národní
úložiště
šedé
literatury

Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné školy staveniště Skalka pomocí tenzometrických svorníků v roce 2012

Staš, Lubomír
2012

Dostupný z http://www.nusl.cz/ntk/nusl-135470

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 27.04.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

Akademie věd České Republiky
Ústav geoniky Ostrava

SoD č. 786/22/10 Odběratel : Energoprůzkum Praha, spol. s.r.o.

MĚŘENÍ ZMĚN NAPĚTÍ V HORNINOVÉM MASIVU V OKOLÍ PRŮZKUMNÉ ŠTOLY STAVENIŠTĚ „SKALKA“ POMOCÍ TENZOMETRICKÝCH SVORNÍKŮ V ROCE 2012

Vyhodnocení v návaznosti na roky 1997-2011

Ředitel ústavu : **Prof. RNDr. Radim Blaheta, CSc.**

Zodpovědný řešitel: **RNDr. Lubomír Staš. CSc.**

Na řešení úkolu spolupracovali : **Ing. K. Souček, Ph.D.; Z. Nohejl; Bc. L. Georgiovská; Bc. V. Stašová; T. Rutar; Ing. J. Šimkovičová**

Ostrava, 2012

OBSAH

1. ÚVOD … … str. 3

2. PŘEDMĚT DÍLA … … str. 3

3.METODA A POPIS MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ … … str. 5

4. VYHODNOCENÍ PROVEDENÝCH MĚŘENÍ … ... str. 11

5. ZÁVĚR … … str. 26

* * *

1. ÚVOD

Následující text včetně tabulek, grafů a obrázků je závěrečnou zprávou ke Smlouvě o dílo 786//22/10 a obsahuje výsledky včetně vyhodnocení provedených měření změn napětí v okolním horninovém masivu průzkumné štoly v lokalitě Skalka. Všechny dále uvedené naměřené hodnoty byly získány pomocí tenzometrických měřicích svorníků, speciálně vyrobených a instalovaných zde k tomuto účelu. Měření se provádějí v rámci IG a geotechnického průzkumu staveniště.

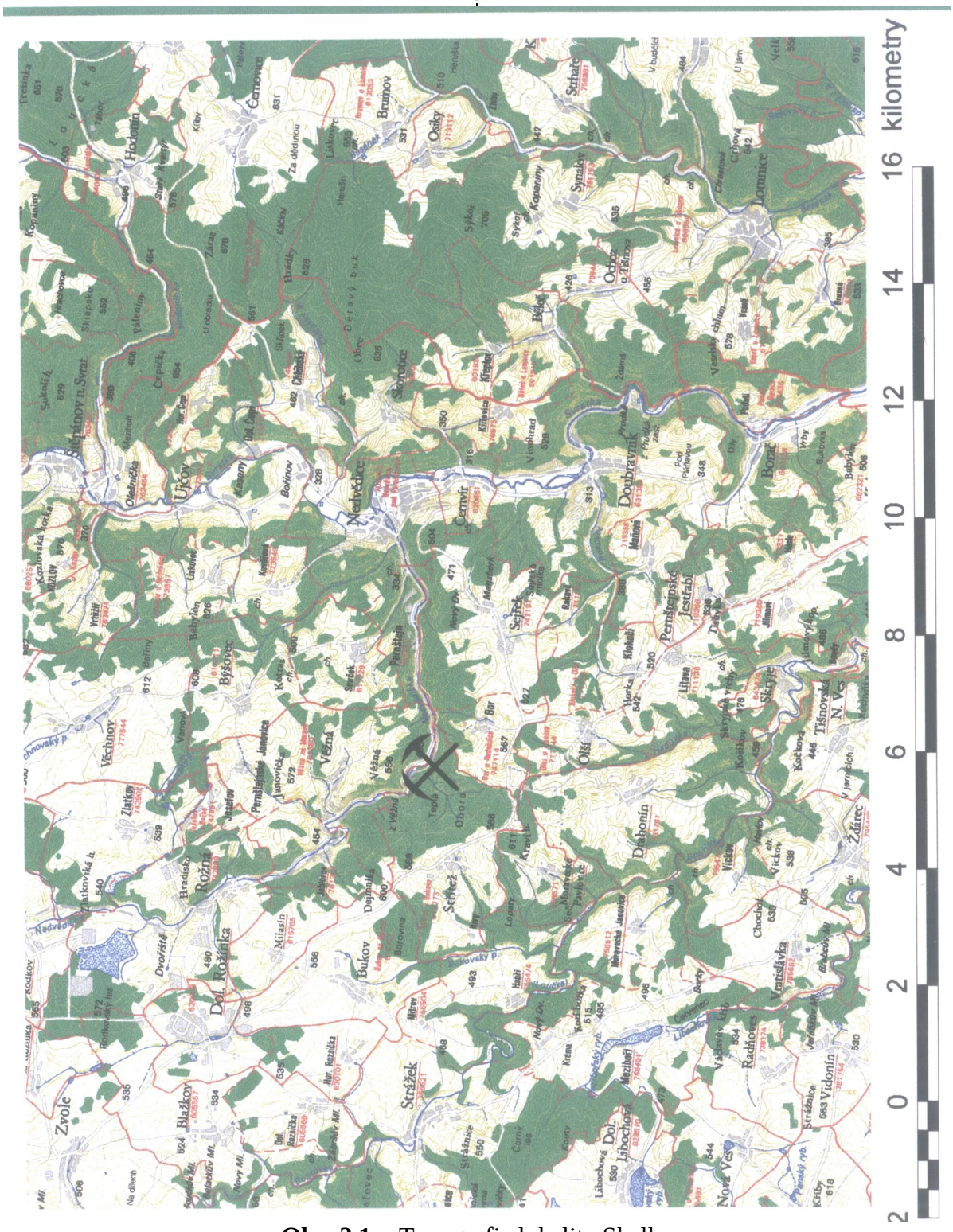
Smlouva o dílo navazuje na předchozí Smlouvy o dílo

- č. zhotovitele 284/77/10,
- č. zhotovitele 297/88/10,
- č. zhotovitele 321/99/10,
- č. zhotovitele 357/00/10,
- č. zhotovitele 392/11/10,
- č. zhotovitele 420/22/10,
- č. zhotovitele 450/33/10,
- č. zhotovitele 450/44/10,
- č. zhotovitele 499/45/10,
- č. zhotovitele 571/66/10,
- č. zhotovitele 597/77/10,
- č. zhotovitele 619/88/10,
- č. zhotovitele 655/99/10,
- č. zhotovitele 691/00/10,
- č. zhotovitele 745/11/10

2. PŘEDMĚT DÍLA

Předmětem tohoto díla bylo pokračování sledování a měření změn napětí v horninovém masivu v návaznosti na předchozí měření z let 1997-2011 v okolí průzkumné štoly pomocí tenzometrických svorníků, zabudovaných do stropu a boků průzkumné a přístupové štoly. Měření probíhalo v průběhu roku 2012. Předmět díla zahrnuje:

- měření na všech zabudovaných svornících; 11měření za rok 2012 (kapitola 3. této zprávy)
- vyhodnocení měření provedených v roce 2012 v návaznosti na měření provedená v roce 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 , 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 (kapitola 4. této zprávy)



Obr. 2.1 : Topografie lokality Skalka

Topografické umístění lokality Skalka je patrné z obrázku č. 2.1.

3. METODA A POPIS MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ

Metoda i použité zařízení zůstávají stejné jako v předchozích letech. Proto je pro úplnost zprávy následující text popisující metodu a použité zařízení převzat z minulých zpráv beze změn (*lit. 1-15).*.

Podstata metody je (cit.) „založena na pevném spojení svorníku s okolní horninou po celé délce vývrtu, odpovídajícímu rozmístění tenzometrických měřicích míst (v praxi je toto spojení realizováno zalepením svorníku do vývrtu speciálním 2 složkovým lepidlem). Tím je umožněn přenos silového působení okolního horninového masivu (které přímo souvisí s napětím v masívu) na těleso svorníku, a to po celé jeho délce, osazené tenzometrickými měřicími čidly. Od okamžiku instalace (zaschnutí lepidla) se pak případné změny napěťového pole v okolním masivu důlního díla, v němž jsou instalovány takovéto tenzometrické měřicí svorníky, projeví i jistým zatížením (tahovým nebo tlakovým) vlastního tělesa svorníku, které je možno měřit a vztáhnout k zvolenému (zpravidla chronologicky prvnímu) měření. Porovnáním následujících měření s tímto počátečním (referenčním odečtem) pak získáme změny silového zatížení svorníku a tudíž i změny napětí masivu, v závislosti na čase“.

