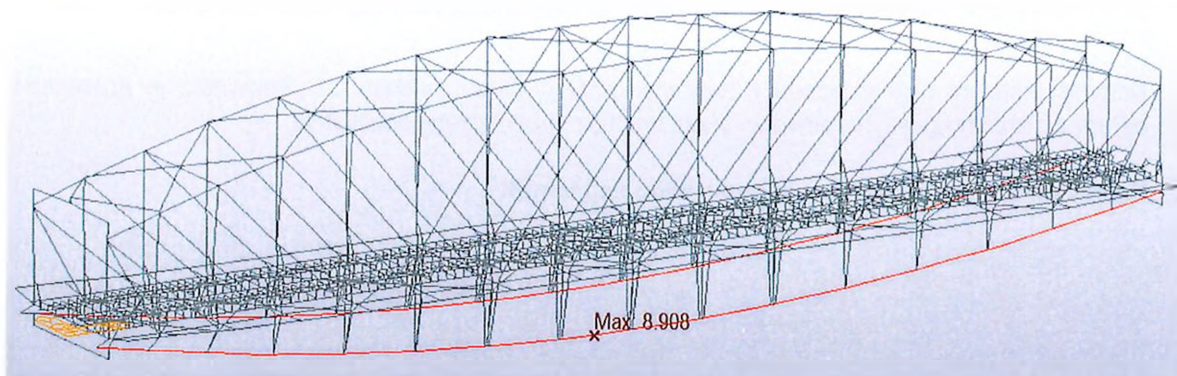


Obr. 17 C2 v koleji 2 bez dynamického součinitele

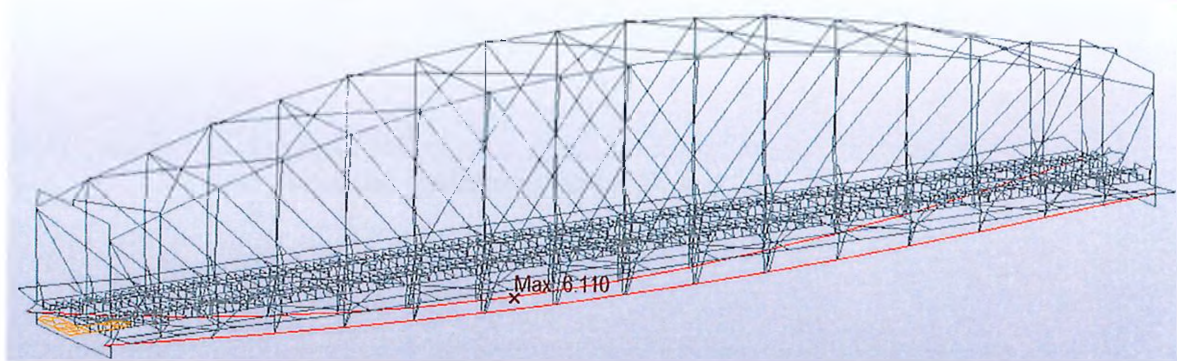


Obr. 18 C2 v koleji 1 a 2 bez dynamického součinitele

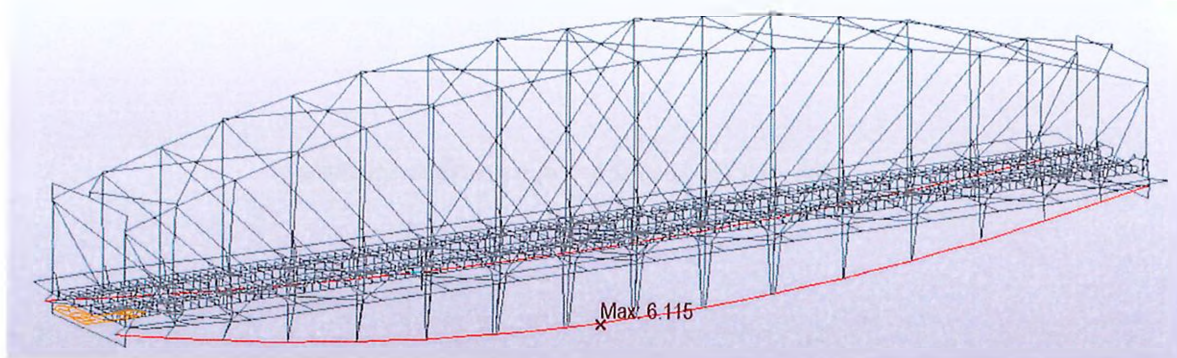




Obr. 19 363 v koleji 1 a 2 bez dynamického součinitele

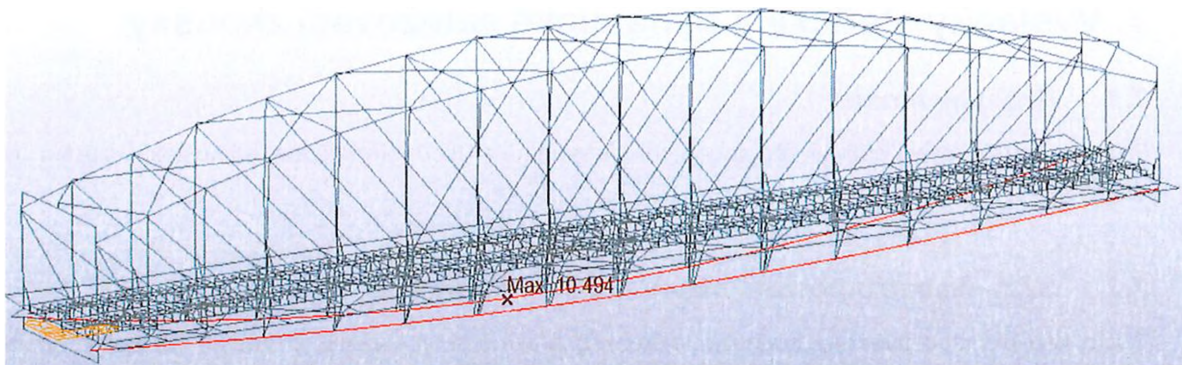


Obr. 20 363 v koleji 1 bez dynamického součinitele

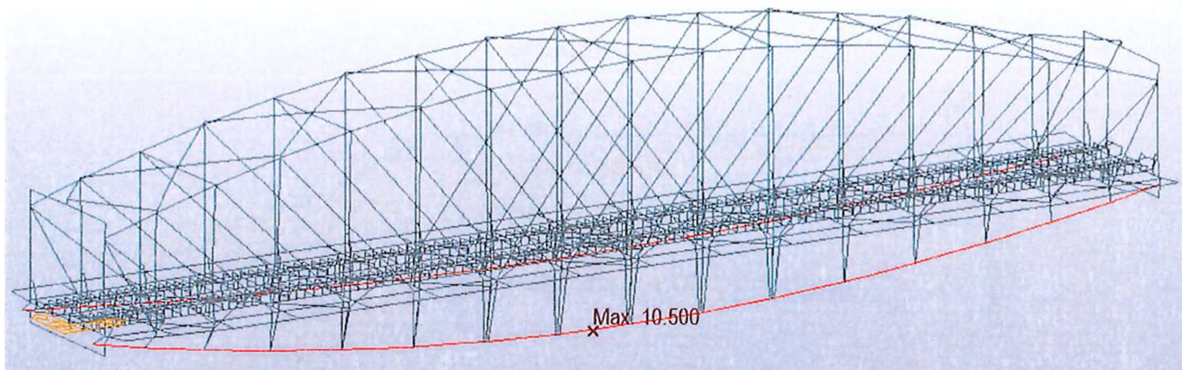


Obr. 21 363 v koleji 2 bez dynamického součinitele





Obr. 22 363 + 363 v koleji 1 bez dynamického součinitele



Obr. 23 363 + 363 v koleji 2 bez dynamického součinitele

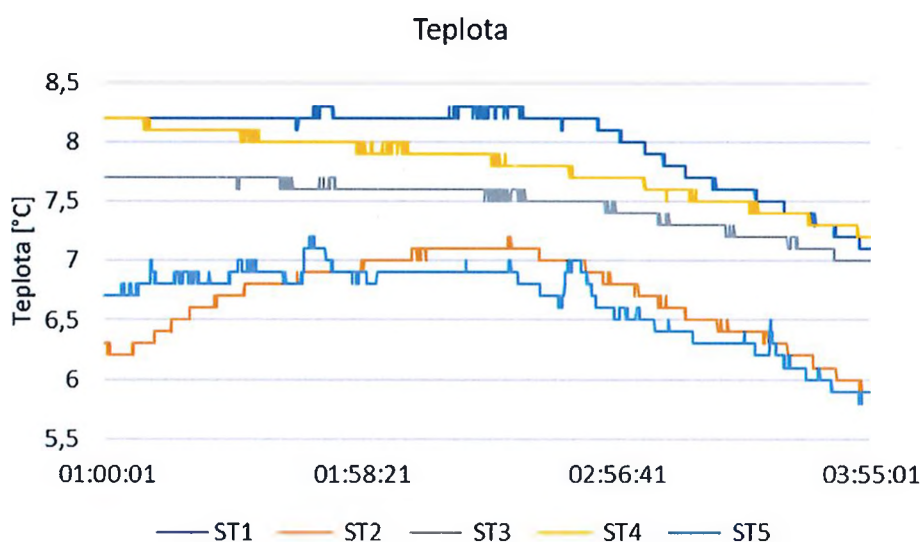
## 7. Výsledky statické a dynamické zatěžovací zkoušky

### 7.1 Průhyby mostu

Průhyby mostu byly měřeny radarovou interferometrií a jsou předmětem samostatné zprávy firmy VINTEGRA.

### 7.2 SZZ - Napětí a posuny hlavní nosné konstrukce

V této kapitole jsou uvedeny hodnoty změřených přetvoření a posunů. U hodnot přetvoření je třeba upozornit, že v sobě obsahují vliv Poissonova čísla, jako důsledku příčného přetvoření kompenzačního tenzometru. Tedy hodnoty v grafech je třeba podělit 1,3 pro zjištění samotného přetvoření.



Obr. 24 Měření teplot v průběhu zatěžovací zkoušky

Tab. 1 Vyhodnocené poměrné deformace [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ] (měřicí ústředna EMS) při zatěžovacím stavu SZS1

ZATĚŽOVACÍ STAV 1							
POLE 1		Změřená ustálená velikost přetvoření					
Měřené místo		Před	Při	Po	Celková	Trvalá	Elastická
		nanesením	plném	odtížení	změna	změna	změna
		zatížení	zatížení		$S_{\text{tot}}$	$S_r$	$S_e$
		[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]
Ústředna 1	T1	12	53	12	42	0	42
	T2	-6	67	-6	73	0	73
	T3	55	118	55	63	0	63
	T4	9	89	8	80	-1	81
	T5	-2	44	-2	46	0	46
	T6	5	96	5	91	0	91
	T7	2	76	2	74	-1	75
	T8	3	61	3	58	0	58
	T25	-10	32	-10	42	0	42
	T26	37	122	37	85	0	85
	T27	3	91	3	88	0	88
	T28	-2	45	-2	46	0	46
	T29	-52	-6	-52	45	0	45
	T30	4	53	4	49	0	49
	T31	-3	52	-3	55	0	55
	T32	-2	58	-2	60	0	60

Tab. 2 Vyhodnocené poměrné deformace [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ] (měřicí ústředna EMS) při zatěžovacím stavu SZS2

ZATĚŽOVACÍ STAV 2							
POLE 3		Změřená ustálená velikost přetvoření					
Měřené místo		Před	Při	Po	Celková	Trvalá	Elastická
		nanesením	plném	odtížení	změna	změna	změna
		zatížení	zatížení		$S_{\text{tot}}$	$S_r$	$S_e$
		[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]
Ústředna 2	T17	5	45	5	40	0	40
	T18	-1	49	-2	50	-1	51
	T19	-1	54	-1	55	0	55
	T20	7	88	7	82	0	82
	T21	-1	36	-1	37	0	37
	T22	5	93	5	88	-1	88
	T23	3	64	2	61	-1	62
	T24	-10	47	-11	57	-1	58
	T41	17	59	17	42	0	42
	T42	-3	82	-3	85	0	85
	T43	4	93	4	89	0	89
	T44	-4	88	-4	92	0	92
	T45	-4	38	-4	42	0	42
	T46	7	93	7	86	0	86
	T47	-1	53	-1	54	0	54
T48	-3	53	-4	56	-1	57	

Tab. 3 Vyhodnocené poměrné deformace [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ] (měřicí ústředna EMS) při zatěžovacím stavu SZS3

ZATĚŽOVACÍ STAV 3							
POLE 2		Změřená ustálená velikost přetvoření					
Měřené místo		Před nanesením zátížení [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Při plném zátížení [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Po odtížení [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Celková změna $S_{\text{tot}}$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Trvalá změna $S_r$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Elastická změna $S_e$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]
Ústředna 1	T9	1	38	1	37	0	37
	T10	-2	58	-2	60	0	60
	T11	-7	61	-7	68	0	68
	T12	-7	29	-7	36	0	36
	T33	8	48	8	41	1	40
	T34	8	97	8	88	0	88
	T35	11	100	11	89	0	89
	T36	2	101	2	98	0	98
Ústředna 2	T13	-2	39	-2	41	0	41
	T14	7	57	7	50	0	50
	T15	35	96	35	61	0	61
	T16	1	58	1	57	0	57
	T37	12	55	12	43	0	43
	T38	8	58	8	49	0	49
	T39	2	67	2	65	0	65
	T40	4	67	4	63	0	63

Tab. 4 Vyhodnocené poměrné deformace [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ] (měřicí ústředna EMS) při zatěžovacím stavu SZS4

ZATĚŽOVACÍ STAV 4							
POLE 1	Změřená ustálená velikost přetvoření						
Měřené místo	Před nanesením zatížení [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Při plném zatížení [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Po odtížení [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Celková změna $S_{\text{tot}}$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Trvalá změna $S_r$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Elastická změna $S_e$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	
Ústředna 1	T1	12	68	12	56	0	56
	T2	-6	75	-6	81	0	81
	T3	55	125	55	69	0	69
	T4	8	45	8	36	0	36
	T5	-2	49	-2	52	0	52
	T6	5	62	5	56	-1	57
	T7	2	98	2	96	-1	97
	T8	4	77	3	73	-1	74
	T25	-9	18	-9	27	0	27
	T26	38	75	38	38	0	38
	T27	3	42	3	39	0	39
	T28	-2	0	-2	2	0	2
	T29	-51	-25	-51	25	0	25
	T30	3	12	3	8	0	8
	T31	-3	12	-3	15	0	15
T32	-2	15	-2	16	0	16	

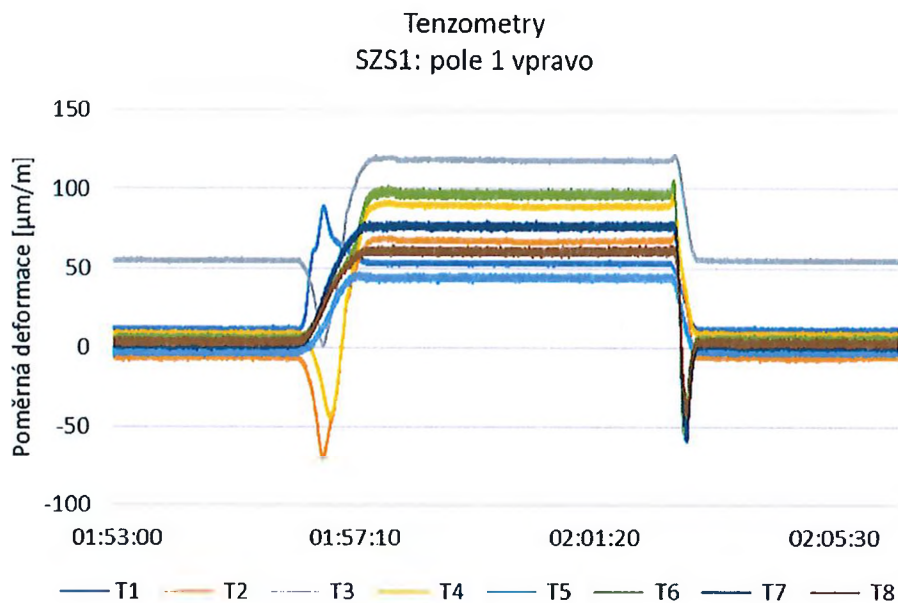


Tab. 5 Vyhodnocené poměrné deformace [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ] (měřicí ústředna EMS) při zatěžovacím stavu SZS5

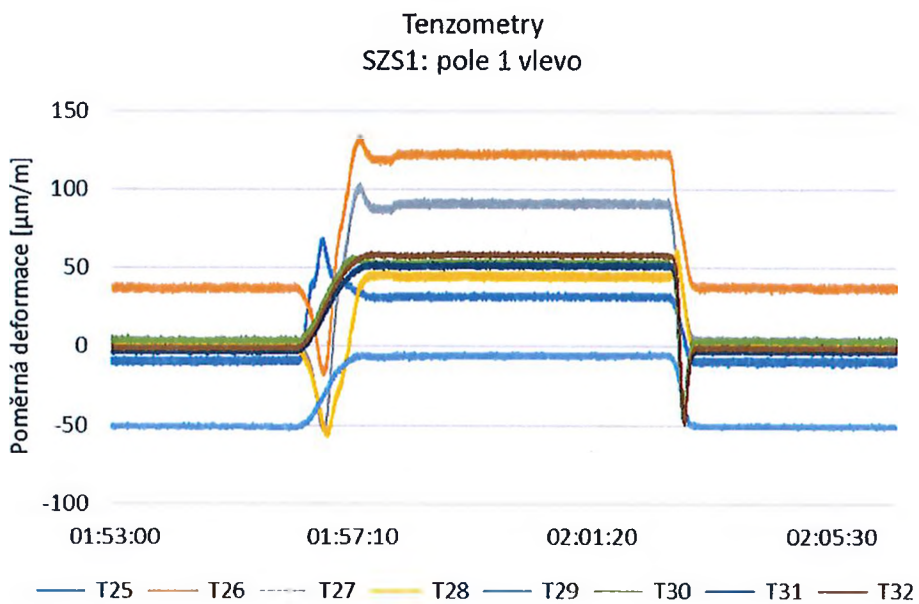
ZATĚŽOVACÍ STAV 5							
POLE 3		Změřená ustálená velikost přetvoření					
Měřené místo		Před	Při	Po	Celková	Trvalá	Elastická
		nanesením	plném	odtížení	změna	změna	změna
		zatížení	zatížení		$S_{\text{tot}}$	$S_r$	$S_e$
		[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]
Ústředna 2	T17	5	62	5	56	0	56
	T18	-1	53	-1	54	0	54
	T19	0	57	0	57	0	57
	T20	5	42	5	36	0	36
	T21	0	42	0	42	0	42
	T22	4	60	4	56	0	56
	T23	2	88	2	85	-1	86
	T24	-11	70	-11	81	0	81
	T41	18	45	18	28	0	28
	T42	-2	35	-2	38	0	38
	T43	4	44	4	40	0	40
	T44	-4	31	-4	35	0	35
	T45	-2	21	-2	22	0	22
	T46	6	46	6	40	0	40
	T47	-3	12	-3	15	0	15
T48	-4	12	-4	16	0	16	