Fyzikální podstata zjištění napětí v elementární jednotce masivu (resp. jeho změn) z naměřené hodnoty silového zatížení svorníku (resp. jeho změn) spočívá v Hookově zákonu, který platí v oblasti elastických deformací:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \qquad ,$$

kde σ ..... napětí /MPa/
E ..... Youngův modul pružnosti /MPa/
ε ..... relativní deformace

Napětí σ /MPa/ vyvozené v tělese svorníku (horninovém masívu) silou F /MN/ je dáno vztahem

$$\sigma = \frac{F}{S} \qquad ,$$

kde S ..... plocha /m^2/, přes kterou působí síla F

Z Hookova zákona víme, že

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \qquad .$$

Protože je zajištěn (dokonalým zalepením svorníku) přenos případných deformací horniny na těleso svorníku v plném rozsahu, tzn. že se zanedbává vliv vytvrzeného lepidla, jehož pevnostní hodnoty se blíží vlastnostem horninového masivu, je možno psát

$$\frac{\sigma_{svorníku}}{E_{sorníku}} = \frac{\sigma_{horniny}}{E_{horniny}} .$$

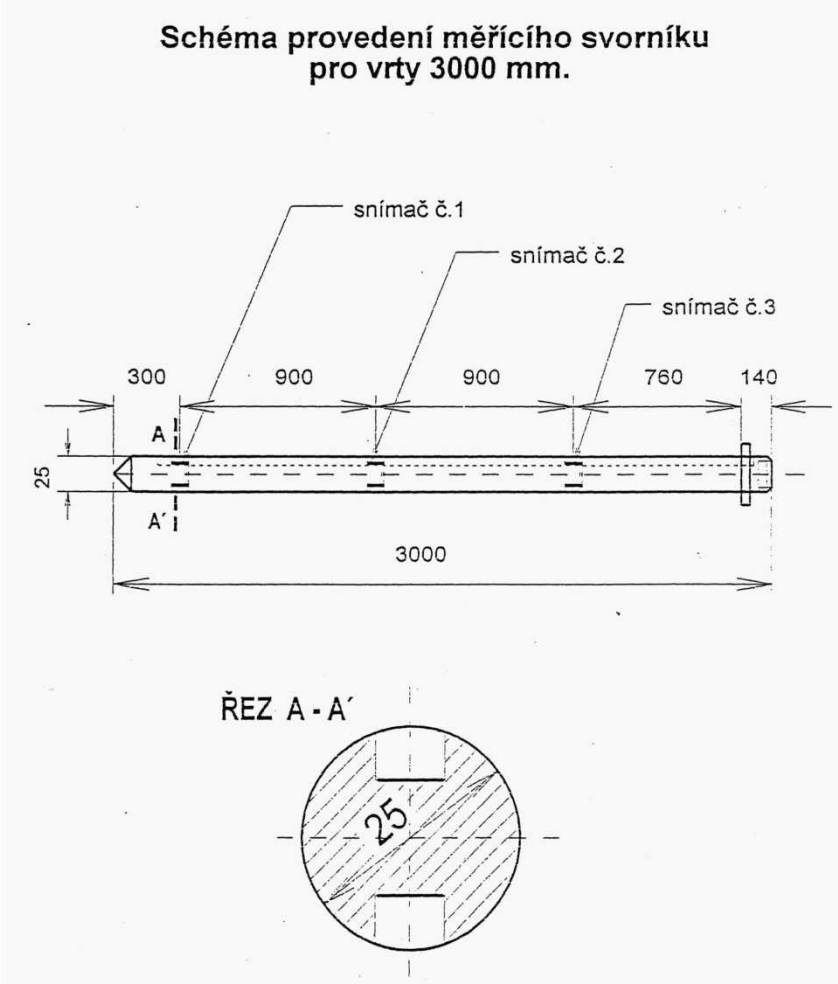
Z výše uvedeného je patrno, že relativní napětí v hornině můžeme vypočítat ze síly ($F_{svorníku}$), působící ve svorníku přes jeho průřez ($S_{svorníku}$), a z modulů pružnosti ($E_{svorníku}$ a $E_{horniny}$), což jsou hodnoty, které známe, a tedy

$$\sigma_{horniny} = \frac{F_{svorníku}}{S_{svorníku}} \cdot \frac{E_{horniny}}{E_{svorníku}}$$

Podle výše uvedeného můžeme tedy vypočítat relativní napětí v horninovém masivu a určit tak jeho případné změny, vztažené k referenčnímu měření.

S využitím poznatků o systému kontrolního měření svorníkové výztuže v anglických dolech byl vyvinut na ÚGN AVČR v Ostravě nový typ tenzometrického měřicího svorníku pro měření napětí v několika místech po délce svorníkového tělesa. Princip a konstrukce je popsána v *lit. 1 a 2*..

Pro účely měření změn napětí v okolním horninovém masivu průzkumné štoly v lokalitě Skalka byly vyrobeny svorníky o délce 3 metry se 3-mi měřícími místy jak ukazuje obrázek č. 3.1.



Obr.3.1 : Konstrukce měřicího svorníku

Každý měřicí svorník prošel cejchováním na laboratorním zatěžovacím stroji, při kterém je zejména zjišťována převodní konstanta (osová síla na jeden digit) při prostém osovém tahu s použitým napájecím a odečítacím přístrojem. Pro měření je používán jiskrově bezpečný přístroj MTR 1 (konstrukce VVUÚ Ostrava Radvanice), se kterým se dosáhne rozlišovací schopnosti v rozmezí 150 - 250 N v závislosti na mechanických parametrech svorníku.

Svorníky, použité pro měření změn napětí v okolním horninovém masivu průzkumné štoly v lokalitě Skalka, mají délku 3 metry. 3 jednotlivé snímače jsou ve vzdálenostech 300 mm 1200 mm a 2100 mm od koncového hrotu svorníku. Jsou označeny postupně 1,2 a 3 (viz obrázek č. 3.1.). Čistý průřez svorníku v měřícím místě je 316 mm^2 , převodní konstanta s přístrojem MTR 1 je k = 0,069 kN / digit. Kladná změna hodnot přitom představuje namáhání tahem, záporná změna pak namáhání tlakem.

Vlastní instalace svorníků byla provedena pracovníky Střediska geomechaniky ÚGN AVČR Ostrava dne 10.10.1997. Zalepení bylo provedeno do předem připravených vrtů v 6-ti měrných profilech do stropu průzkumného důlního díla, z toho 2 měrné profily bydly navíc osazeny měřicím svorníkem orientovaným do boku průzkumného důlního díla - celkem bylo tedy instalováno 8 měřicích svorníků. Schéma rozmístění vrtů ve štole lokality Skalka je znázorněno přehledně na obrázku č. 3.2., detailněji, vzhledem k geologické situaci pak na obrázku č. 3.3., 3.4. a 3.5. Vzdálenosti jednotlivých snímačů od rozhraní důlní dílo / masiv jsou pro každý svorník konstantní. Hodnoty těchto vzdáleností jsou:

- rozhraní důlní dílo / masiv - snímač č. 1. = 2560 mm
- rozhraní důlní dílo / masiv - snímač č. 2. = 1660 mm
- rozhraní důlní dílo / masiv - snímač č. 3. = 760 mm.

K těmto vzdálenostem a k prostorovému uspořádání měrných profilů (viz. obrázek č. 3.2., 3.3., 3.4. a 3.5.) se pak vztahují provedená měření.

Vzhledem k vysoké atmosférické vlhkosti prostor přístupové i průzkumné štoly lokality Skalka byly konektory všech funkčních svorníků zabudovány do vodotěsné plastové krabice s aplikací hydroskopického granulátu, který byl vyměňován při každém měření (tedy přibližně jednou za měsíc), kromě svorníku č. 5, kde z důvodu neopravitelné poruchy tenzometrických čidel nelze provádět odečet. I přes vysokou vzdušnou vlhkost je tak díky těmto servisním zásahům zabezpečena dlouhodobě dobrá úroveň vlastního měření, resp. odečet nezkreslených hodnot.

Vlastní měření na jednotlivých svornících ve všech měrných profilech byla provedena vždy v jednom dni. Výsledky a termíny měření v roce 2012 zachycuje tabulka č. 3.1. Referenční měření z roku 1997, ke kterým jsou pak jednotlivá měření vyhodnocována, jsou vyznačena šedým podkladem. Poslední měření z předcházejícího roku 2011 je uvedeno na modrém podkladě.
Výstupní hodnoty tensometrických snímačů jsou uvedeny v digitech. Výsledky měření z předcházejících roků 1997 - 2011 jsou uvedeny v *lit.1-15*.