Tab. 6 Vyhodnocené poměrné deformace [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ] (měřicí ústředna EMS) při zatěžovacím stavu SZS6

ZATĚŽOVACÍ STAV 6							
POLE 2		Změřená ustálená velikost přetvoření					
Měřené místo		Před nanesením zatížení [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Při plném zatížení [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Po odtížení [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Celková změna $S_{\text{tot}}$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Trvalá změna $S_r$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	Elastická změna $S_e$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]
Ústředna 1	T9	1	38	1	37	0	37
	T10	-2	58	-2	60	0	60
	T11	-8	60	-8	68	0	68
	T12	-7	29	-7	36	0	36
	T33	8	48	8	40	0	40
	T34	9	97	8	88	-1	88
	T35	12	99	12	87	-1	88
	T36	2	101	2	98	-1	99
Ústředna 2	T13	-1	44	-2	45	-1	45
	T14	7	69	7	62	0	62
	T15	35	122	35	86	0	86
	T16	1	82	1	81	0	81
	T37	13	38	13	25	0	25
	T38	8	16	8	8	0	8
	T39	2	51	2	48	0	48
	T40	4	52	4	48	0	48

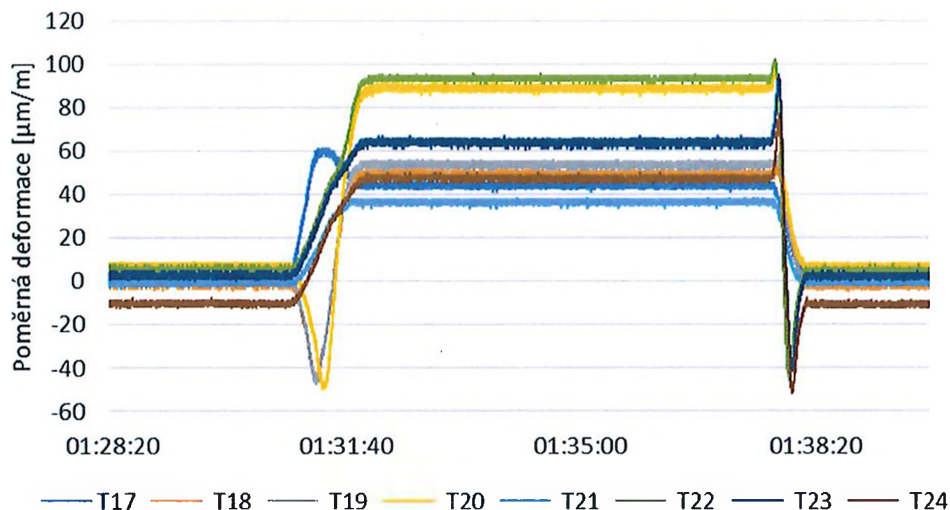


Obr. 25 Časový průběh poměrných deformací v poli 1 vpravo během SZS1



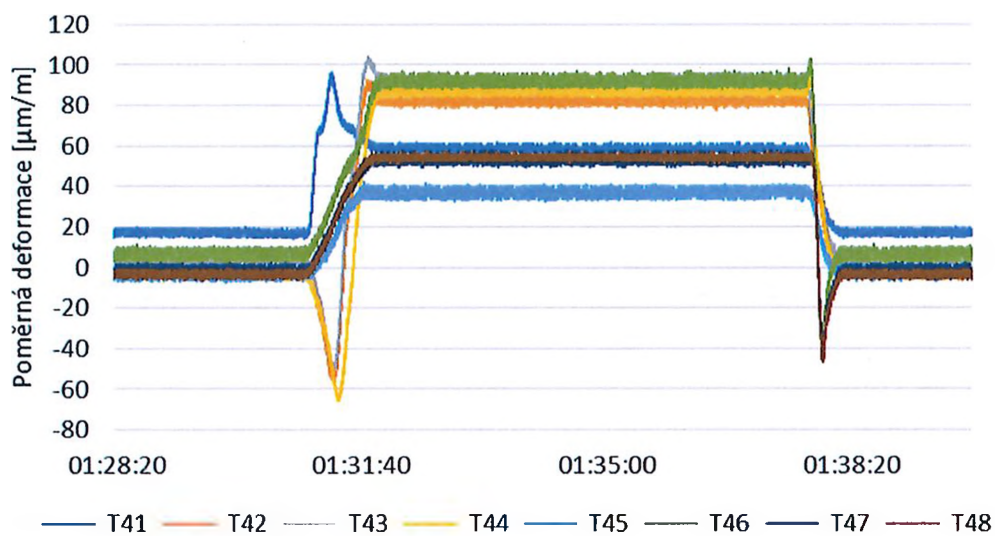
Obr. 26 Časový průběh poměrných deformací v poli 1 vlevo během SZS1

Tenzometry  
SZS2: pole 3 vpravo

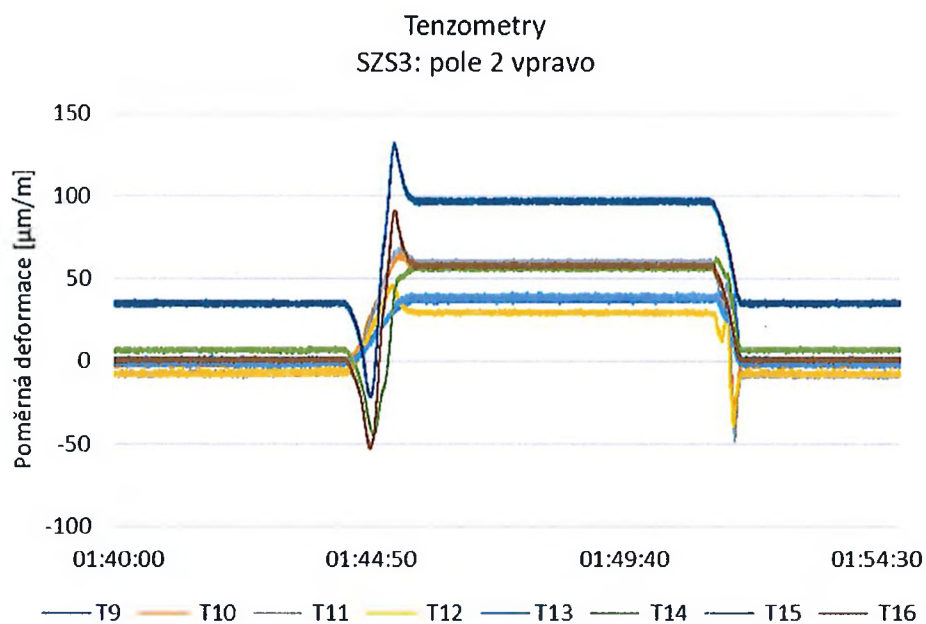


Obr. 27 Časový průběh poměrných deformací v poli 3 vpravo během SZS2

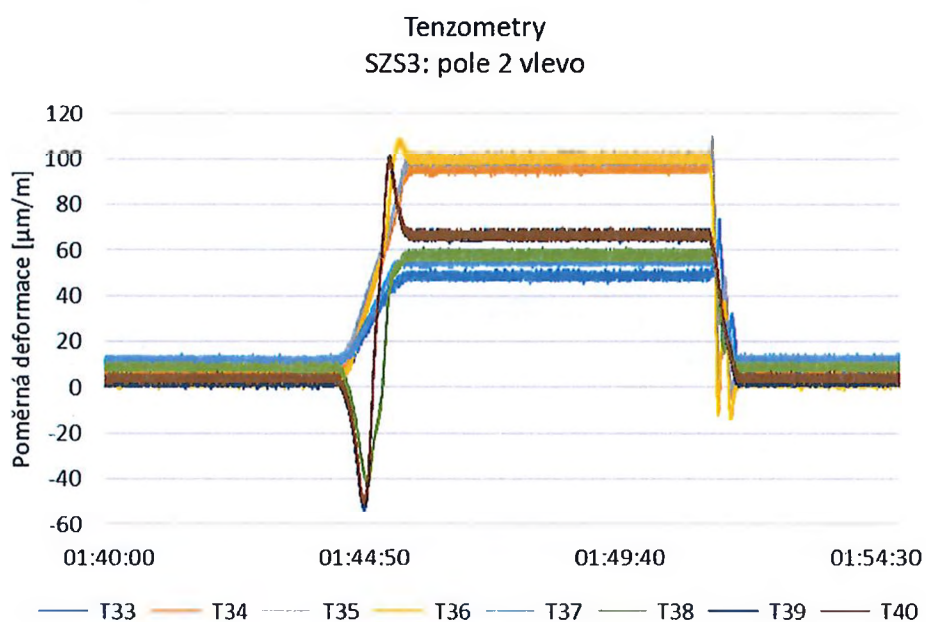
Tenzometry  
SZS2: pole 3 vlevo



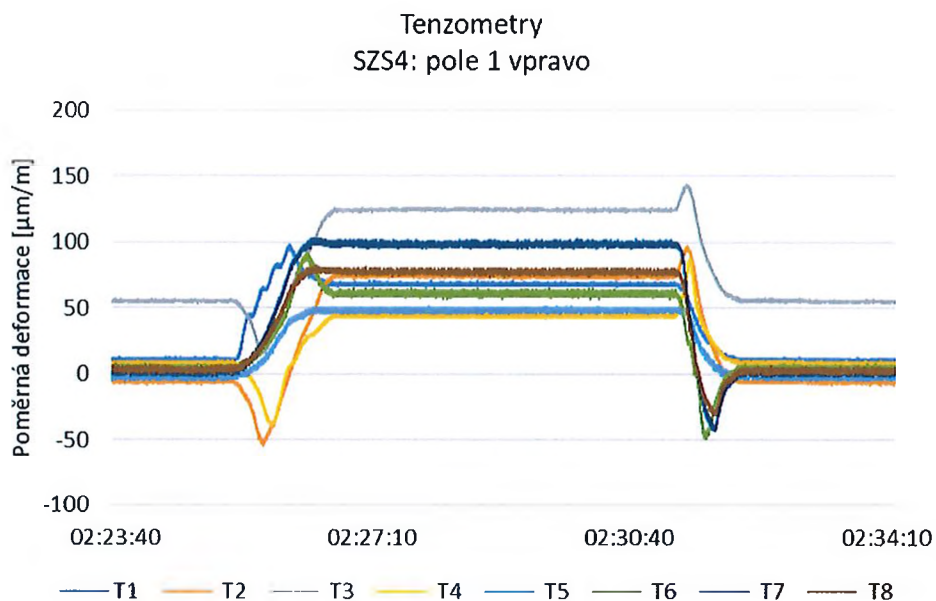
Obr. 28 Časový průběh poměrných deformací v poli 3 vlevo během SZS2



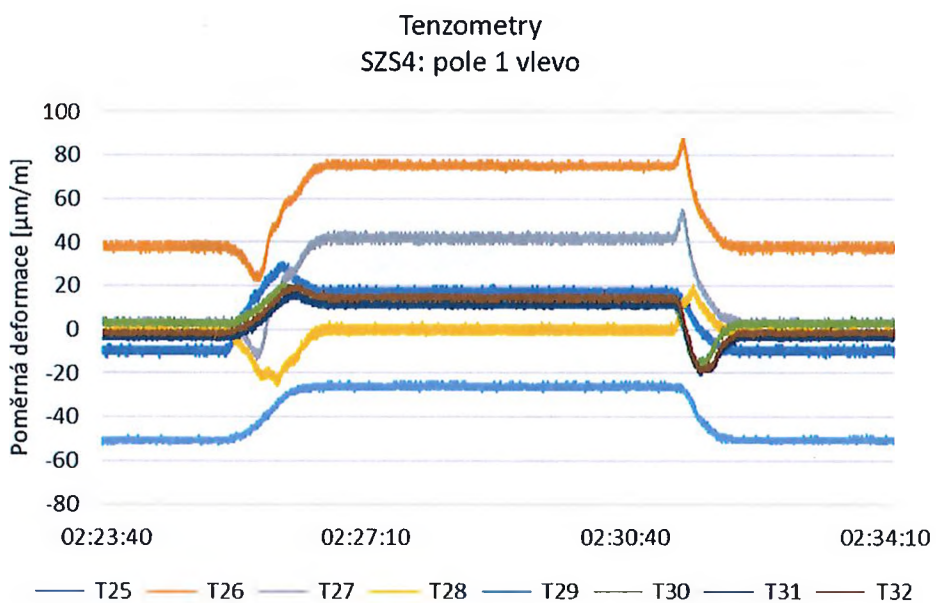
Obr. 29 Časový průběh poměrných deformací v poli 2 vpravo během SZS3



Obr. 30 Časový průběh poměrných deformací v poli 2 vlevo během SZS3

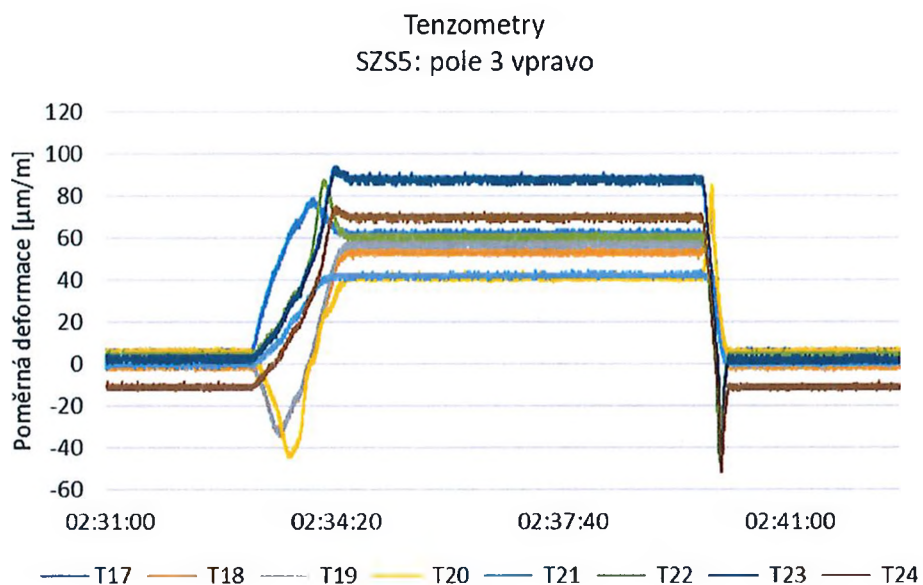


Obr. 31 Časový průběh poměrných deformací v poli 1 vpravo během SZS4

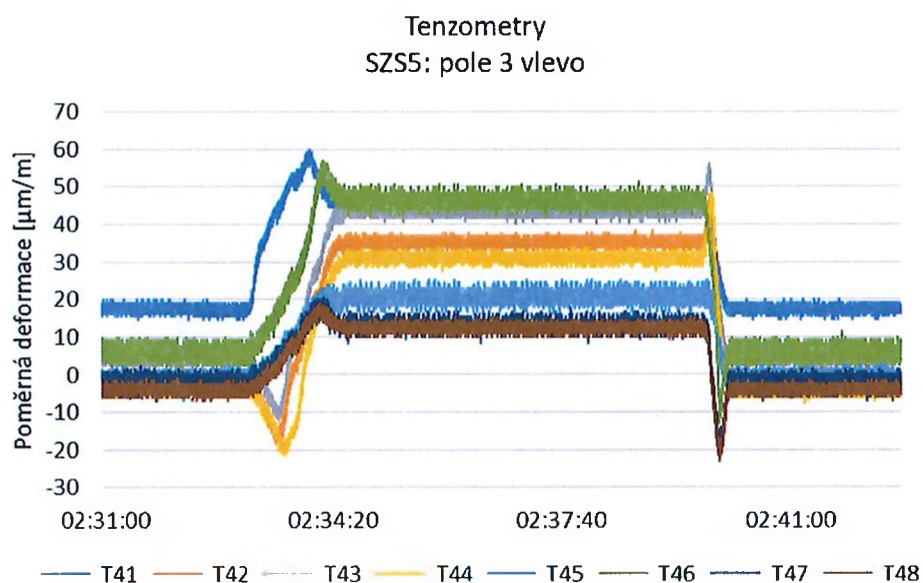


Obr. 32 Časový průběh poměrných deformací v poli 1 vlevo během SZS4



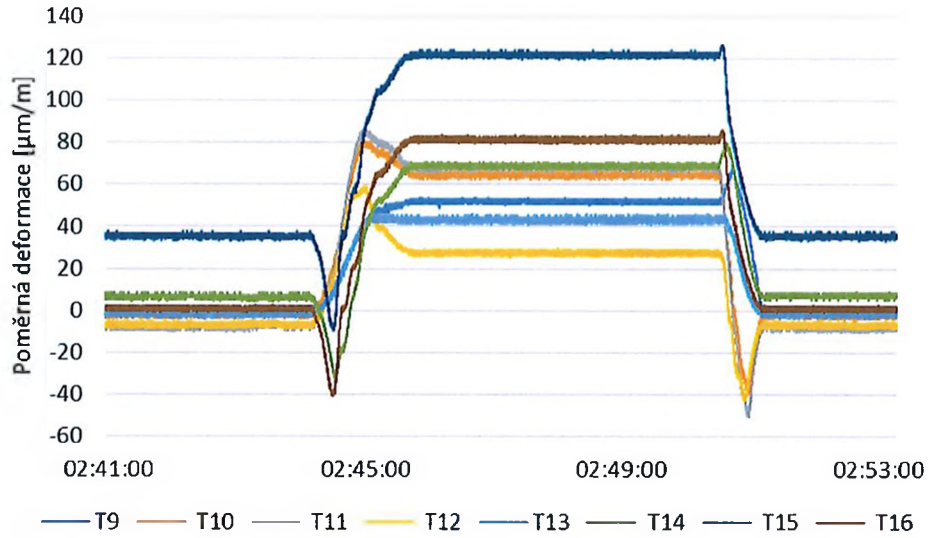


Obr. 33 Časový průběh poměrných deformací v poli 3 vpravo během SZS5



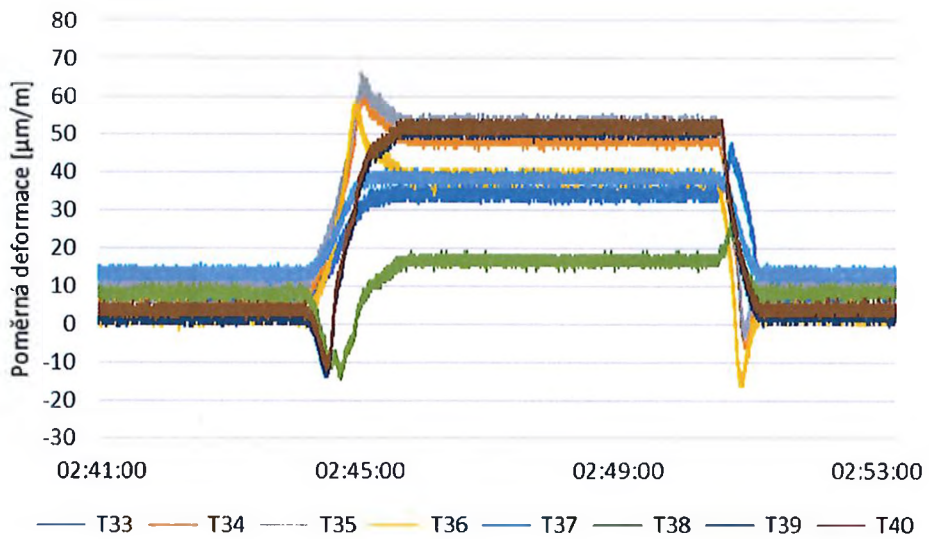
Obr. 34 Časový průběh poměrných deformací v poli 3 vlevo během SZS5

Tenzometry  
SZS6: pole 2 vpravo

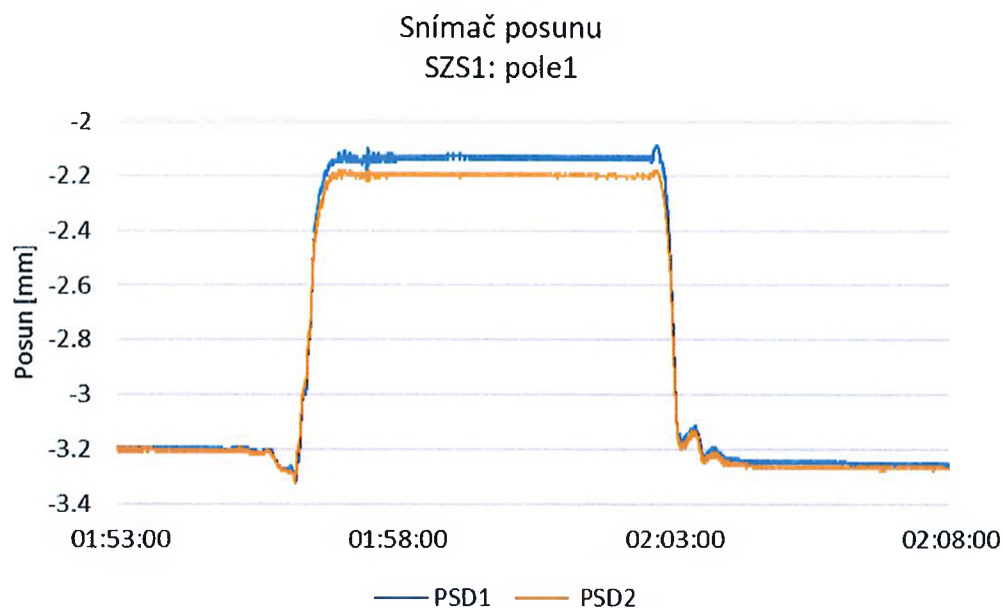


Obr. 35 Časový průběh poměrných deformací v poli 2 vpravo během SZS6

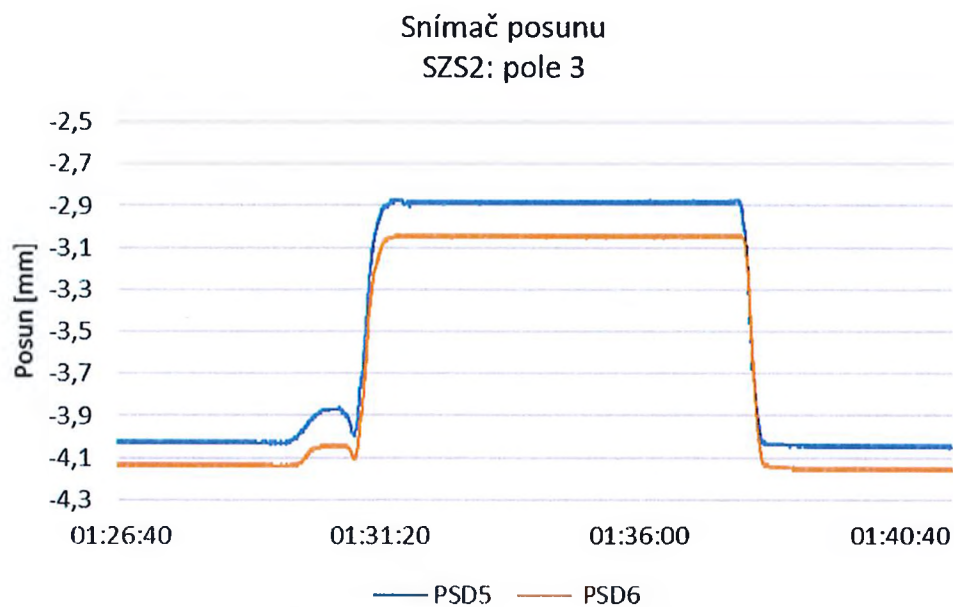
Tenzometry  
SZS6: pole 2 vlevo



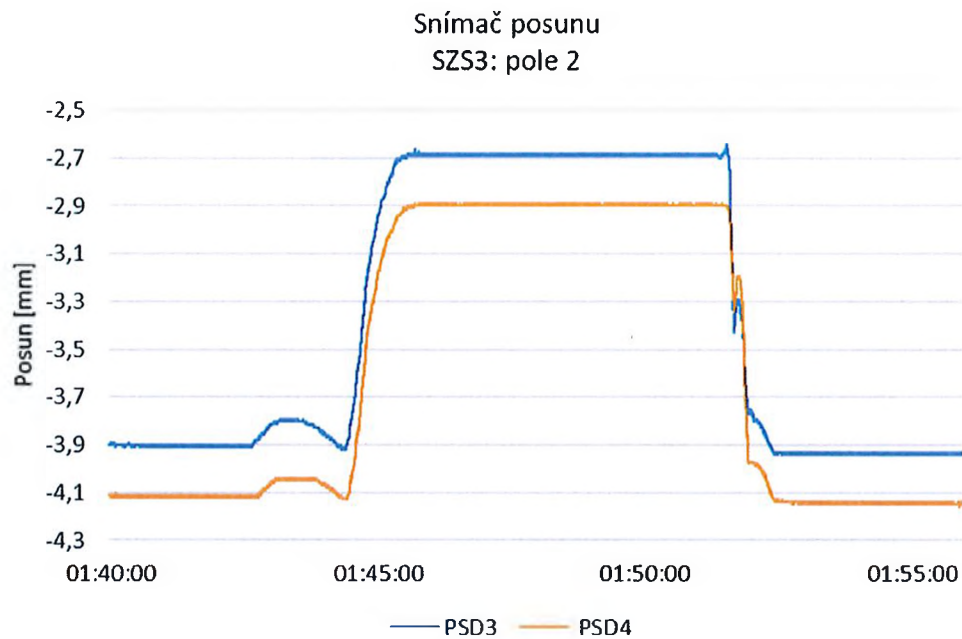
Obr. 36 Časový průběh poměrných deformací v poli 2 vlevo během SZS6



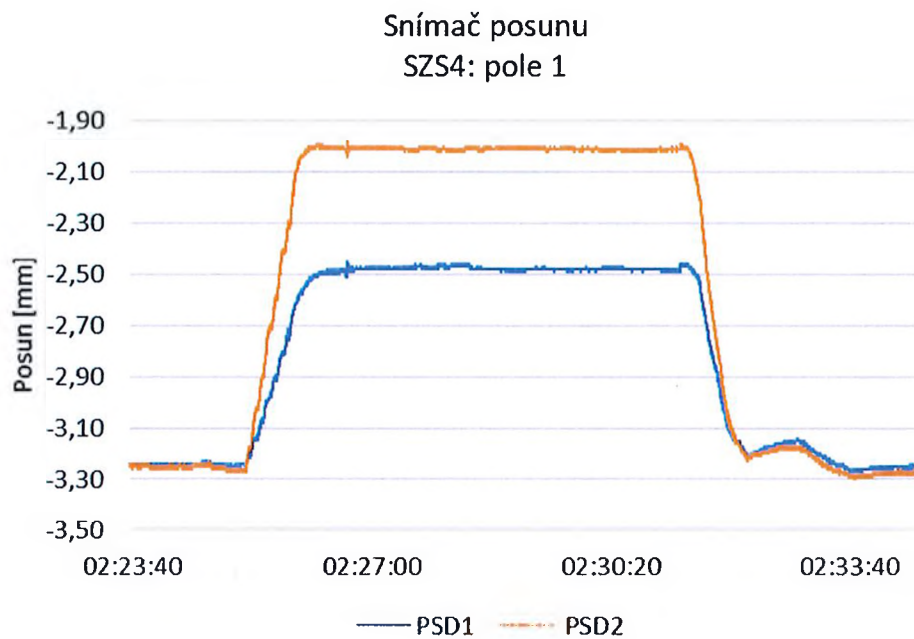
Obr. 37 Posun podpor v poli 1 během SZS1



Obr. 38 Posun podpor v poli 3 během SZS2

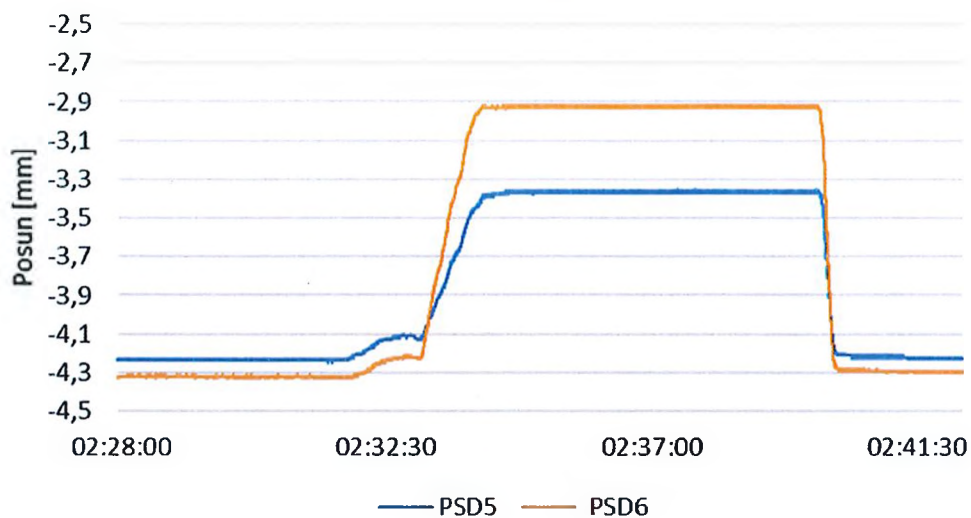


Obr. 39 Posun podpor v poli 2 během SZS3



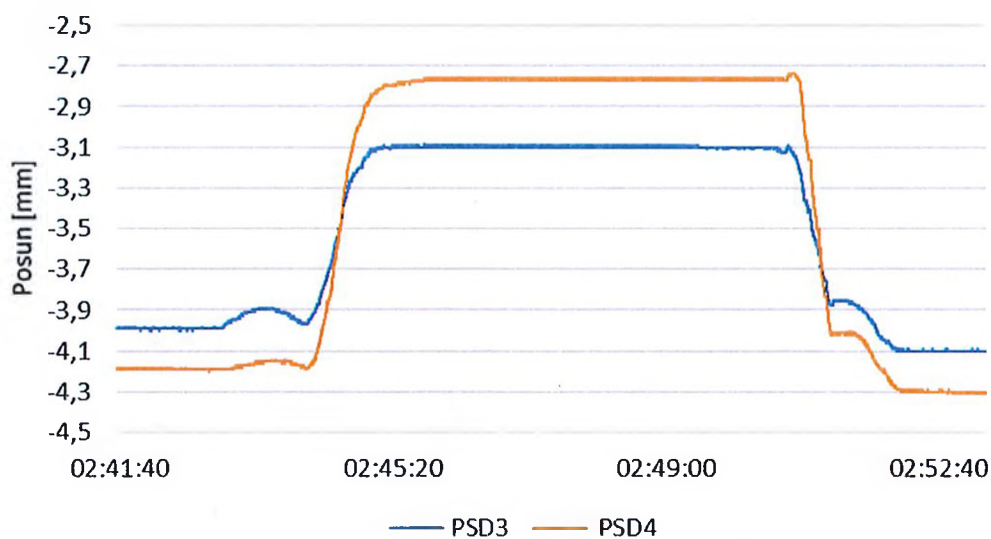
Obr. 40 Posun podpor v poli 1 během SZS4

Snímač posunu  
SZS5: pole3



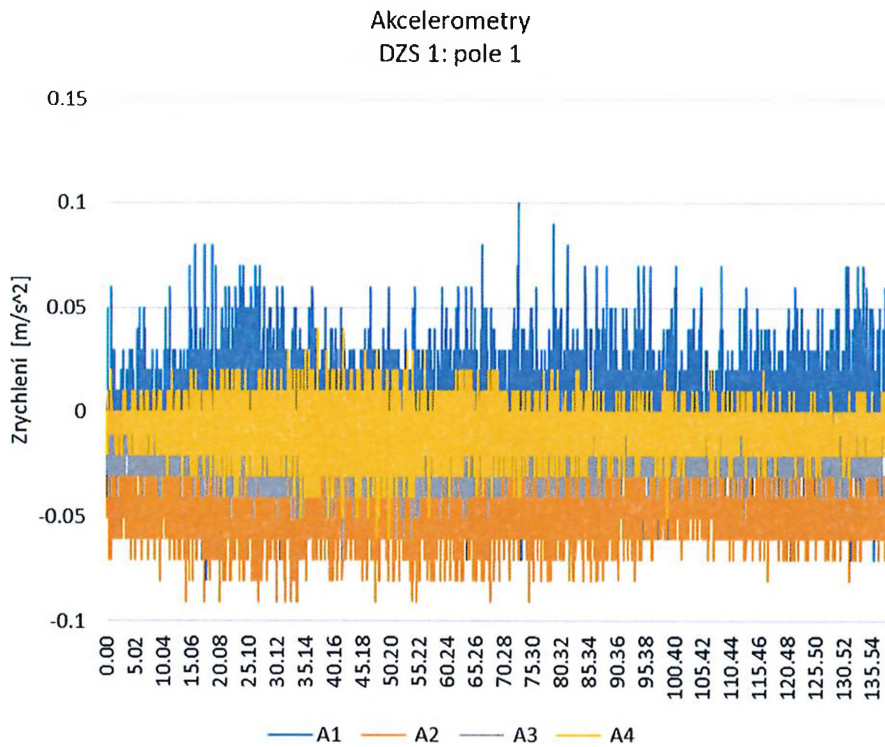
Obr. 41 Posun podpor v poli 3 během SZS5