Pro další zpracování byly použity pružnostní materiálové konstanty ocele svorníků a hornin v okolí měřicích svorníků umístěných ve vybraných lokalitách a uvedených v Tab. 3.2

Tabulka č. 3.2 : Použité pružnostní materiálové konstanty v místech umístění svorníků

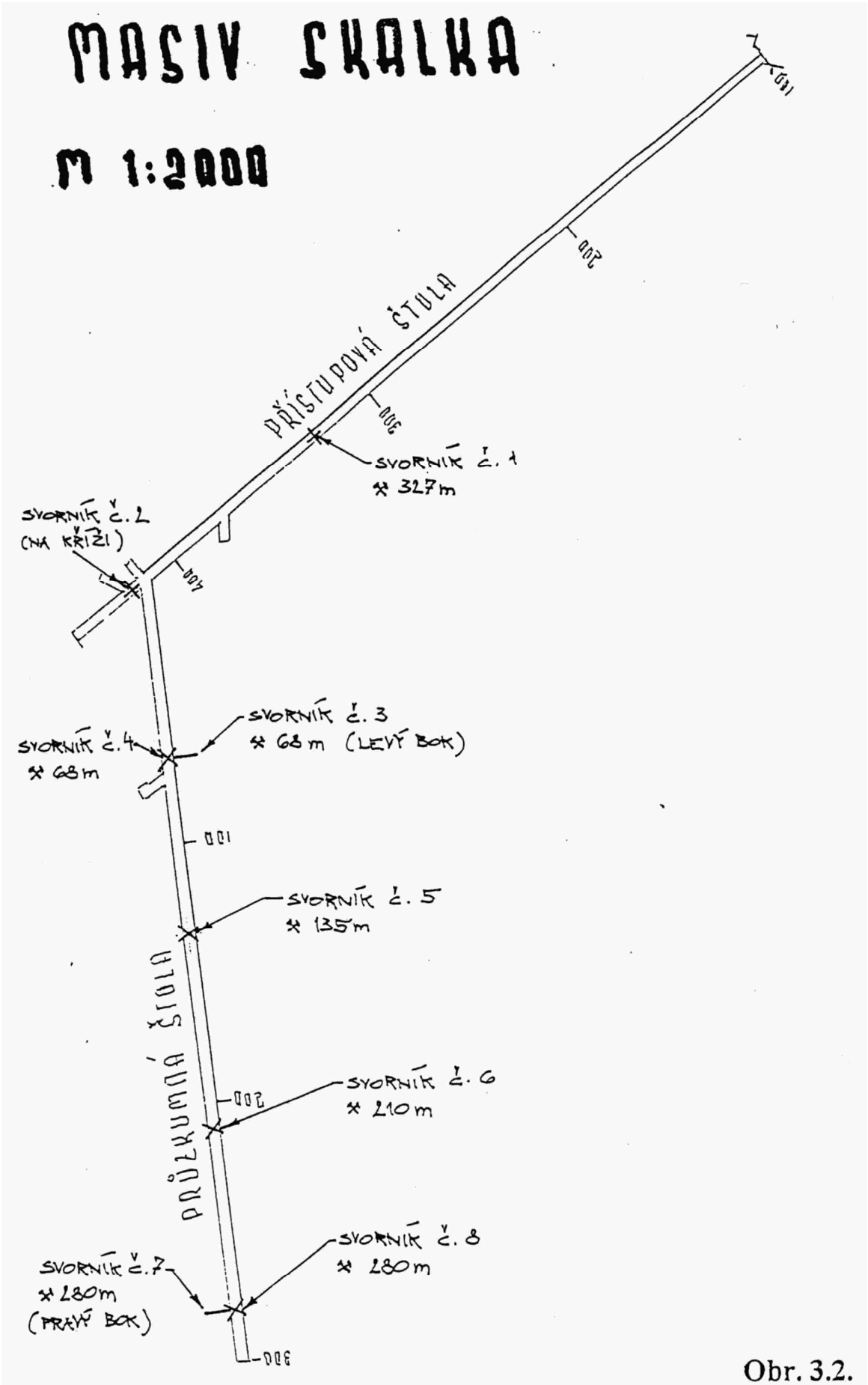
Svorník	**lokalita**	**poznámka**	**$E_{horniny}$ (MPa)**
1	Přístupová š. X 327 m		51000
2	Průzkumná š. X 0 m	kříž	70000
3	Průzkumná š. X 68 m	horizontální	65000
4	Průzkumná š. X 68 m		65000
5	Průzkumná š. X 135 m		65000
6	Průzkumná š. X 210 m		65000
7	Průzkumná š. X 280 m	horizontální	65000
8	Průzkumná š. X 280 m		65000

Pro $E_{horniny}$ byly použity hodnoty modulů pružnosti uvedené v souhrnné zprávě „Masiv Skalka -strukturně-geologický, hydrogeologický a geotechnický model“, Praha 1997. Uvedené hodnoty modulů pružnosti pro výpočet byly voleny, pro svorník č. 1., č. 2. a č. 3. až 8., s ohledem na rozmístění těchto svorníků v IG rajonech I., II. a III. dle výše zmíněné zprávy - viz. obr. 3.3., 3.4. a 3.5.).

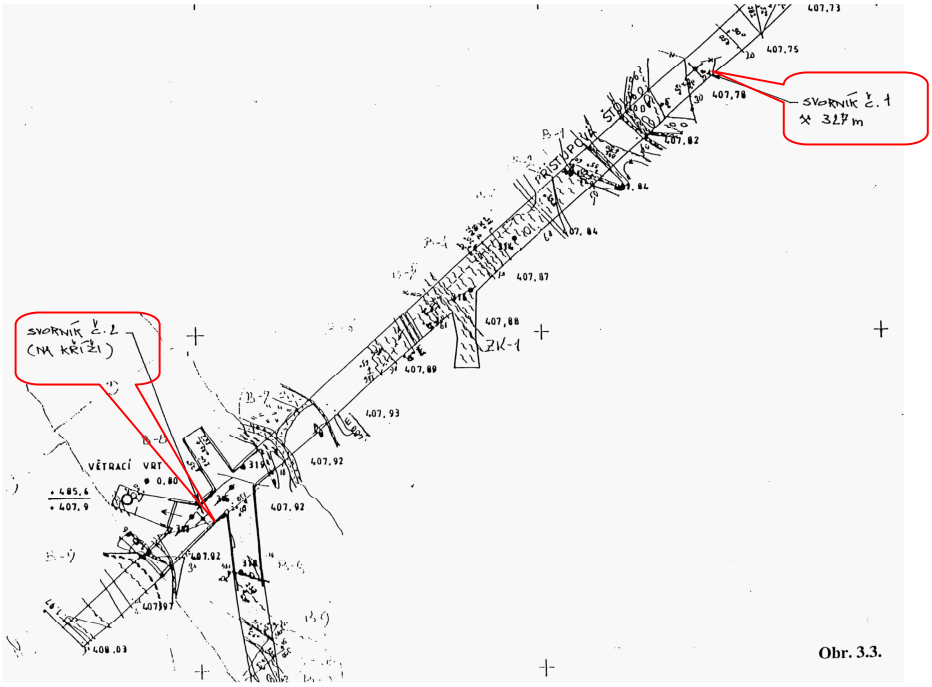
Tabulka 3.1 : Naměřené hodnoty na deformačních tenzometrických čidlech