Snímač posunu  
SZS6: pole 2

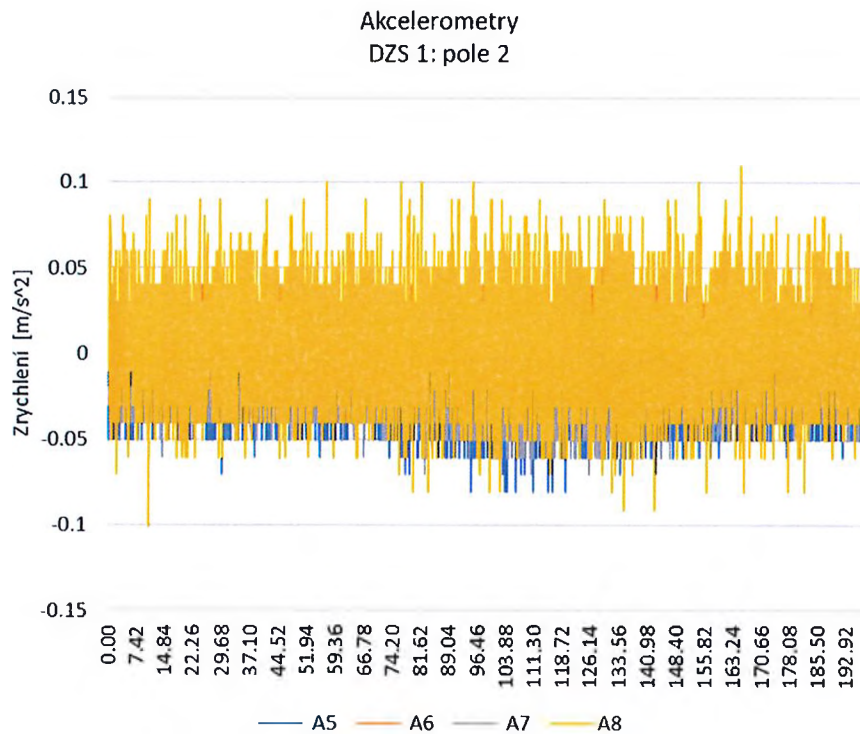


Obr. 42 Posun podpor v poli 2 během SZS6



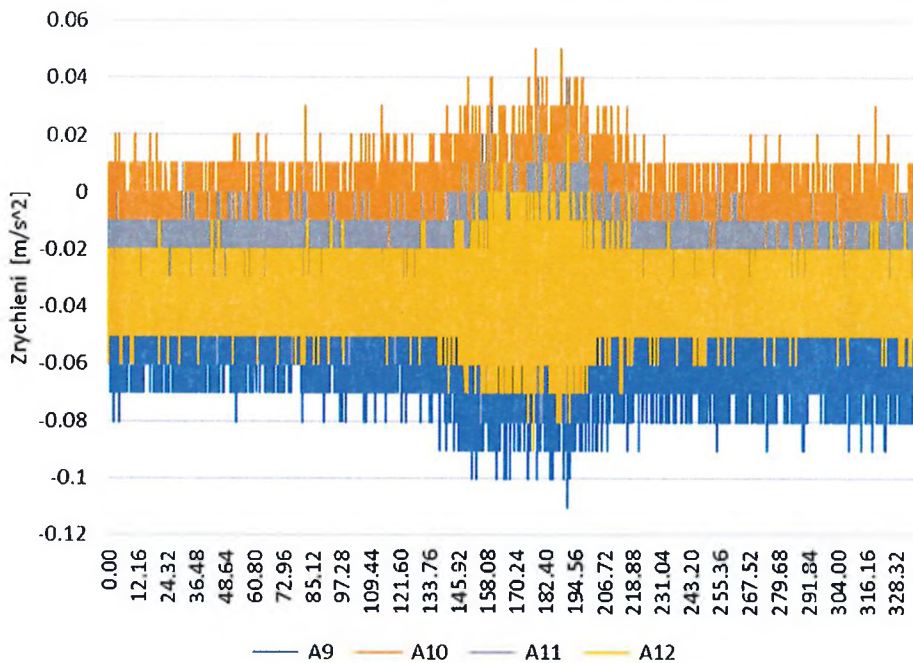


Obr. 43 Měření snímačů zrychlení v poli 1 během DZS1



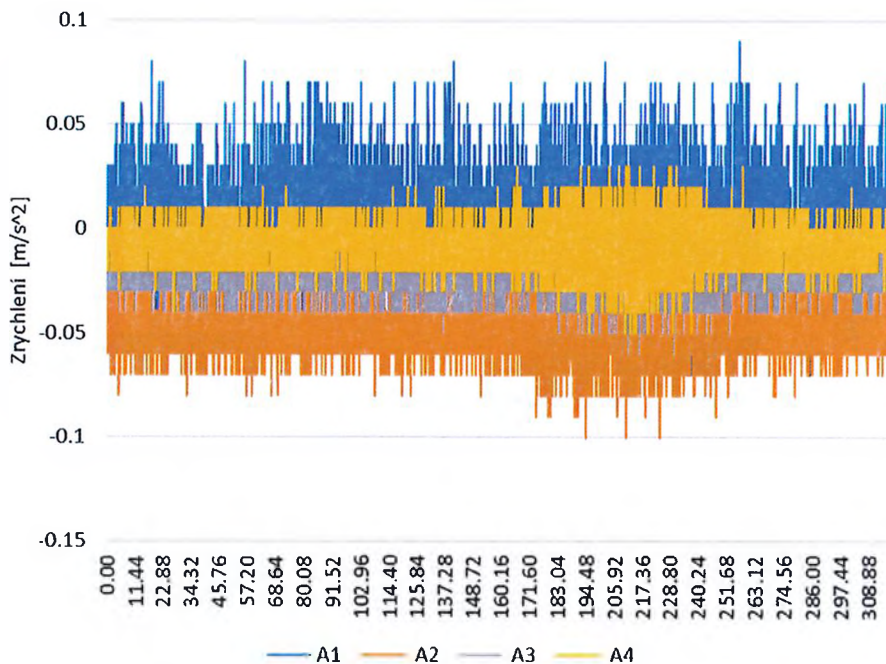
Obr. 44 Měření snímačů zrychlení v poli 2 během DZS1

Akcelerometry  
DZS 1: pole 3



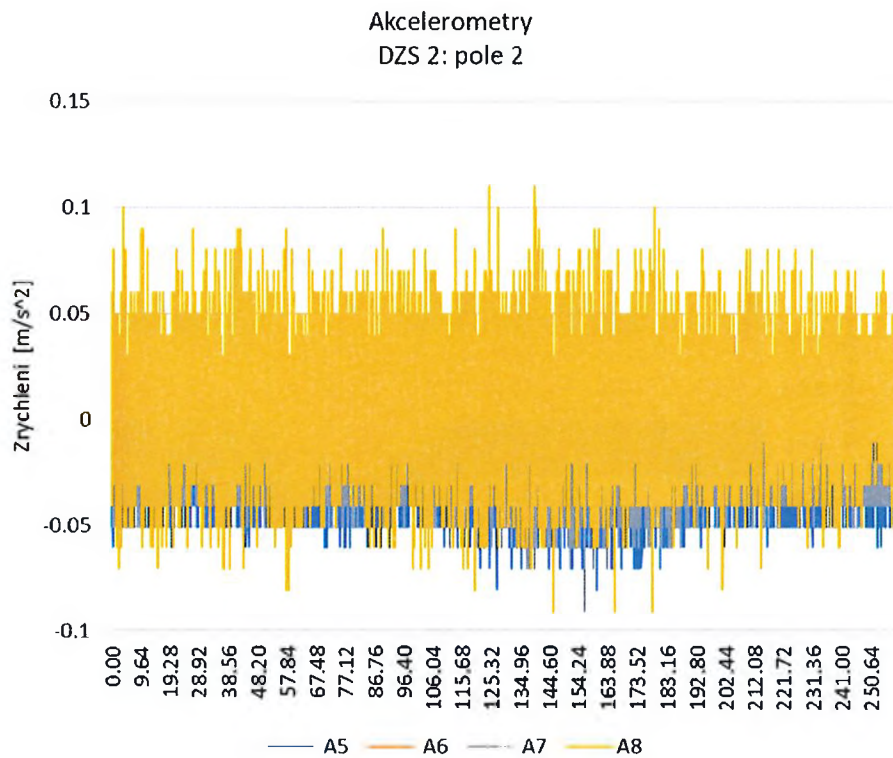
Obr. 45 Měření snímačů zrychlení v poli 3 během DZS1

Akcelerometry  
DZS 2: pole 1

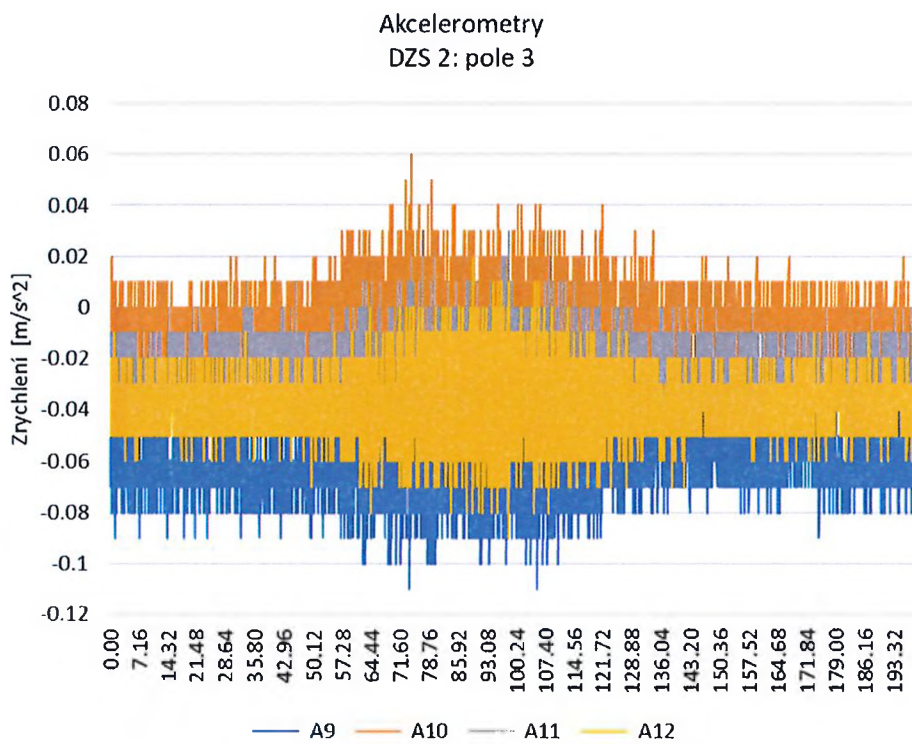


Obr. 46 Měření snímačů zrychlení v poli 1 během DZS2

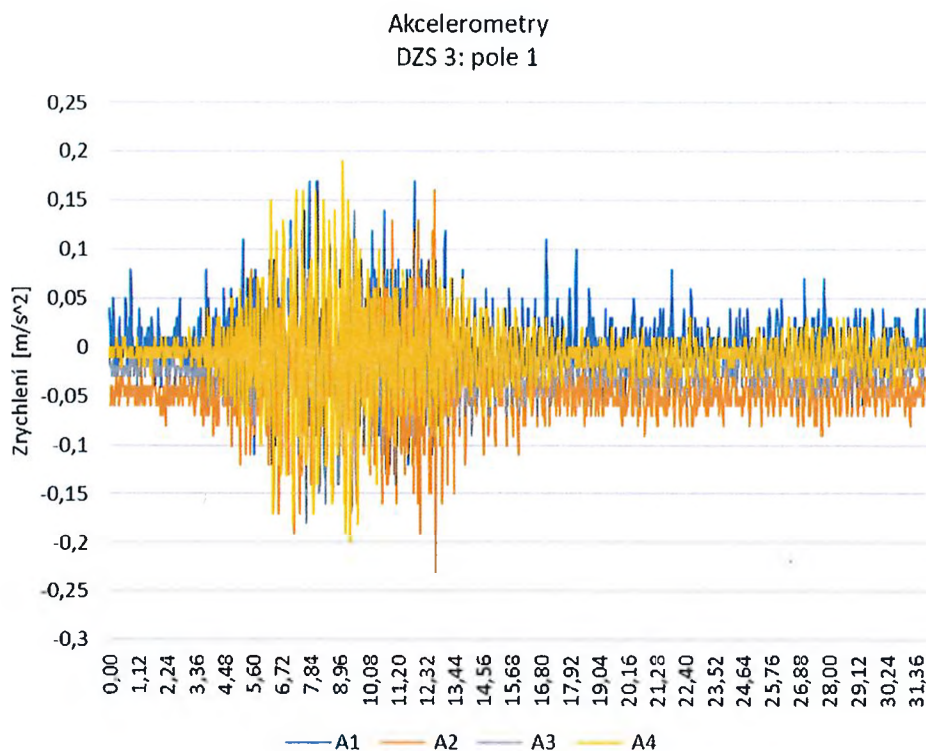




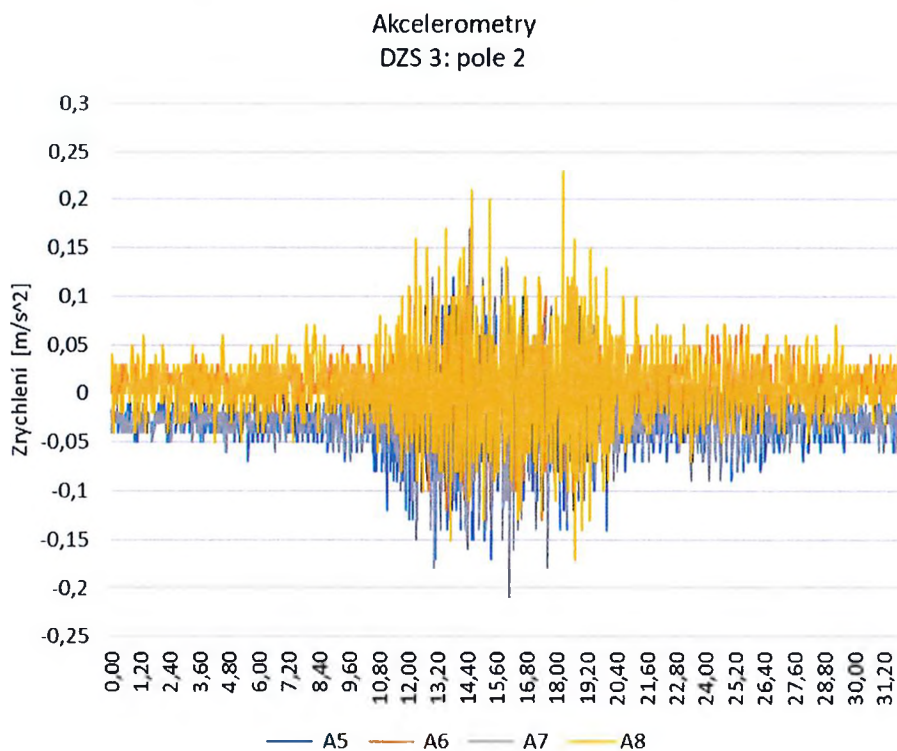
Obr. 47 Měření snímačů zrychlení v poli 2 během DZS2



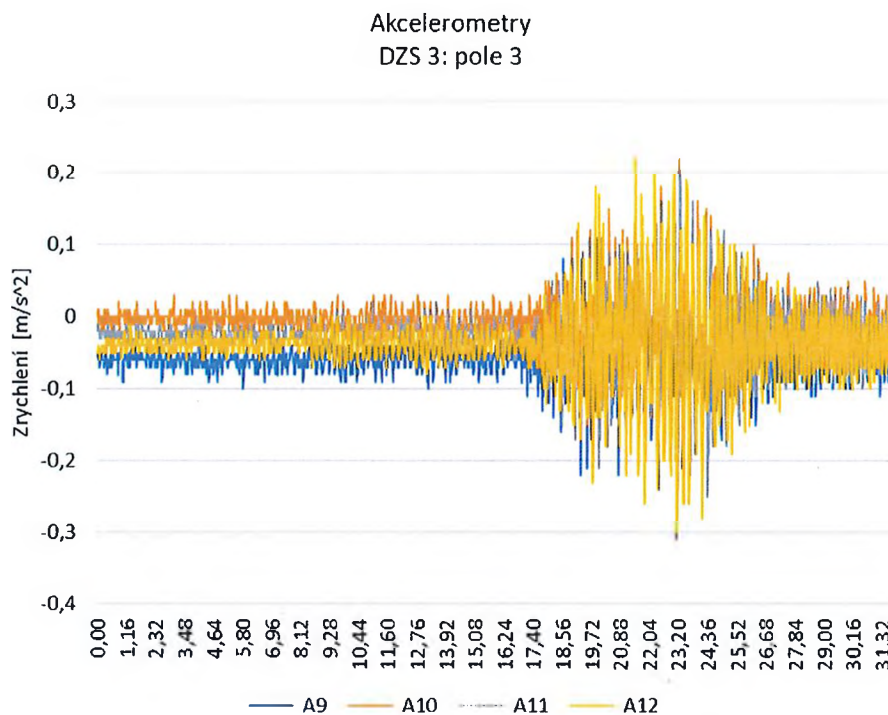
Obr. 48 Měření snímačů zrychlení v poli 3 během DZS2



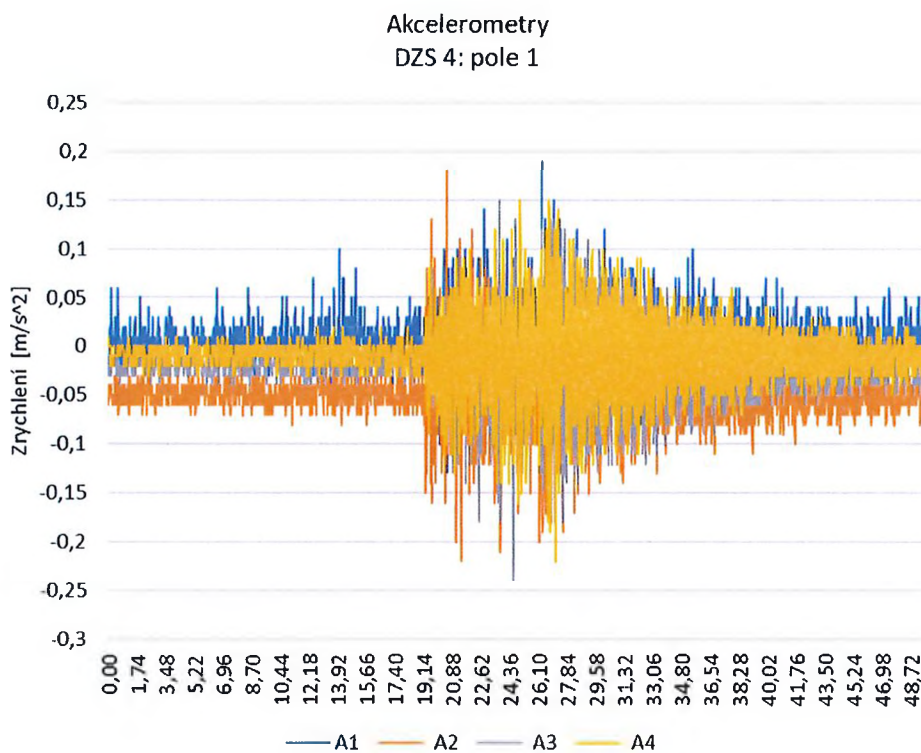
Obr. 49 Měření snímačů zrychlení v poli 1 během DZS3



Obr. 50 Měření snímačů zrychlení v poli 2 během DZS3

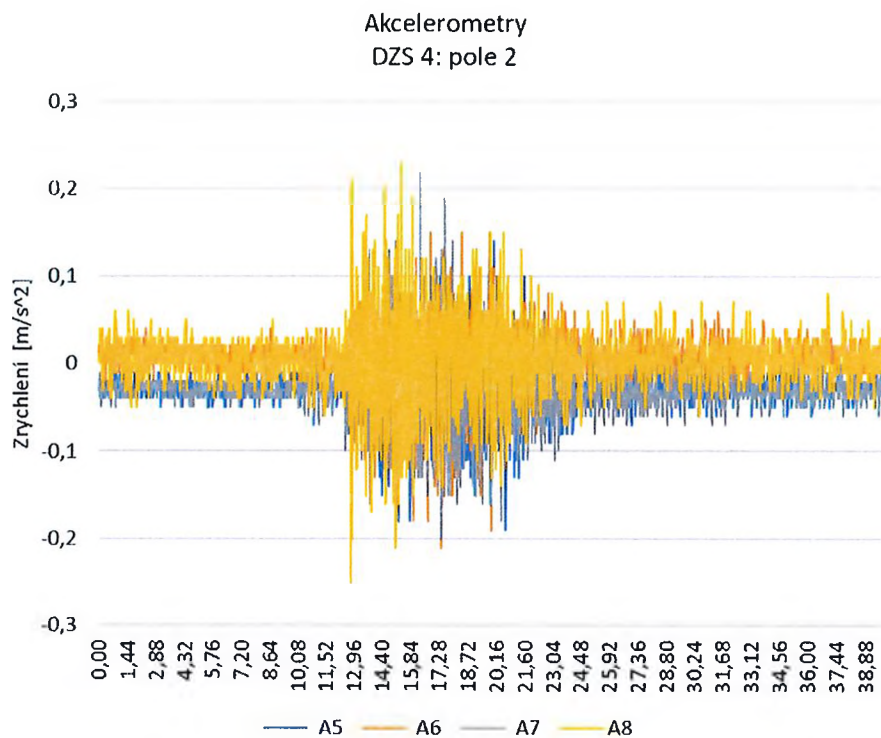


Obr. 51 Měření snímačů zrychlení v poli 3 během DZS3

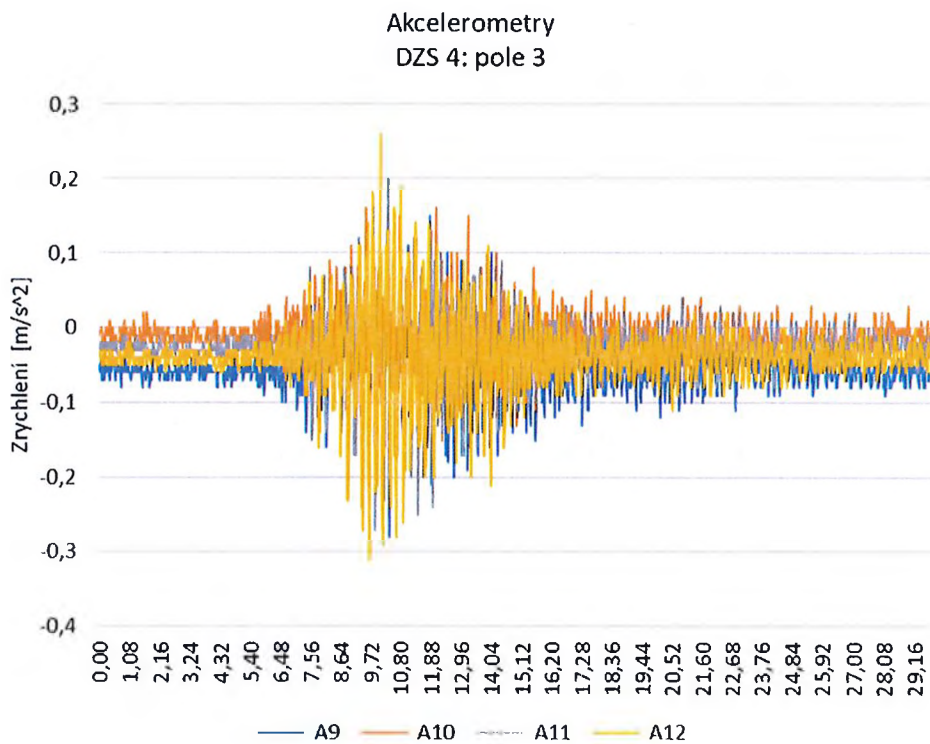


Obr. 52 Měření snímačů zrychlení v poli 1 během DZS4



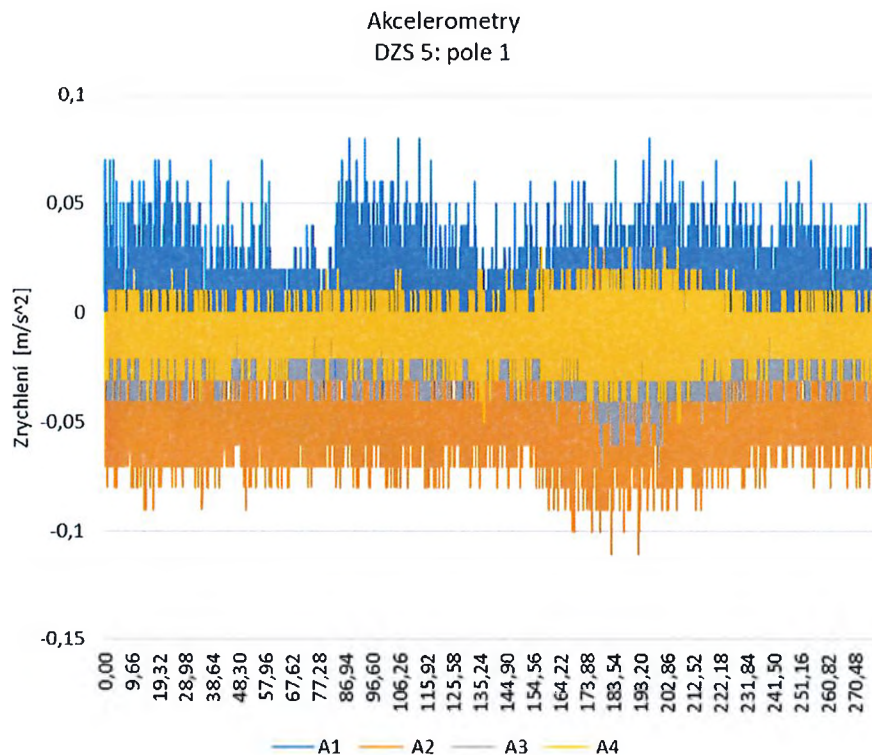


Obr. 53 Měření snímačů zrychlení v poli 2 během DZS4

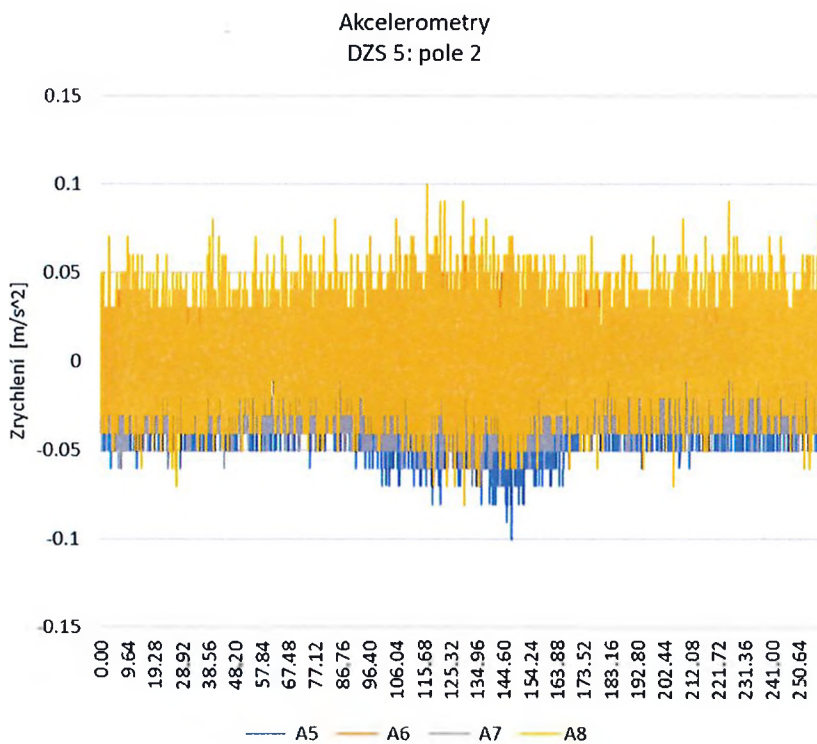


Obr. 54 Měření snímačů zrychlení v poli 3 během DZS4

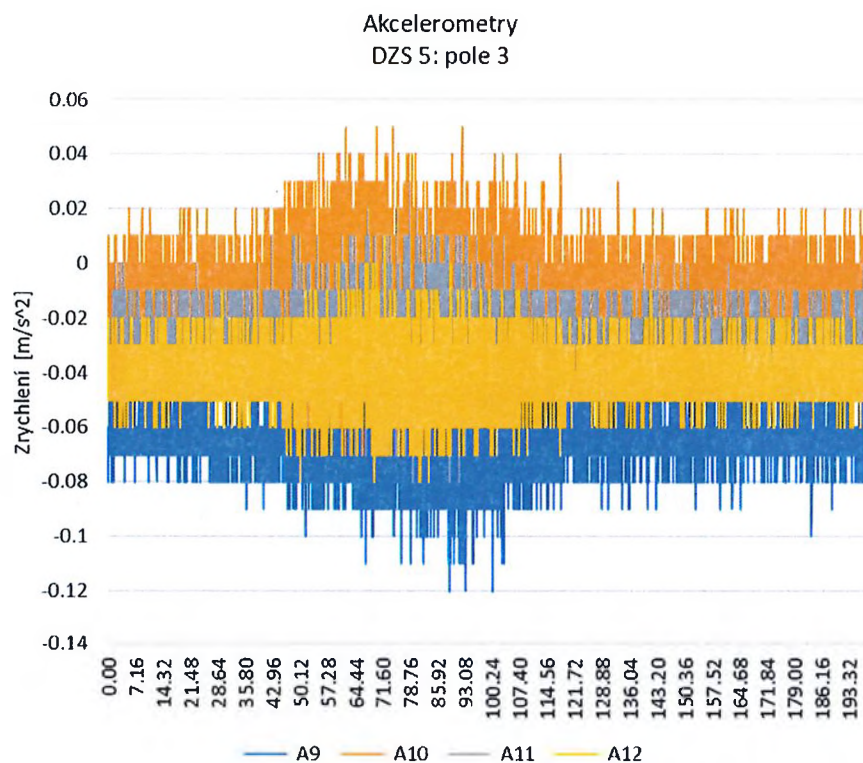




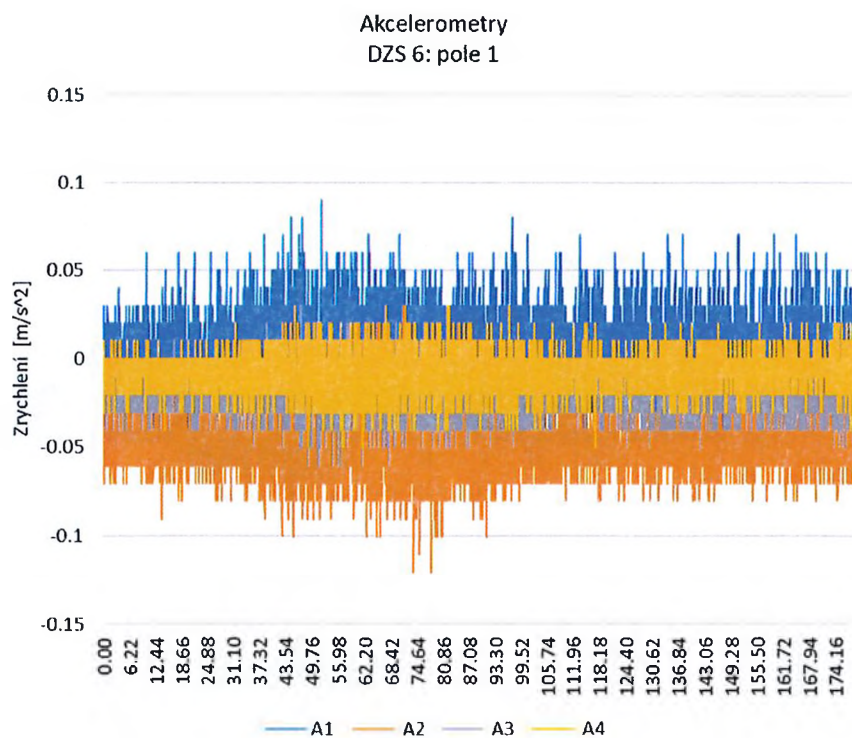
Obr. 55 Měření snímačů zrychlení v poli 1 během DZS5



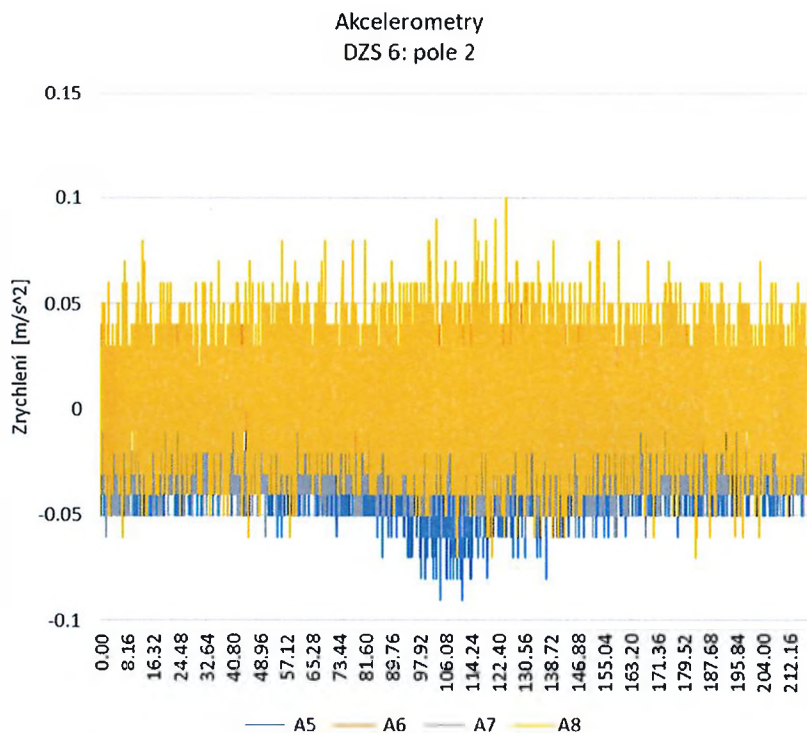
Obr. 56 Měření snímačů zrychlení v poli 2 během DZS5



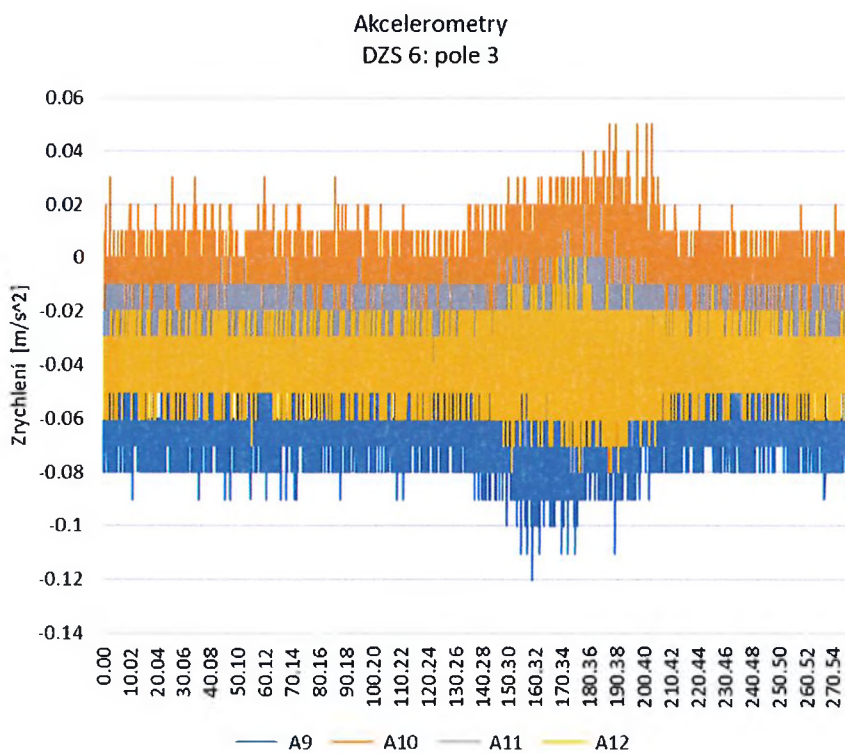
Obr. 57 Měření snímačů zrychlení v poli 3 během DZS5