,

svorník	čidlo	číslo měření / datum																
		0	1	,,,	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
		10.10.97	*22.10.97*	,,,	*02.12.11*	*29.03.12*	*24.05.12*	*26.06.12*	*10.07.12*	*25.07.12*	*30.08.12*	*14.09.12*	*26.09.12*	*18.10.12*	*08.11.12*	*22.11.12*	
1	1	162	164	,,,	535	552	535	538	538	540	540	539	530	528	535	521	
	2	41	71	,,,	449	441	456	455	456	457	459	457	451	451	457	454	
	3	16	-3	,,,	344	352	353	348	340	346	349	347	345	347	354	346	
2	1	97	108	,,,	551	606	562	559	561	558	567	567	565	568	570	565	
	2	28	37	,,,	680	744	688	683	683	680	686	684	683	687	687	681	
	3	-165	-157	,,,	61	122	33	28	33	31	36	39	36	41	43	43	
3	1	109	118	,,,	241	245	224	245	247	244	249	243	246	245	248	249	
	2	6	6	,,,	561	563	564	565	565	561	567	566	565	565	568	564	
	3	-129	-127	,,,	1289	1300	1308	1311	1315	1311	1319	1318	1318	1316	1320	1308	
4	1	-117	-103	,,,	282	291	295	297	297	293	305	301	297	300	302	301	
	2	-91	-76	,,,	64	66	65	66	61	58	65	65	61	65	68	67	
	3	-82	-77	,,,	-66	-69	-69	-69	-73	-75	-66	-67	-72	-68	-67	-63	
5																	
6	1	176	230	,,,	688	689	690	686	691	690	696	689	689	688	690	685	
	2	64	80	,,,	1260	1257	1260	1257	1264	1260	1268	1265	1267	1261	1261	1251	
	3	165	176	,,,	423	411	403	393	397	393	409	405	401	401	409	408	
7	1	108	126	,,,	1551	1557	1578	1571	1571	1578	1575	1567	1573	1575	1573	1563	
	2	305	320	,,,	1173	1203	1194	1191	1205	1211	1215	1190	1177	1193	1157	1237	
	3	347	354	,,,	613	620	624	615	619	619	619	617	617	619	620	618	
8	1	270	340	,,,	619	622	624	622	628	625	628	625	626	627	628	624	
	2	-43	-24	,,,	848	852	858	856	860	861	859	859	860	861	861	854	
	3	-138	-122	,,,	472	477	478	471	481	481	478	482	483	485	487	482	
		změřené hodnoty (digit)															

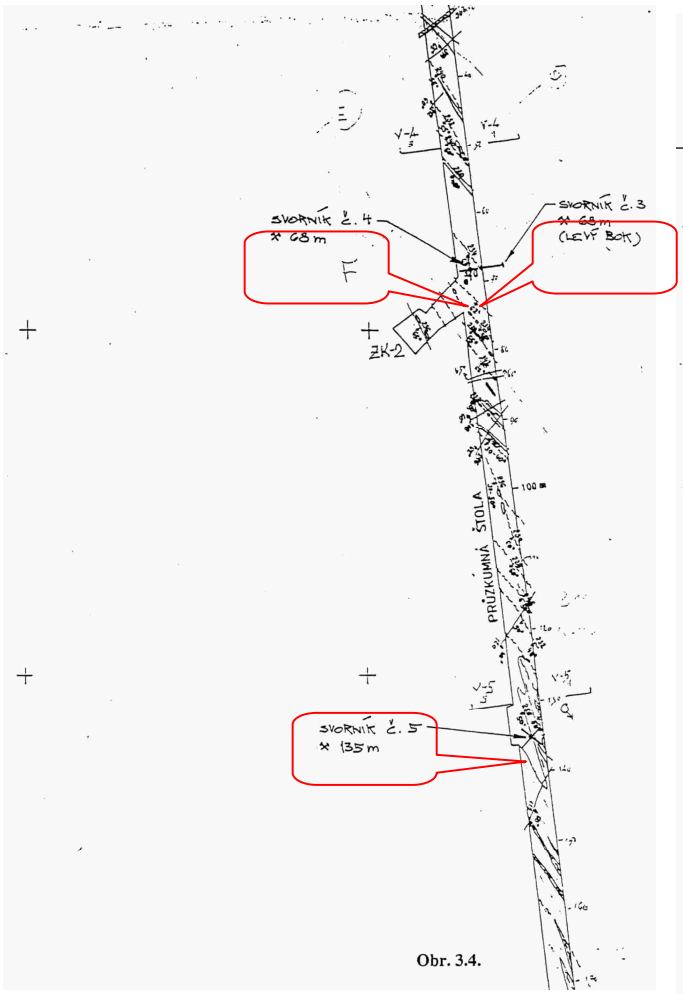

MASIV SKALKA
M 1:2000
PŘÍSTUPOVÁ ŠTOLA
PRŮZKUMNÁ ŠTOLA
SVORNÍK č. 1
✕ 327 m
SVORNÍK č. 2
(NA KŘÍŽI)
SVORNÍK č. 3
✕ 68 m (LEVÝ BOK)
SVORNÍK č. 4
✕ 68 m
SVORNÍK č. 5
✕ 135 m
SVORNÍK č. 6
✕ 210 m
SVORNÍK č. 7
✕ 280 m
(PRAVÝ BOK)
SVORNÍK č. 8
✕ 280 m
100
200
300
400
100
200
300

Obr. 3.2.



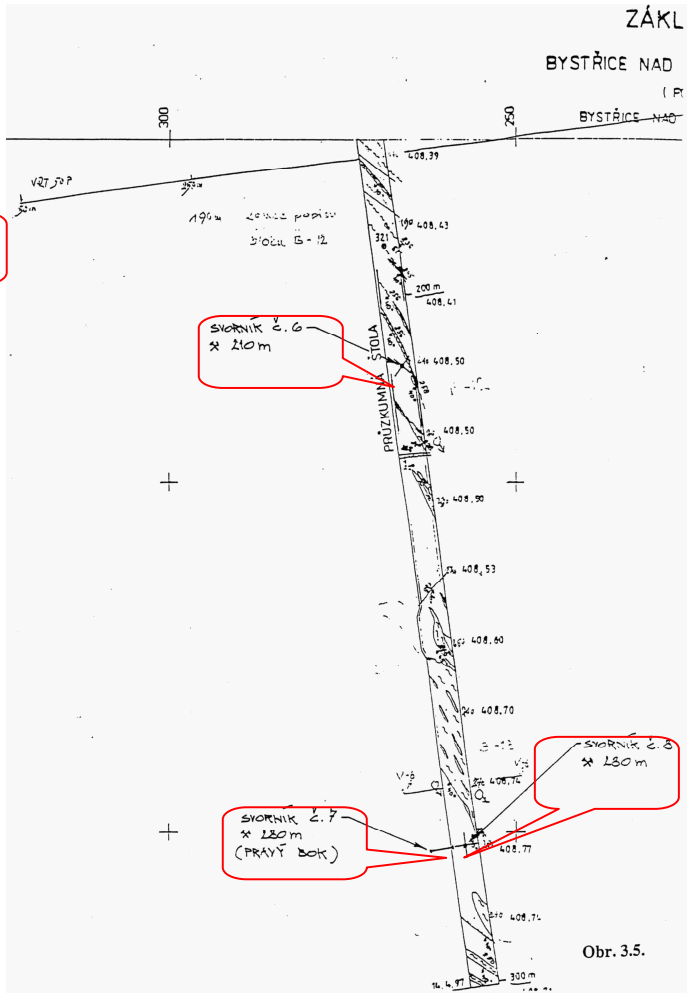
Obr. 3.3.

Obr. 3.3



Obr. 3.4.

Obr. 3.4.



Obr. 3.5.

Obr.3.5

4. VYHODNOCENÍ PROVEDENÝCH MĚŘENÍ

Zpracování naměřených hodnot bylo původně prováděno ve dvou variantách

- .k referenčnímu měření ze dne 10.10.1997 a
- k referenčnímu měření ze dne 22.10.1997.

Variantní řešení bylo voleno s ohledem na eliminaci případného teplotního ovlivnění měřicích svorníků exotermickou reakcí lepícího tmelu, která vzniká při instalaci svorníku, a případné tvarové nestálosti lepícího tmelu během tuhnutí a zrání. Vzhledem k již dlouhodobému sledování změn zatížení svorníků se jeví vyhodnocení vztažená k referenčnímu měření (uváděné jako 1. měření) ze dne 22.10.1997 jako dostatečná. Alternativní vyhodnocování k referenčnímu měření z 10.10.1997 neposkytují žádnou další jinou relevantní informaci, proto od něj bylo upuštěno.

Hodnoty, naměřené v roce 2012 a uvedené v předchozí kapitole 3. jsou zpracovány v následujících tabulkách respektive grafech (tabelované a grafické zpracování hodnot z roku 1997 - 2011 je uvedeno v *lit. 1 - 15*):

- Tabulka č. 4.1. - hodnoty relativního silového působení v jednotlivých tenzometrických čidlech všech instalovaných svorníků, naměřené v určitém dni (v roce 2012) a vztažené k 1. měření (Pro výpočet bylo použito konstanty k = 0,069 kN/digit - viz. kapitola 3.).
- Tabulka č. 4.2. - hodnoty přepočteného relativního napětí v horninovém masivu, působícího v okolí jednotlivých tenzometrických čidel všech svorníků, odpovídající naměřeným hodnotám relativního silového působení, naměřeným v určitém dni (v roce 2012) a vztaženým k 1. měření.

Vypočítané hodnoty změny napětí v hornině byly zapracovány do časové řady od počátku měření v roce 1997 a vizualizovány v grafické formě na Obr. 4.1 – 4.8, kde poslední cifra v označení obrázku koresponduje s číslem svorníku. Graficky je vizualizovaná varianta měření vztažená k referenčnímu měření č.1 z 22.10.1997. Varianta měření vztažená k referenčnímu měření č.0 z 10.10.1997 se odlišuje od předchozí varianty vyhodnocení pouze nepatrným konstantním posunutím křivek. Vzhledem k dlouhodobé nefunkčnosti svorníku č.5 (od 2000) je Obr.4.5.pouze pro komplexnost převzat z minulých zpráv.

Tabulka 4.1: Vypočtená **změna axiálního zatížení** svorníku pro ref. měření č.1 (**kN**)

svorník	čidlo	číslo měření / datum											
		168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
		29.03.12	*24.05.12*	*26.06.12*	*10.07.12*	*25.07.12*	*30.08.12*	*14.09.12*	*26.09.12*	*18.10.12*	*08.11.12*	*22.11.12*	
1	1	26,77	25,6	25,81	25,81	25,94	25,94	25,88	25,25	25,12	25,6	24,63	
	2	25,53	26,57	26,5	26,57	26,63	26,77	26,63	26,22	26,22	26,63	26,43	
	3	24,5	24,56	24,22	23,67	24,08	24,29	24,15	24,01	24,15	24,63	24,08	
2	1	34,36	31,33	31,12	31,26	31,05	31,67	31,67	31,53	31,74	31,88	31,53	
	2	48,78	44,92	44,57	44,57	44,37	44,78	44,64	44,57	44,85	44,85	44,44	
	3	19,25	13,11	12,77	13,11	12,97	13,32	13,52	13,32	13,66	13,8	13,8	
3	1	8,763	7,314	8,763	8,901	8,694	9,039	8,625	8,832	8,763	8,97	9,039	
	2	38,43	38,5	38,57	38,57	38,3	38,71	38,64	38,57	38,57	38,78	38,5	
	3	98,46	99,02	99,22	99,5	99,22	99,77	99,71	99,71	99,57	99,84	99,02	
4	1	27,19	27,46	27,6	27,6	27,32	28,15	27,88	27,6	27,81	27,95	27,88	
	2	9,798	9,729	9,798	9,453	9,246	9,729	9,729	9,453	9,729	9,936	9,867	
	3	0,552	0,552	0,552	0,276	0,138	0,759	0,69	0,345	0,621	0,69	0,966	
5													
6	1	31,67	31,74	31,46	31,81	31,74	32,15	31,67	31,67	31,6	31,74	31,4	
	2	81,21	81,42	81,21	81,7	81,42	81,97	81,77	81,9	81,49	81,49	80,8	
	3	16,22	15,66	14,97	15,25	14,97	16,08	15,8	15,53	15,53	16,08	16,01	
7	1	98,74	100,2	99,71	99,71	100,2	99,98	99,43	99,84	99,98	99,84	99,15	
	2	60,93	60,31	60,1	61,07	61,48	61,76	60,03	59,13	60,24	57,75	63,27	
	3	18,35	18,63	18,01	18,29	18,29	18,29	18,15	18,15	18,29	18,35	18,22	
8	1	19,46	19,6	19,46	19,87	19,67	19,87	19,67	19,73	19,8	19,87	19,6	
	2	60,44	60,86	60,72	61	61,07	60,93	60,93	61	61,07	61,07	60,58	
	3	41,33	41,4	40,92	41,61	41,61	41,4	41,68	41,75	41,88	42,02	41,68	

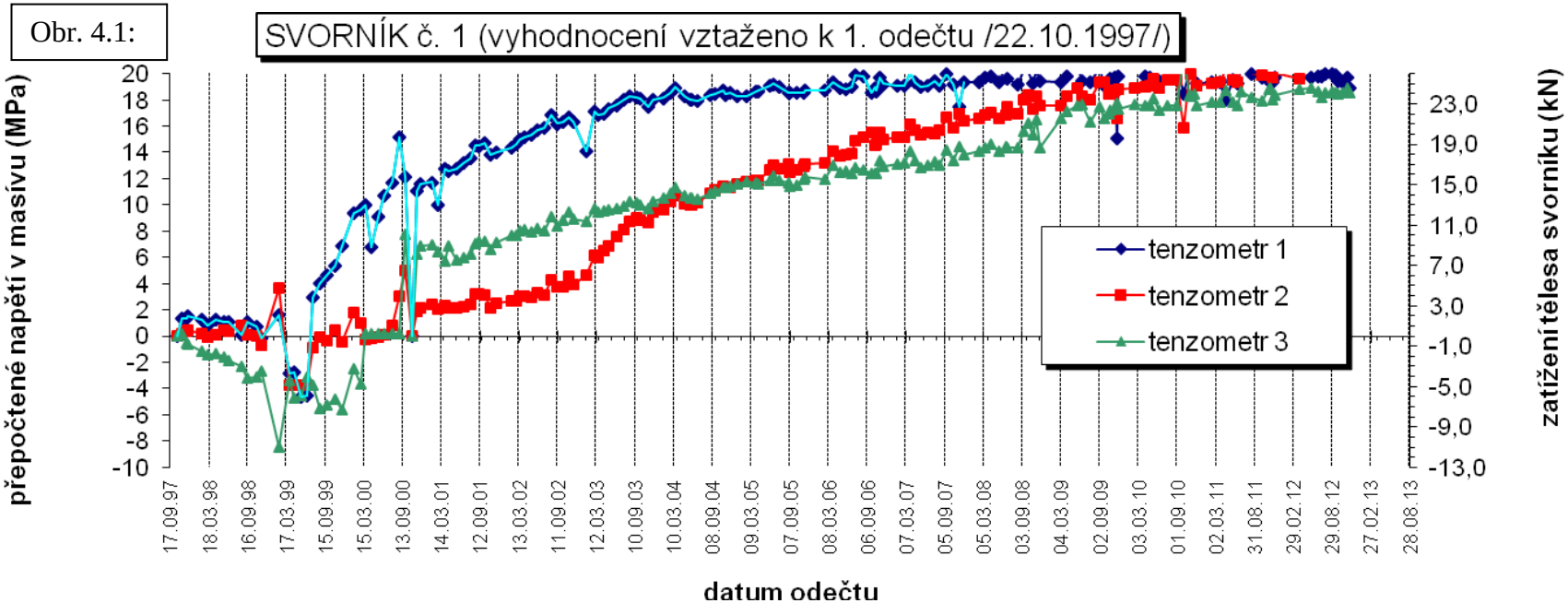
Vypočtená **změna axiálního zatížení** svorníku pro ref. měření č.1 (**kN**)

Tabulka 4.2: Odvozená **změna napětí v masívu** pro referenční měření č. 1 (**MPa**)