Obr. 58 Měření snímačů zrychlení v poli 1 během DZS6

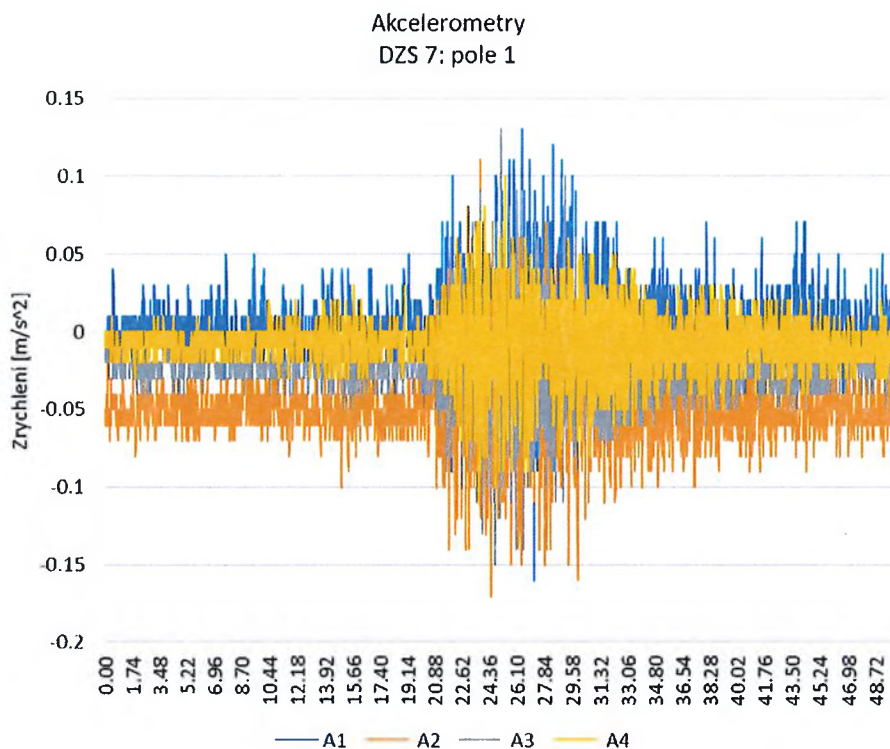


Obr. 59 Měření snímačů zrychlení v poli 2 během DZS6

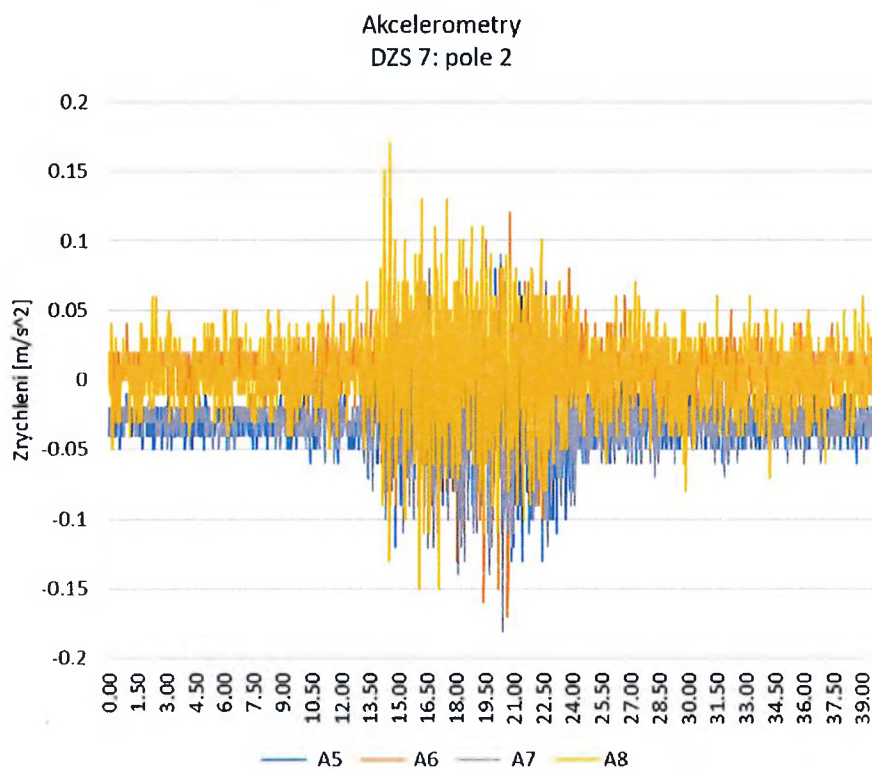


Obr. 60 Měření snímačů zrychlení v poli 3 během DZS6



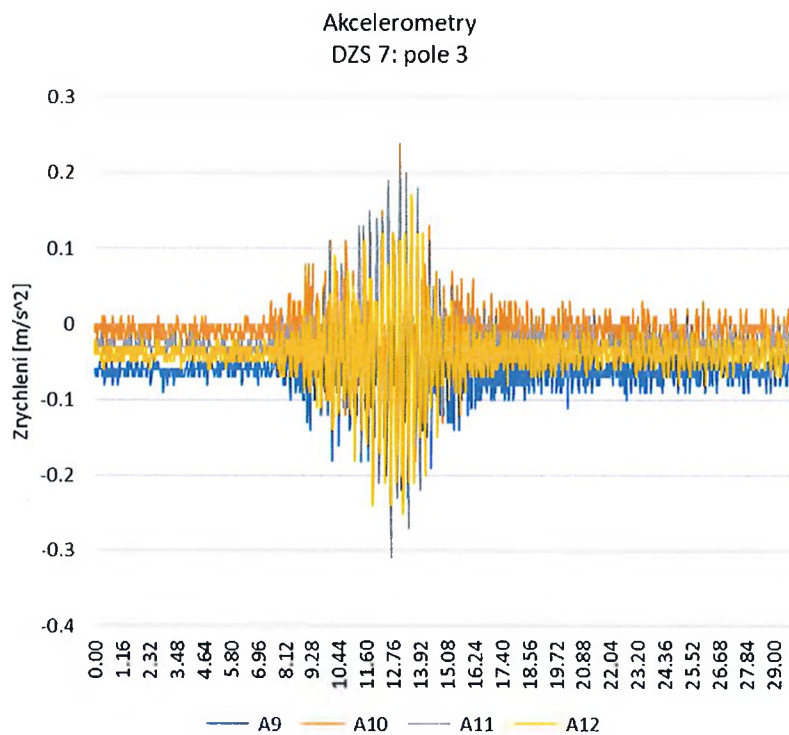


Obr. 61 Měření snímačů zrychlení v poli 2 během DZS7

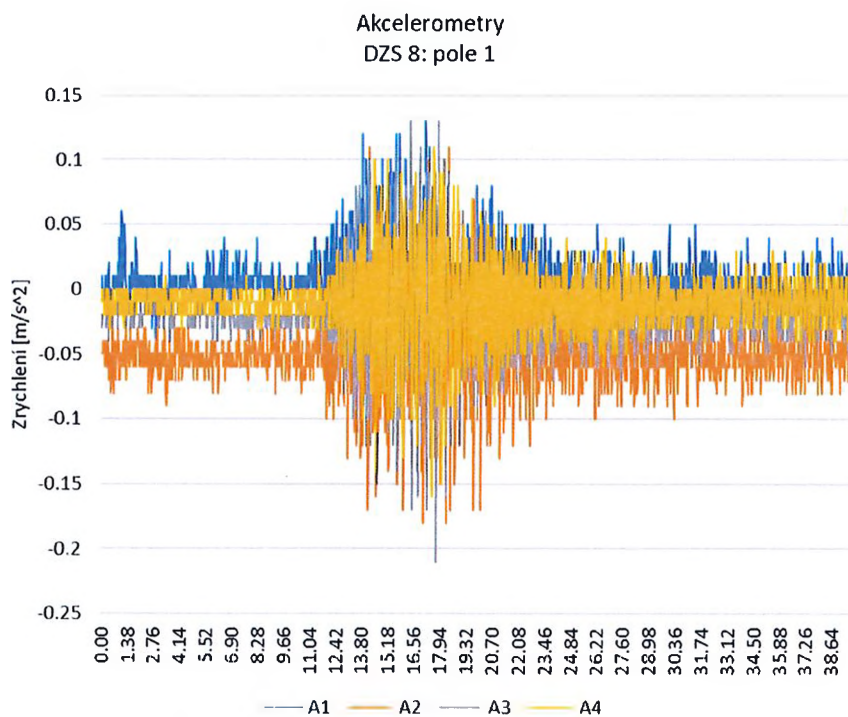


Obr. 62 Měření snímačů zrychlení v poli 2 během DZS7

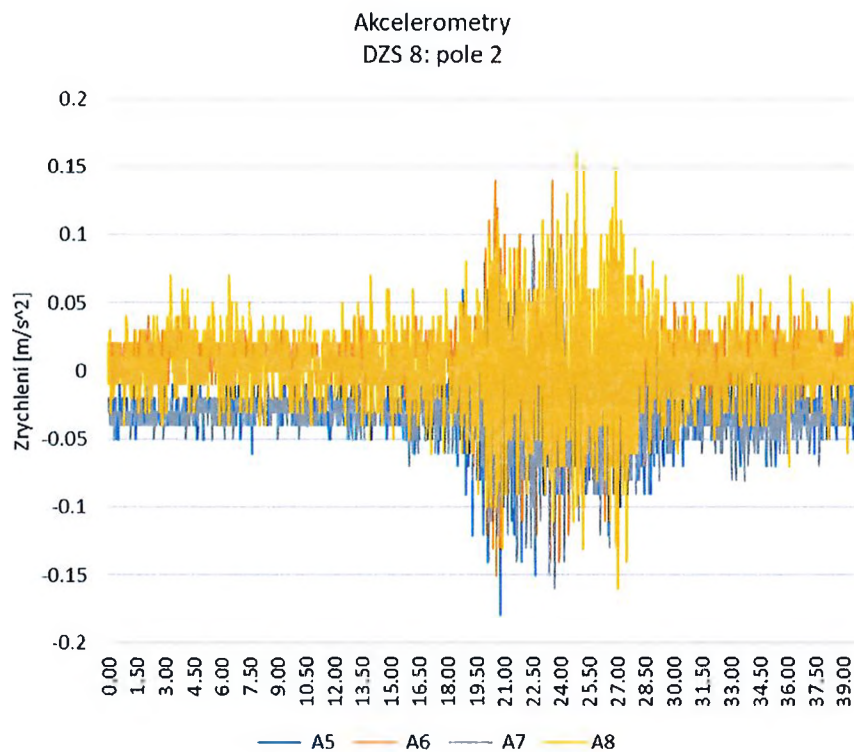




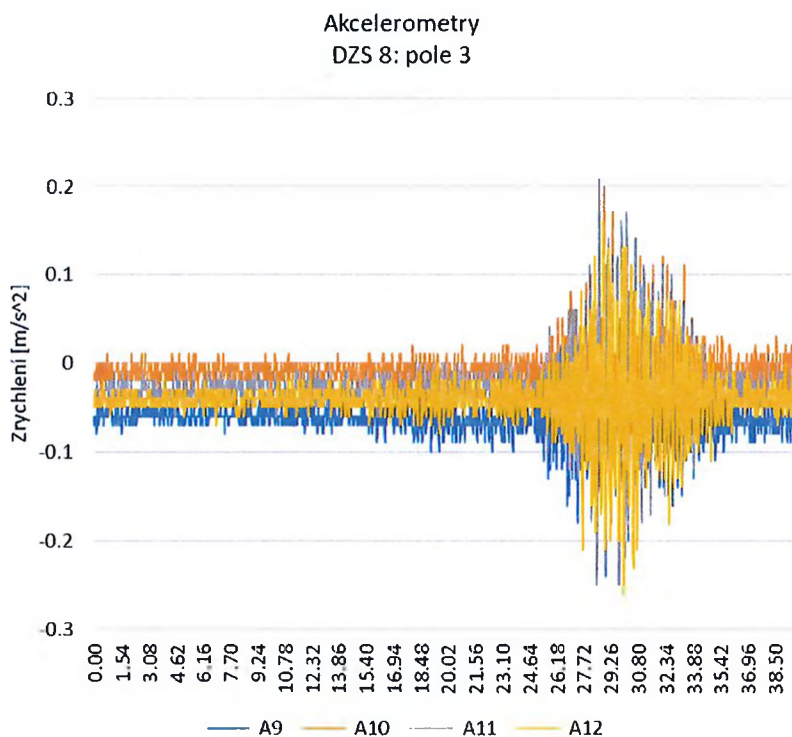
Obr. 63 Měření snímačů zrychlení v poli 3 během DZS7



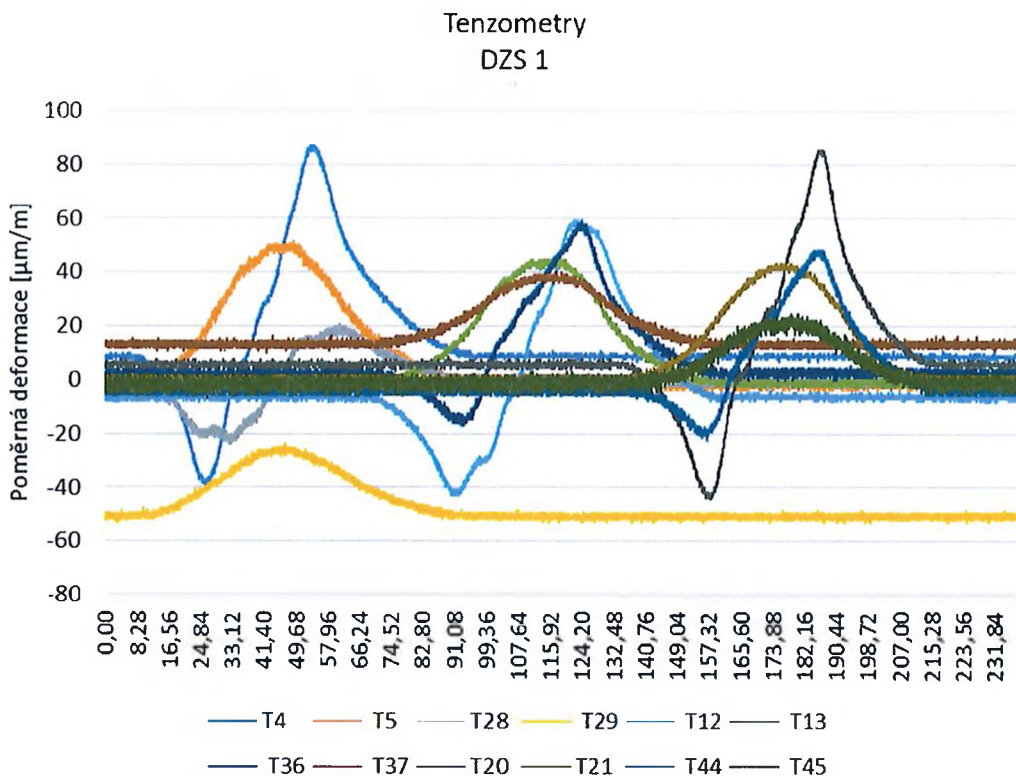
Obr. 64 Měření snímačů zrychlení v poli 1 během DZS8



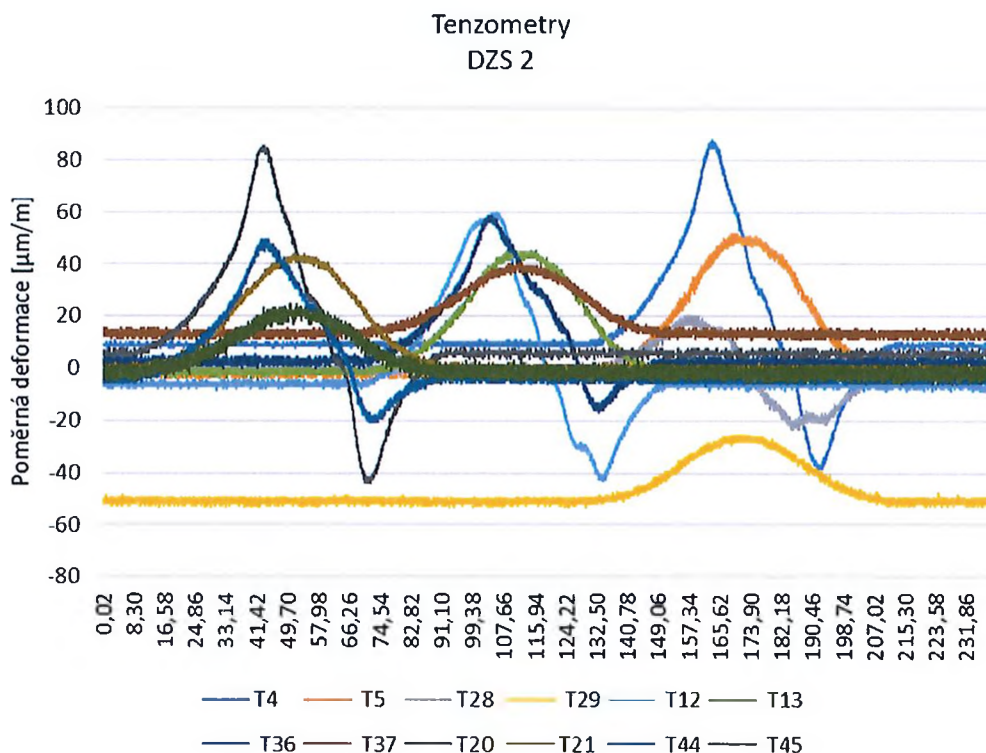
Obr. 65 Měření snímačů zrychlení v poli 2 během DZS8



Obr. 66 Měření snímačů zrychlení v poli 3 během DZS8

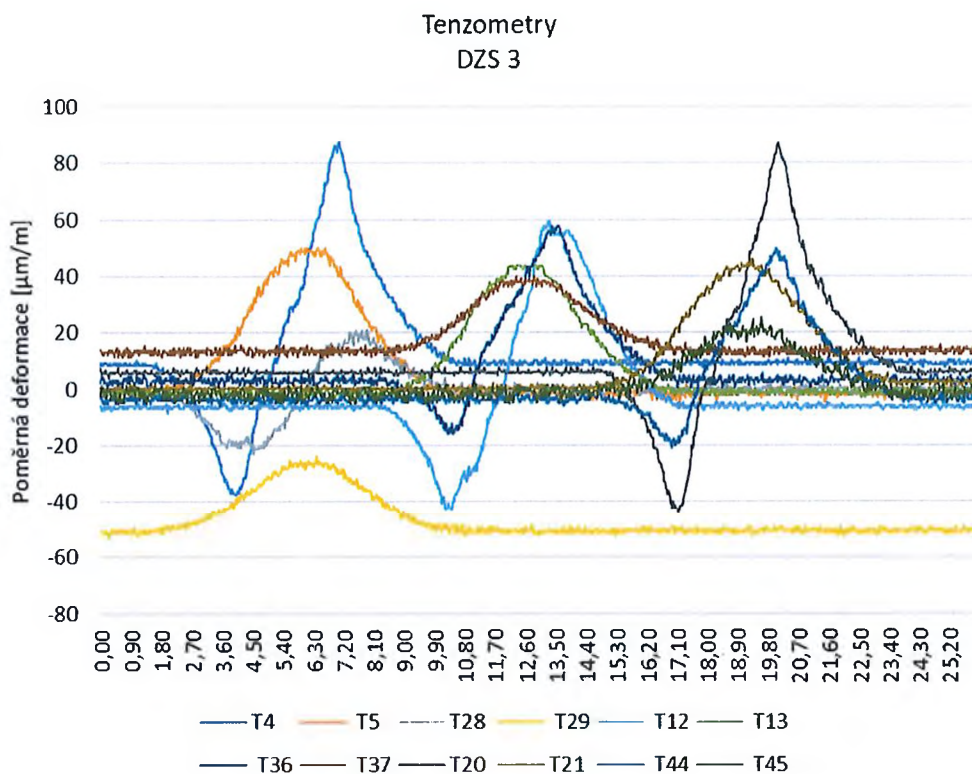


Obr. 67 Časový průběh poměrných deformací na diagonále 7 a na spodním pásu při DZS1

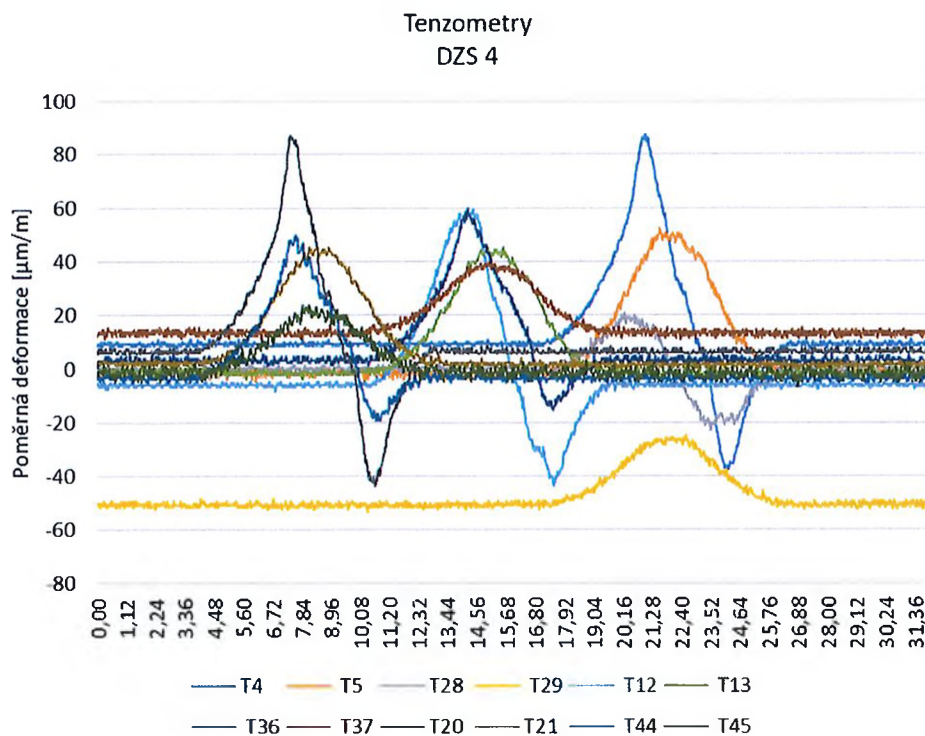


Obr. 68 Časový průběh poměrných deformací na diagonále 7 a na spodním pásu při DZS2