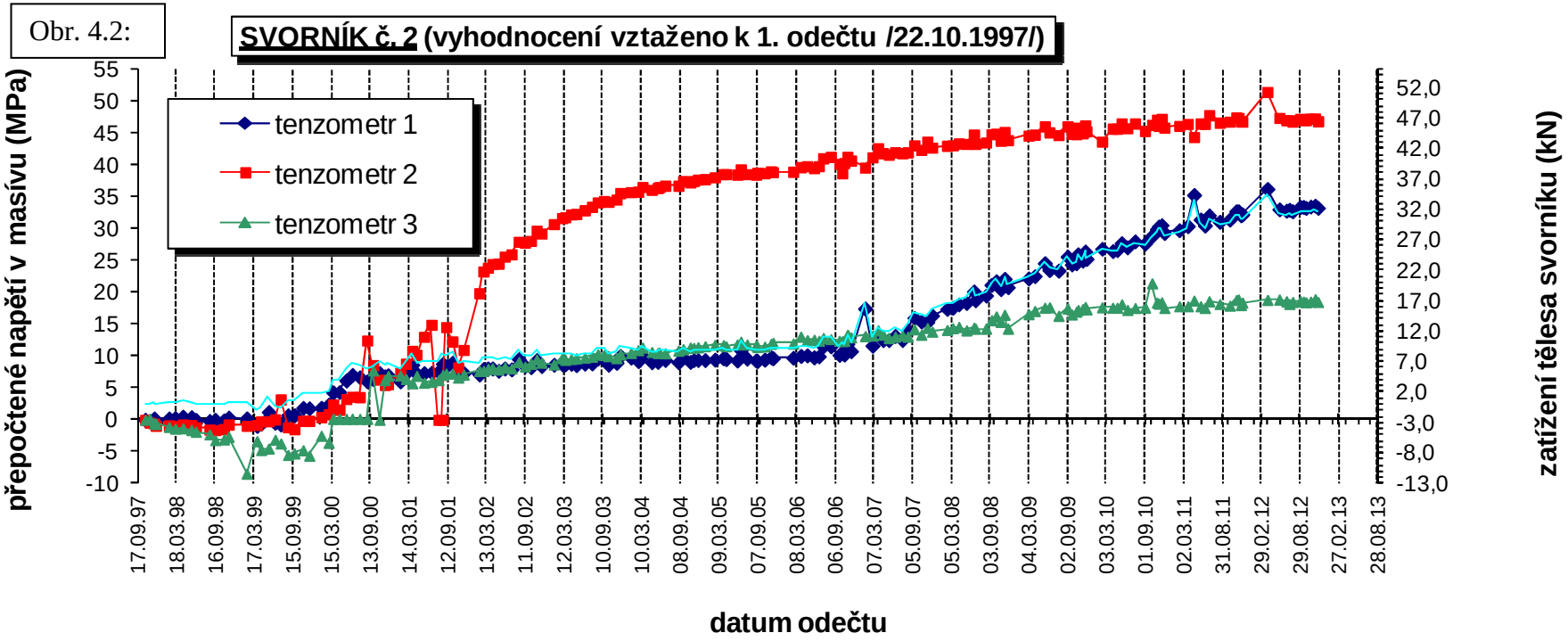
svorník	čidlo	číslo měření / datum											
		168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
		29.03.12	*24.05.12*	*26.06.12*	*10.07.12*	*25.07.12*	*30.08.12*	*14.09.12*	*26.09.12*	*18.10.12*	*08.11.12*	*22.11.12*	
1	1	20,6	19,7	19,8	19,8	19,9	19,9	19,9	19,4	19,3	19,7	18,9	
	2	19,6	20,4	20,4	20,4	20,5	20,6	20,5	20,2	20,2	20,5	20,3	
	3	18,8	18,9	18,6	18,2	18,5	18,7	18,6	18,5	18,6	18,9	18,5	
2	1	36,2	33	32,8	33	32,8	33,4	33,4	33,3	33,5	33,6	33,3	
	2	51,5	47,4	47	47	46,8	47,2	47,1	47	47,3	47,3	46,9	
	3	20,3	13,8	13,5	13,8	13,7	14	14,3	14	14,4	14,6	14,6	
3	1	8,58	7,16	8,58	8,72	8,52	8,85	8,45	8,65	8,58	8,79	8,85	
	2	37,6	37,7	37,8	37,8	37,5	37,9	37,8	37,8	37,8	38	37,7	
	3	96,4	97	97,2	97,5	97,2	97,7	97,7	97,7	97,5	97,8	97	
4	1	26,6	26,9	27	27	26,8	27,6	27,3	27	27,2	27,4	27,3	
	2	9,6	9,53	9,6	9,26	9,06	9,53	9,53	9,26	9,53	9,73	9,66	
	3	0,54	0,54	0,54	0,27	0,14	0,74	0,68	0,34	0,61	0,68	0,95	
5													
6	1	31	31,1	30,8	31,2	31,1	31,5	31	31	31	31,1	30,8	
	2	79,5	79,8	79,5	80	79,8	80,3	80,1	80,2	79,8	79,8	79,1	
	3	15,9	15,3	14,7	14,9	14,7	15,7	15,5	15,2	15,2	15,7	15,7	
7	1	96,7	98,1	97,7	97,7	98,1	97,9	97,4	97,8	97,9	97,8	97,1	
	2	59,7	59,1	58,9	59,8	60,2	60,5	58,8	57,9	59	56,6	62	
	3	18	18,2	17,6	17,9	17,9	17,9	17,8	17,8	17,9	18	17,8	
8	1	19,1	19,2	19,1	19,5	19,3	19,5	19,3	19,3	19,4	19,5	19,2	
	2	59,2	59,6	59,5	59,7	59,8	59,7	59,7	59,7	59,8	59,8	59,3	
	3	40,5	40,6	40,1	40,8	40,8	40,6	40,8	40,9	41	41,2	40,8	

Odvozená **změna napětí v masívu** pro referenční měření č. 1 (**MPa**)

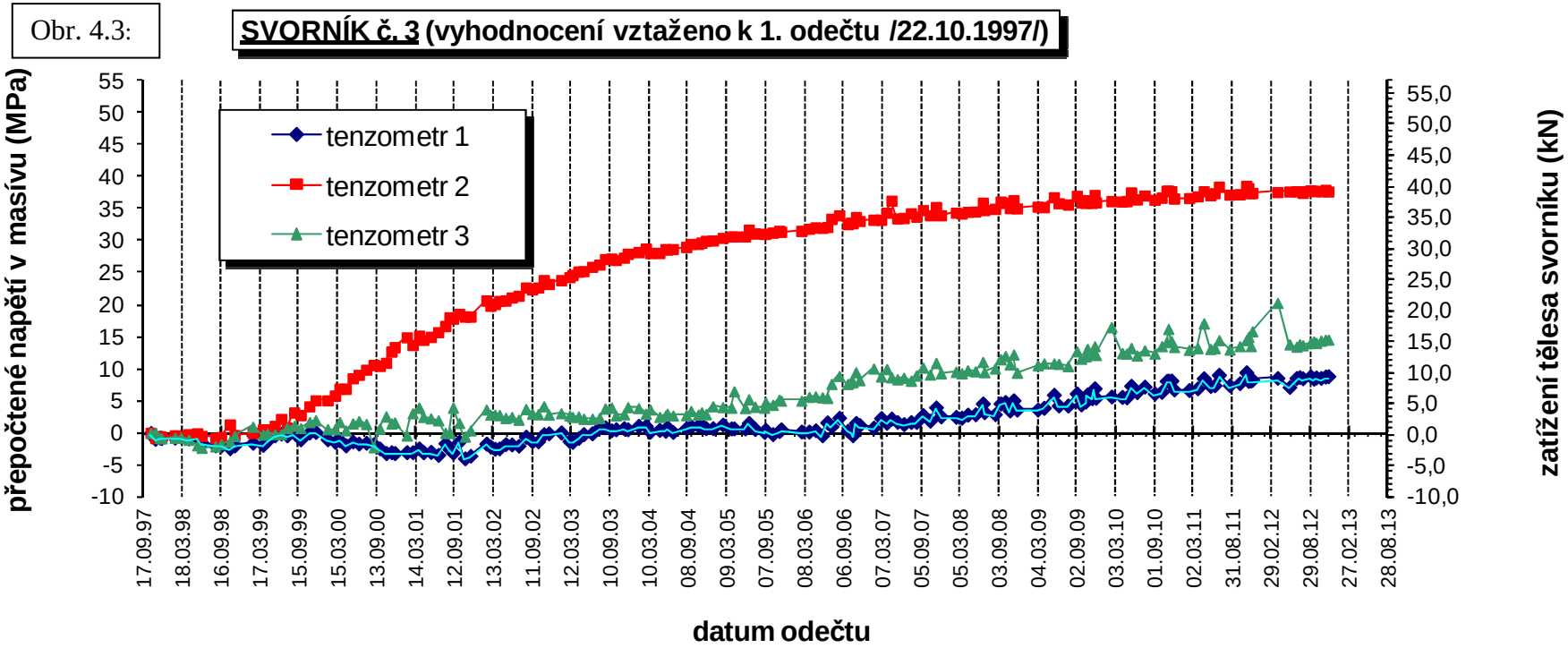
Obr. 4.1:


SVORNÍK č. 1 (vyhodnocení vztaženo k 1. odečtu /22.10.1997/)
přepočtené napětí v masívu (MPa)
zatížení tělesa svorníku (kN)
datum odečtu
tenzometr 1
tenzometr 2
tenzometr 3
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
23,0
19,0
15,0
11,0
7,0
3,0
-1,0
-5,0
-9,0
-13,0
17.09.97
18.03.98
16.09.98
17.03.99
15.09.99
15.03.00
13.09.00
14.03.01
12.09.01
13.03.02
11.09.02
12.03.03
10.09.03
10.03.04
08.09.04
09.03.05
07.09.05
08.03.06
06.09.06
07.03.07
05.09.07
05.03.08
03.09.08
04.03.09
02.09.09
03.03.10
01.09.10
02.03.11
31.08.11
29.02.12
29.08.12
27.02.13
28.08.13