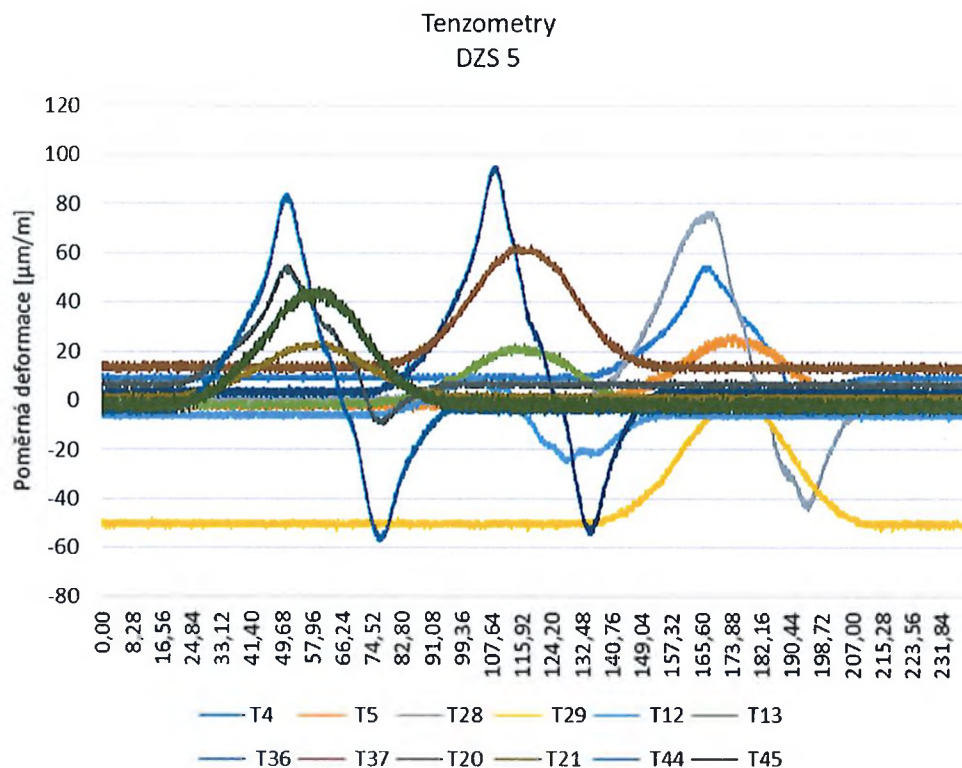


Obr. 69 Časový průběh poměrných deformací na diagonále 7 a na spodním pásu při DZS3

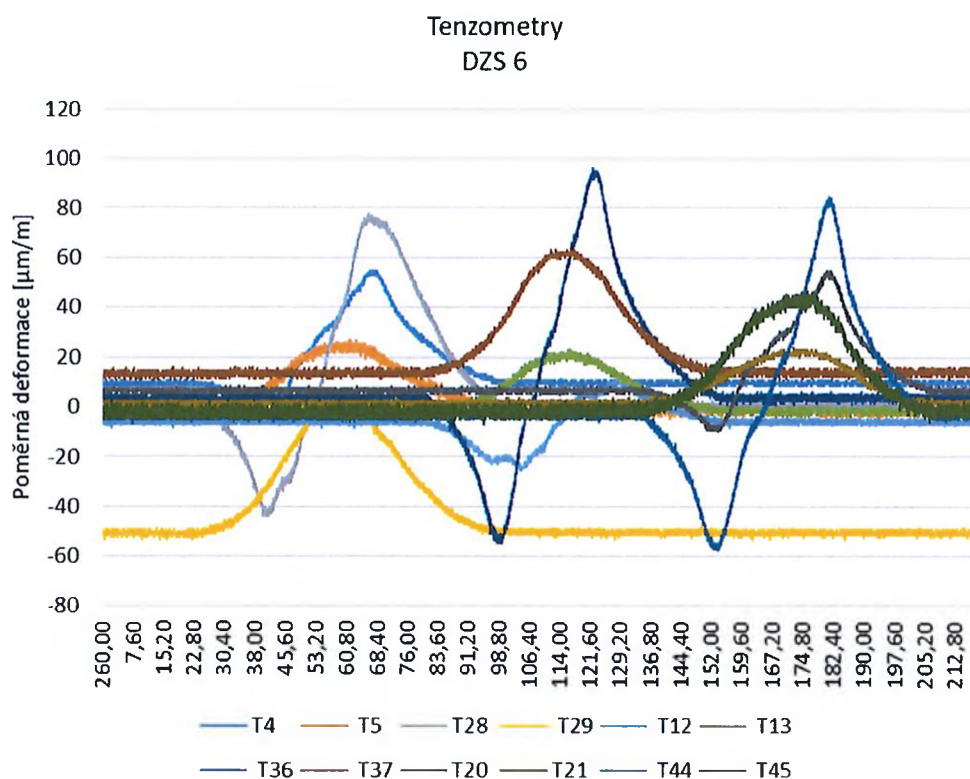


Obr. 70 Časový průběh poměrných deformací na diagonále 7 a na spodním pásu při DZS4

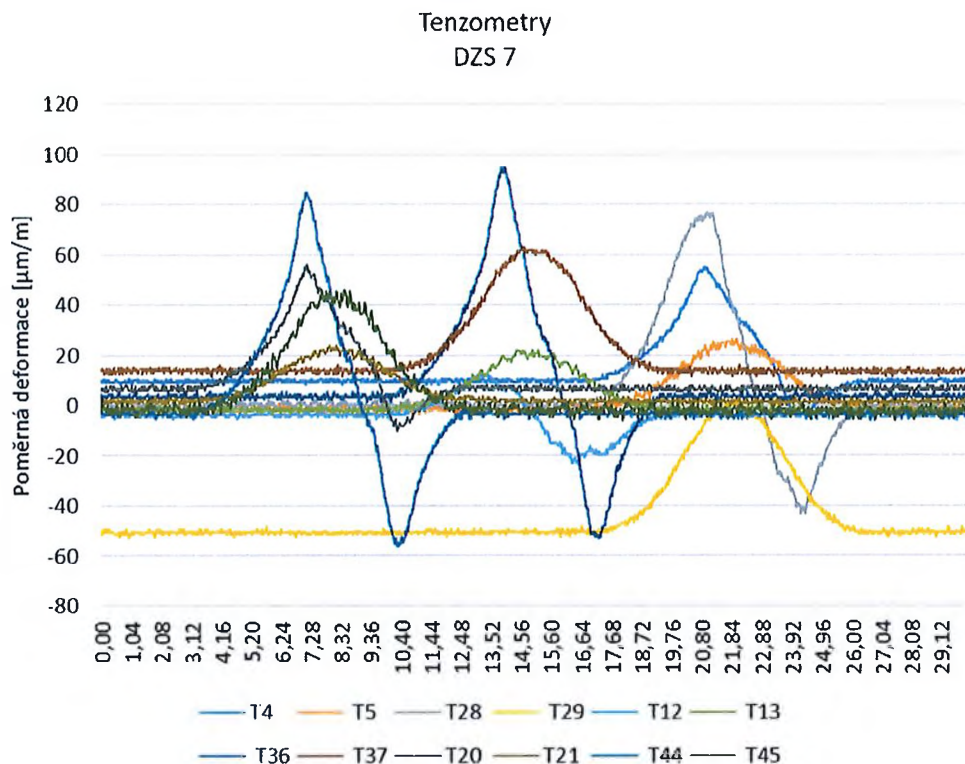




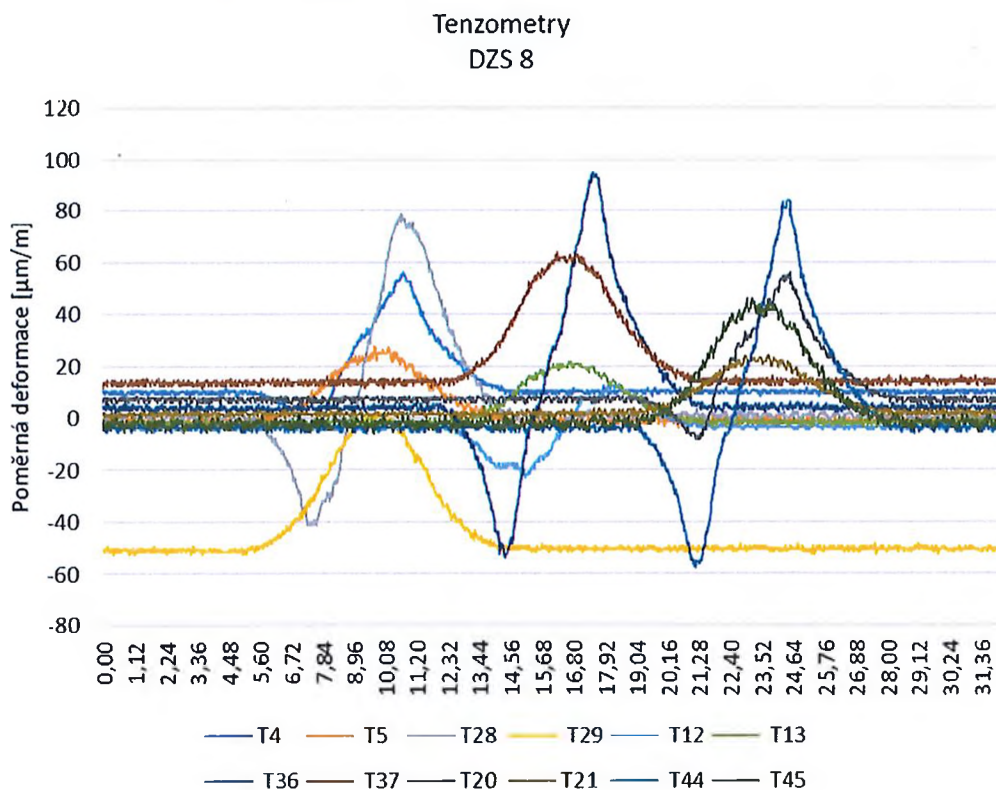
Obr. 71 Časový průběh poměrných deformací na diagonále 7 a na spodním pásu při DZS5



Obr. 72 Časový průběh poměrných deformací na diagonále 7 a na spodním pásu při DZS6



Obr. 73 Časový průběh poměrných deformací na diagonále 7 a na spodním pásu při DZS7



Obr. 74 Časový průběh poměrných deformací na diagonále 7 a na spodním pásu při DZS8

Tab. 7 Vyhodnocení náklonů v místě ložisek [mrad] měřených technologií bezdrátového přenosu dat při zatěžovacím stavu SZZ 1

SZZ 1 - POLE 1		
Měření místo	Pootočení [mrad]	
	Teoretické	Naměřené
L.2=1044	0,2472	0,1969
L.4=1048	-0,2352	0,1924

Tab. 8 Vyhodnocení náklonů v místě ložisek [mrad] měřených technologií bezdrátového přenosu dat při zatěžovacím stavu SZZ 4

SZZ 4 - POLE 1		
Měření místo	Pootočení [mrad]	
	Teoretické	Naměřené
L.2=1044	0,3261	0,3233
L.4=1048	-0,2230	0,2364

Tab. 9 Vyhodnocení průhybů [mm] v poli naměřených radarovou interferometrií při zatěžovacím stavu SZZ 1

SZZ 1 - POLE 1		
BOD	Průhyb [mm]	
	Teoretické	Naměřené
VLEVO	-7,65	-6,64
STŘED	-9,24	-7,79
VPRAVO	-7,66	-6,69

Tab. 10 Vyhodnocení průhybů [mm] v poli naměřených radarovou interferometrií při zatěžovacím stavu SZZ 4

SZZ 4 - POLE 1		
BOD	Průhyb [mm]	
	Teoretické	Naměřené
VLEVO	-4,36	-4,42
STŘED	-8,83	-7,00
VPRAVO	-9,45	-7,11



Hodnoty napětí hlavní nosné konstrukce v místech s nalepenými odporovými tenzometry, které byly vyhodnoceny při SZZ jsou porovnány s teoretickým hodnotami v tab. 11 a tab. 12 Pro přepočet poměrných deformací na napětí byl použit modul pružnosti  $E = 200 \text{ GPa}$ , který odpovídá svářkové oceli a výsledkům získaným z provedených materiálových zkoušek. Hodnoty zde jsou již redukovány o vliv příčného přetvoření Poissonovým číslem, tedy souč. 1,3.

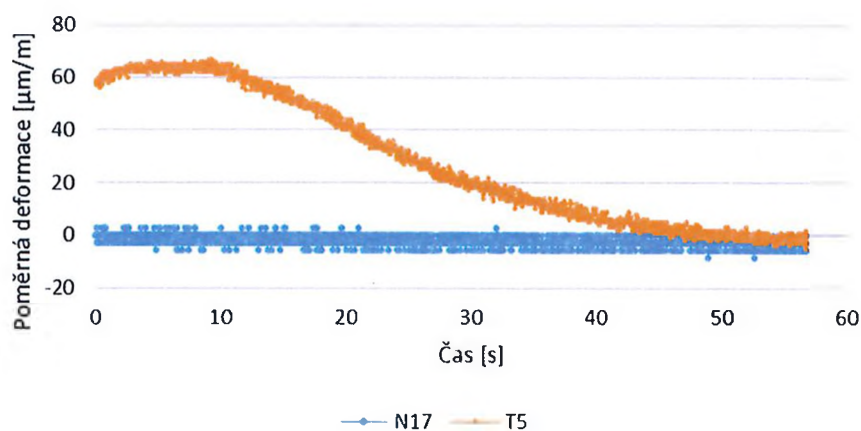
Tab. 11 Vyhodnocení napětí [MPa] v měřených bodech při zatěžovacích stavech se symetricky umístěnými břemeny

Vyhodnocení napětí: SZS - symetrické							
Měření místo				Napětí [MPa]			
Model	Pole 1	Pole 2	Pole 3	Model	Naměřené		
					Pole 1	Pole 2	Pole 3
D2.L	T25	T33	T41	8,45	8,46	8,15	8,46
D2.P	T1	T9	T17	8,45	8,31	7,38	8,00
D.6L	T26	T34	T42	13,98	16,92	17,69	16,92
	T27	T35	T43		17,54	17,85	17,85
D.6P	T2	T10	T18	14,01	14,62	12,00	10,00
	T3	T11	T19		12,62	13,54	10,92
D.7L	T28	T36	T44	14,02	9,23	19,69	18,31
D.7P	T4	T12	T20	14,04	16,00	7,23	16,31
Z.9L	T30	T38	T46	14,15	9,85	9,85	17,23
Z.9P	T6	T14	T22	14,16	18,15	10,00	17,54
Z.10L	T31	T39	T47	11,59	10,92	12,92	10,77
	T32	T40	T48		12,00	12,62	11,23
Z.10P	T7	T15	T23	11,61	14,77	12,15	12,15
	T8	T16	T24		11,54	11,38	11,38
U.8L	T29	T37	T45	11,27	9,08	8,62	8,31
U.8P	T5	T13	T21	11,29	9,23	8,15	7,38

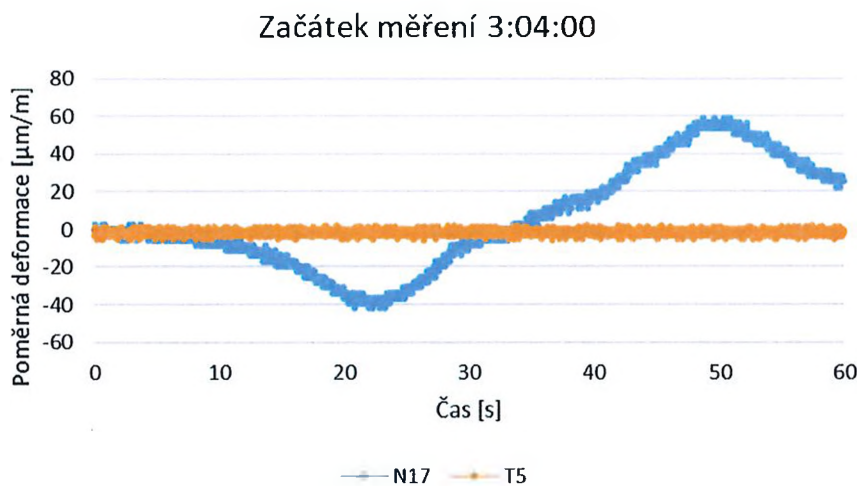
Tab. 12 Vyhodnocení napětí [MPa] v měřených bodech při zatěžovacích stavech s nesymetricky umístěnými břemeny (vpravo)

Vyhodnocení napětí: SZS - nesymetrické (vpravo)							
Měření místo				Napětí [MPa]			
Model	Pole 1	Pole 2	Pole 3	Model	Naměřené		
					Pole 1	Pole 2	Pole 3
D2.L	T25	T33	T41	5,21	5,38	8,00	5,54
D2.P	T1	T9	T17	11,80	11,23	7,38	11,23
D.6L	T26	T34	T42	5,18	7,54	17,54	7,54
	T27	T35	T43		7,85	17,38	8,00
D.6P	T2	T10	T18	12,3	16,15	12,00	10,77
	T3	T11	T19		13,85	13,54	11,38
D.7L	T28	T36	T44	3,39	0,46	19,69	6,92
D.7P	T4	T12	T20	7,87	7,23	7,23	7,23
Z.9L	T30	T38	T46	5,2	1,69	1,54	8,00
Z.9P	T6	T14	T22	12,8	11,23	12,46	11,23
Z.10L	T31	T39	T47	6,61	2,92	9,69	3,08
	T32	T40	T48		3,23	9,54	3,23
Z.10P	T7	T15	T23	16,4	19,23	17,23	17,08
	T8	T16	T24		14,62	16,15	16,15
U.8L	T29	T37	T45	6,31	5,08	4,92	4,46
U.8P	T5	T13	T21	13	10,31	8,92	8,46

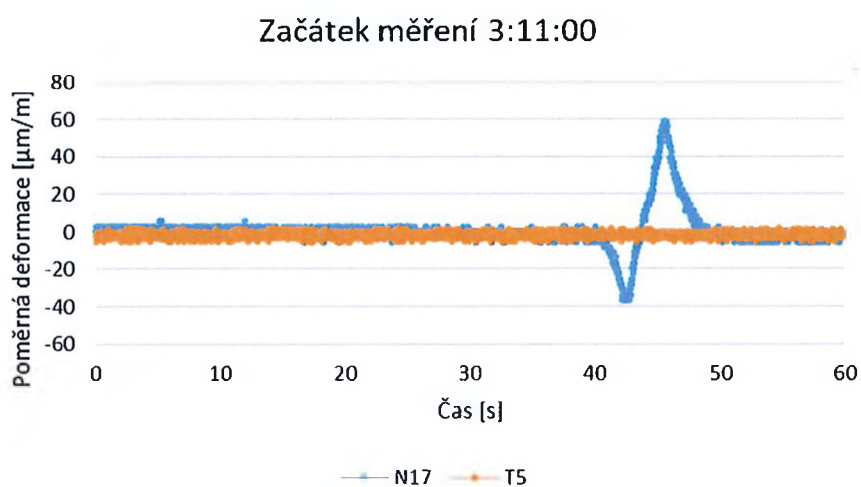
Začátek měření 2:54:00



Obr. 75 Vyhodnocení poměrných deformací [µm/m] měřených bezdrátovým přenosem dat (N17) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T5) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 2:54:00

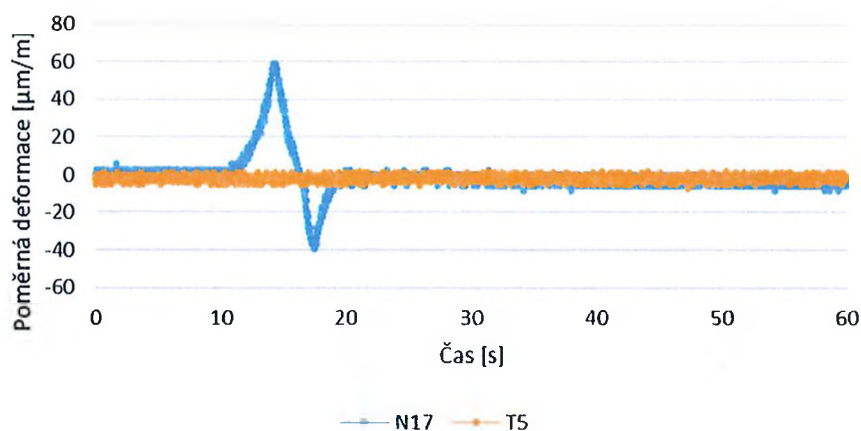


Obr. 76 Vyhodnocení poměrných deformací  $[\mu\text{m}/\text{m}]$  měřených bezdrátovým přenosem dat (N17) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T5) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:04:00



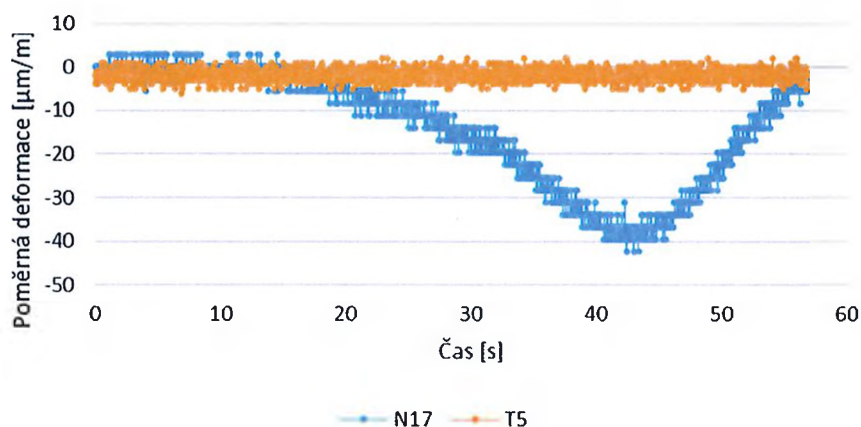
Obr. 77 Vyhodnocení poměrných deformací  $[\mu\text{m}/\text{m}]$  měřených bezdrátovým přenosem dat (N17) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T5) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:11:00

Začátek měření 3:23:00



Obr. 78 Vyhodnocení poměrných deformací [ $\mu\text{m/m}$ ] měřených bezdrátovým přenosem dat (N17) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T5) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:23:00

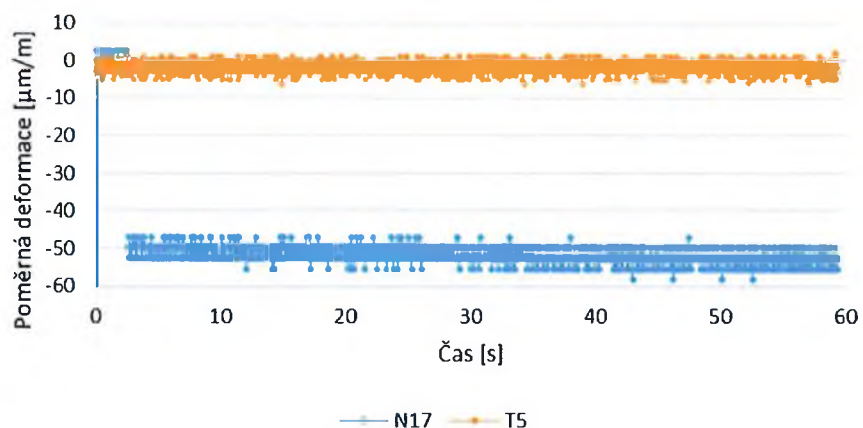
Začátek měření 3:29:00



Obr. 79 Vyhodnocení poměrných deformací [ $\mu\text{m/m}$ ] měřených bezdrátovým přenosem dat (N17) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T5) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:29:00

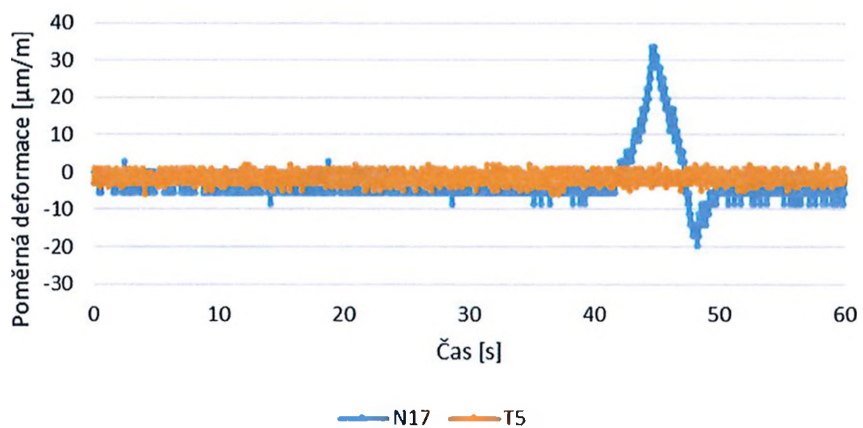


Začátek měření 3:34:00



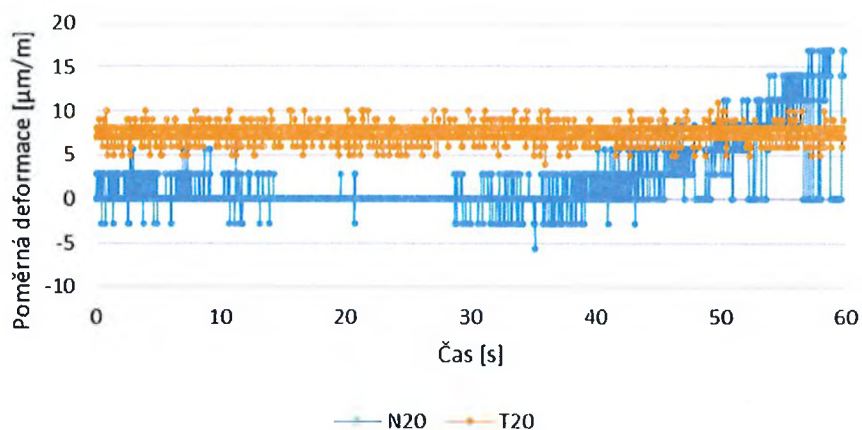
Obr. 80 Vyhodnocení poměrných deformací  $[\mu\text{m}/\text{m}]$  měřených bezdrátovým přenosem dat (N17) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T5) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:34:00

Začátek měření 3:50:00



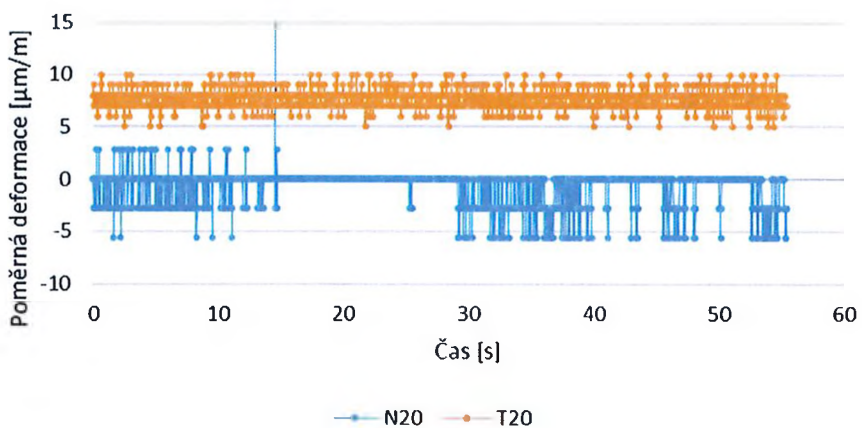
Obr. 81 Vyhodnocení poměrných deformací  $[\mu\text{m}/\text{m}]$  měřených bezdrátovým přenosem dat (N17) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T5) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:50:00

Začátek měření 2:54:00



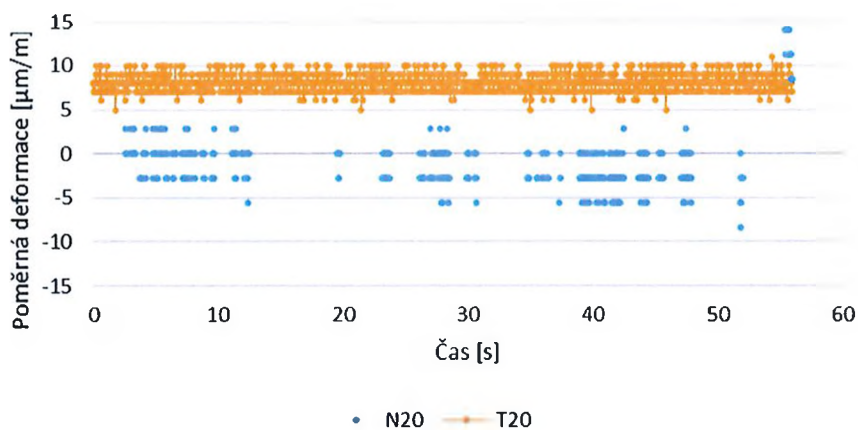
Obr. 82 Vyhodnocení poměrných deformací [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ] měřených bezdrátovým přenosem dat (N20) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T20) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 2:54:00

Začátek měření 3:04:00



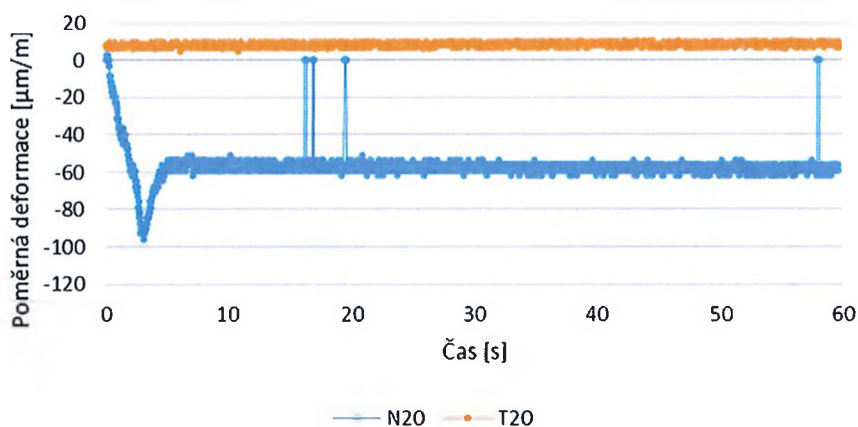
Obr. 83 Vyhodnocení poměrných deformací [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ] měřených bezdrátovým přenosem dat (N20) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T20) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:04:00

### Začátek měření 3:11:00



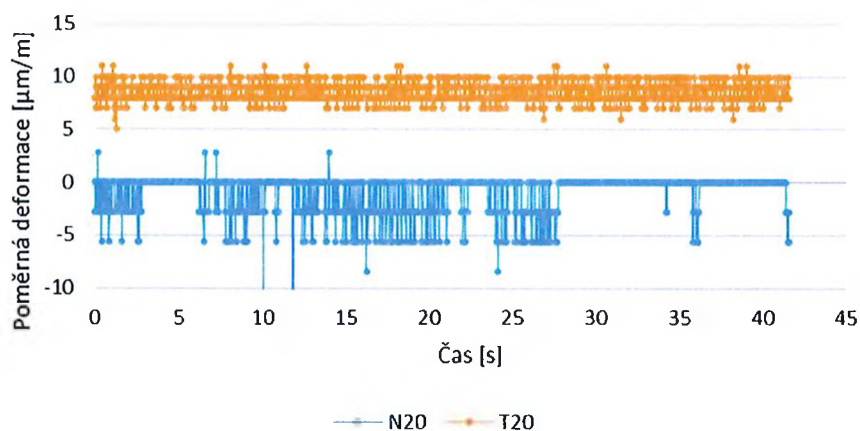
Obr. 84 Vyhodnocení poměrných deformací [µm/m] měřených bezdrátovým přenosem dat (N20) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T20) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:11:00

### Začátek měření 3:23:00



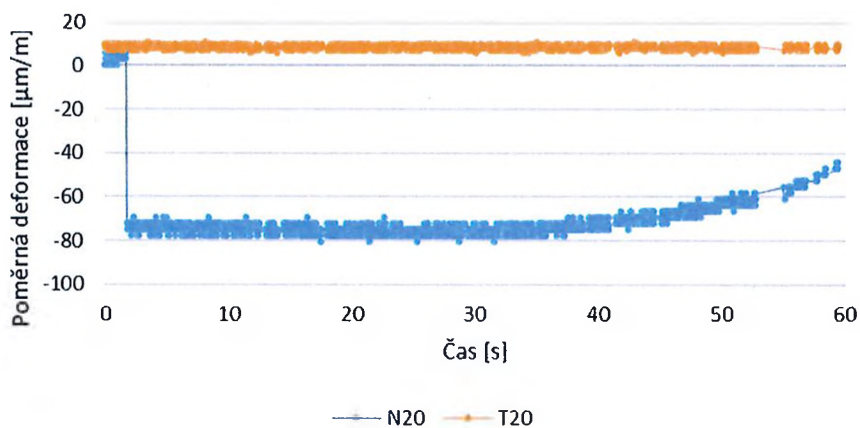
Obr. 85 Vyhodnocení poměrných deformací [µm/m] měřených bezdrátovým přenosem dat (N20) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T20) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:23:00

Začátek měření 3:29:00



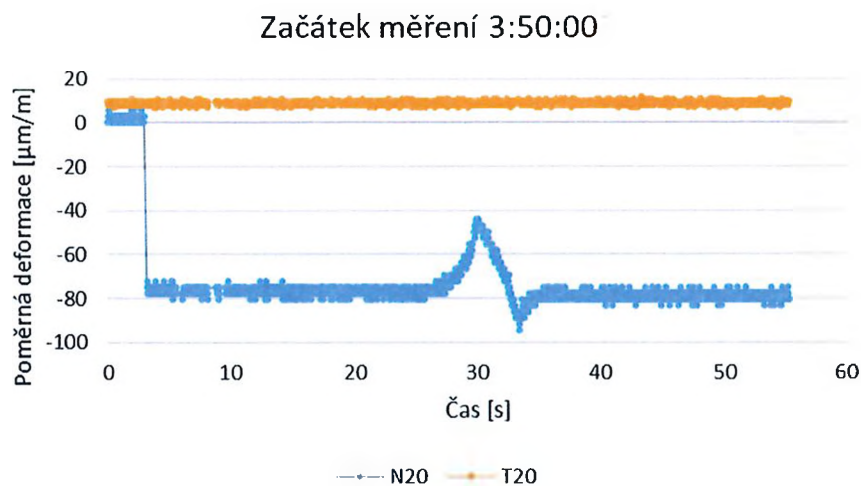
Obr. 86 Vyhodnocení poměrných deformací [µm/m] měřených bezdrátovým přenosem dat (N20) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T20) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:29:00

Začátek měření 3:34:00



Obr. 87 Vyhodnocení poměrných deformací [µm/m] měřených bezdrátovým přenosem dat (N20) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T20) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:34:00





Obr. 88 Vyhodnocení poměrných deformací [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ] měřených bezdrátovým přenosem dat (N20) a tenzometry připojených k měřicí ústředně EMS DV 803 (T20) při dynamické zatěžovací zkoušce se začátkem měření 3:50:00

## 8. Závěr

Závěrem lze konstatovat, že zjištěné hodnoty deformací odpovídají předpokladu. U napětí dochází k odchylkám, které jsou pravděpodobně způsobeny lokálním oslabením průřezů korozí a související lokální redistribucí. To ukazuje, že zvolená místa jsou pro měření vhodná. Výsledky budou dále využity pro specifikaci varovného systému.

V Praze 19.11.2020

Ing. Kristýna Vopatová

doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.

AKCE : „Dlouhodobý monitoring mostu v km 3,706 na traťovém úseku výh. Praha Vyšehrad-Vyšehrad v.601, 602, 603“
--

ČÁST : Statická a dynamická studijní zatěžovací zkouška mostu
---

STUPEŇ : PD
-------------

## 9. Přílohy

**9.1 Příloha 1 - Statická a dynamická zatěžovací zkouška železničního mostu pod Vyšehradem: Vyhodnocení měření radarovou interferometrií – Geodézie Ledec nad Sázavou, Vintegra**

Objednatel: SŽDC, s.o.
------------------------

Zhotovitel: Fakulta stavební ČVUT v Praze
---

63.
-----