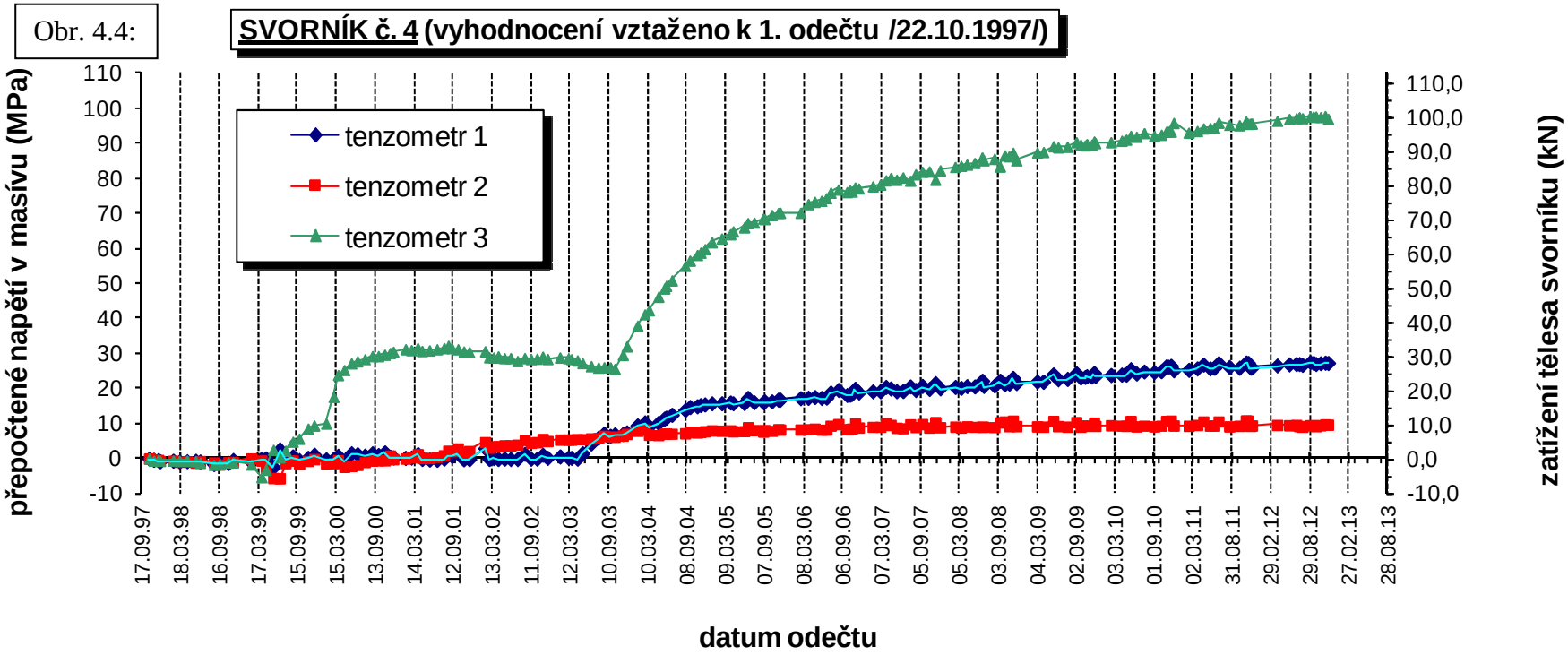
Obr. 4.2:


SVORNÍK č. 2 (vyhodnocení vztaženo k 1. odečtu /22.10.1997/)
tenzometr 1
tenzometr 2
tenzometr 3
přepočtené napětí v masívu (MPa)
zatížení tělesa svorníku (kN)
datum odečtu
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
52,0
47,0
42,0
37,0
32,0
27,0
22,0
17,0
12,0
7,0
2,0
-3,0
-8,0
-13,0
17.09.97
18.03.98
16.09.98
17.03.99
15.09.99
15.03.00
13.09.00
14.03.01
12.09.01
13.03.02
11.09.02
12.03.03
10.09.03
10.03.04
08.09.04
09.03.05
07.09.05
08.03.06
06.09.06
07.03.07
05.09.07
05.03.08
03.09.08
04.03.09
02.09.09
03.03.10
01.09.10
02.03.11
31.08.11
29.02.12
29.08.12
27.02.13
28.08.13

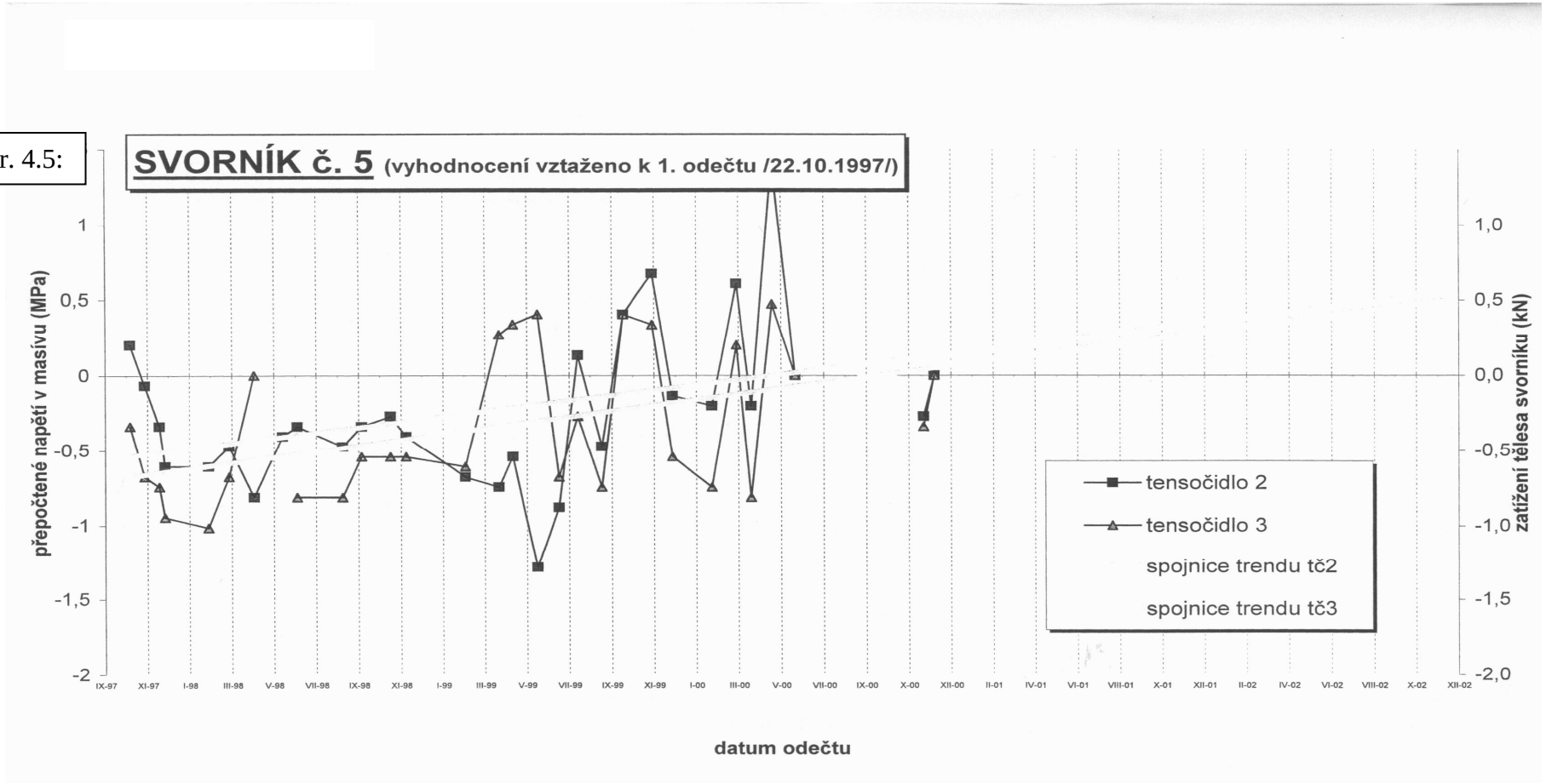
Obr. 4.3:


SVORNÍK č. 3 (vyhodnocení vztaženo k 1. odečtu /22.10.1997/)
tenzometr 1
tenzometr 2
tenzometr 3
přepočtené napětí v masívu (MPa)
zatížení tělesa svorníku (kN)
datum odečtu
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
55,0
50,0
45,0
40,0
35,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
-5,0
-10,0
17.09.97
18.03.98
16.09.98
17.03.99
15.09.99
15.03.00
13.09.00
14.03.01
12.09.01
13.03.02
11.09.02
12.03.03
10.09.03
10.03.04
08.09.04
09.03.05
07.09.05
08.03.06
06.09.06
07.03.07
05.09.07
05.03.08
03.09.08
04.03.09
02.09.09
03.03.10
01.09.10
02.03.11
31.08.11
29.02.12
29.08.12
27.02.13
28.08.13

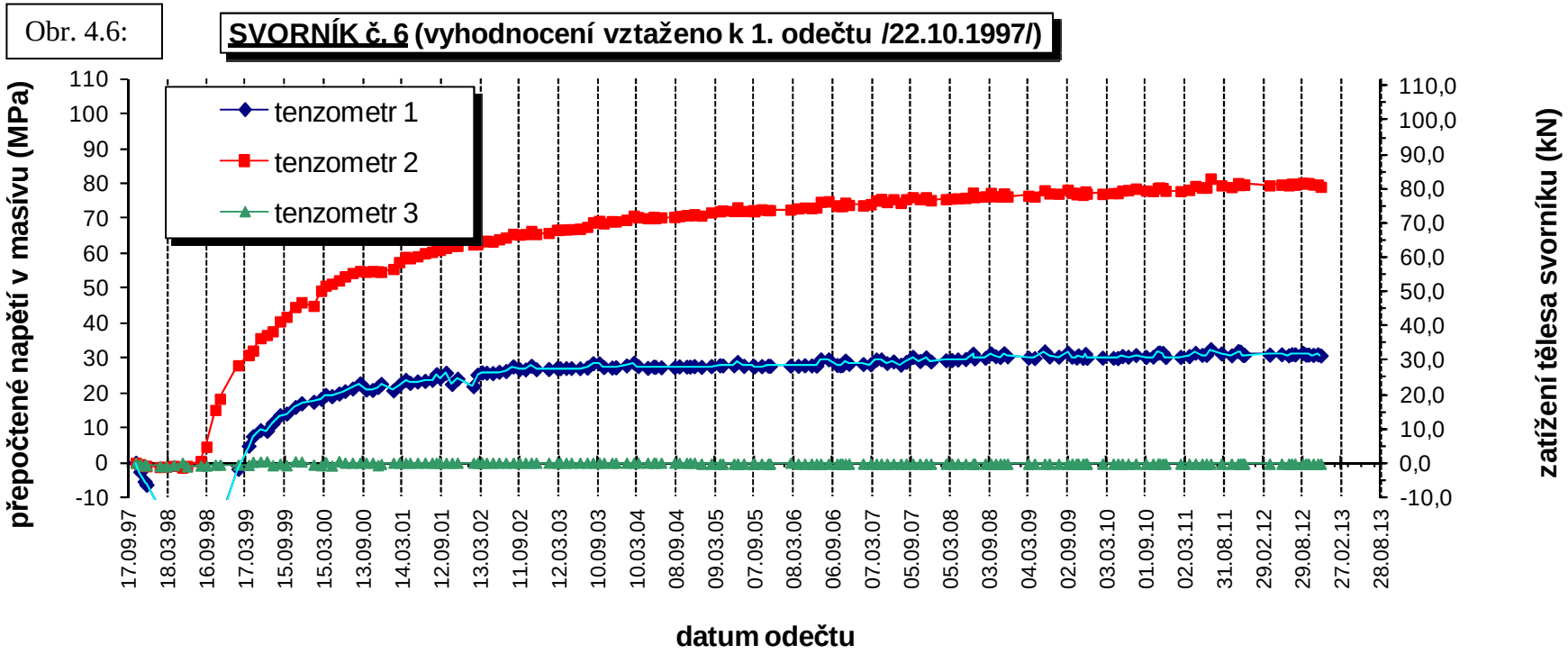
Obr. 4.4:


SVORNÍK č. 4 (vyhodnocení vztaženo k 1. odečtu /22.10.1997/)
tenzometr 1
tenzometr 2
tenzometr 3
přepočtené napětí v masívu (MPa)
zatížení tělesa svorníku (kN)
datum odečtu
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
110,0
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
-10,0
17.09.97
18.03.98
16.09.98
17.03.99
15.09.99
15.03.00
13.09.00
14.03.01
12.09.01
13.03.02
11.09.02
12.03.03
10.09.03
10.03.04
08.09.04
09.03.05
07.09.05
08.03.06
06.09.06
07.03.07
05.09.07
05.03.08
03.09.08
04.03.09
02.09.09
03.03.10
01.09.10
02.03.11
31.08.11
29.02.12
29.08.12
27.02.13
28.08.13

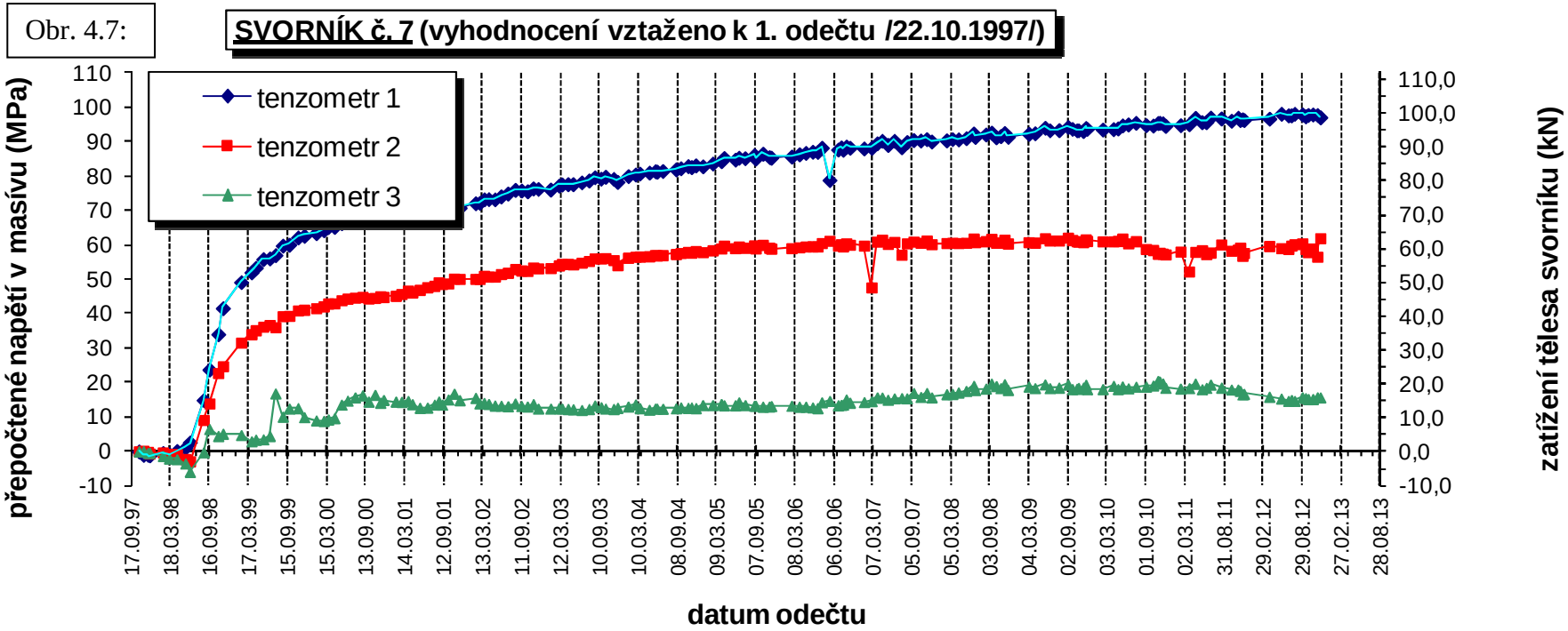
Obr. 4.5:


SVORNÍK č. 5 (vyhodnocení vztaženo k 1. odečtu /22.10.1997/)
přepočtené napětí v masívu (MPa)
zatížení tělesa svorníku (kN)
1
0,5
0
-0,5
-1
-1,5
-2
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
IX-97
XI-97
I-98
III-98
V-98
VII-98
IX-98
XI-98
I-99
III-99
V-99
VII-99
IX-99
XI-99
I-00
III-00
V-00
VII-00
IX-00
X-00
XII-00
II-01
IV-01
VI-01
VIII-01
X-01
XII-01
II-02
IV-02
VI-02
VIII-02
X-02
XII-02
datum odečtu
tensočidlo 2
tensočidlo 3
spojnice trendu tč2
spojnice trendu tč3

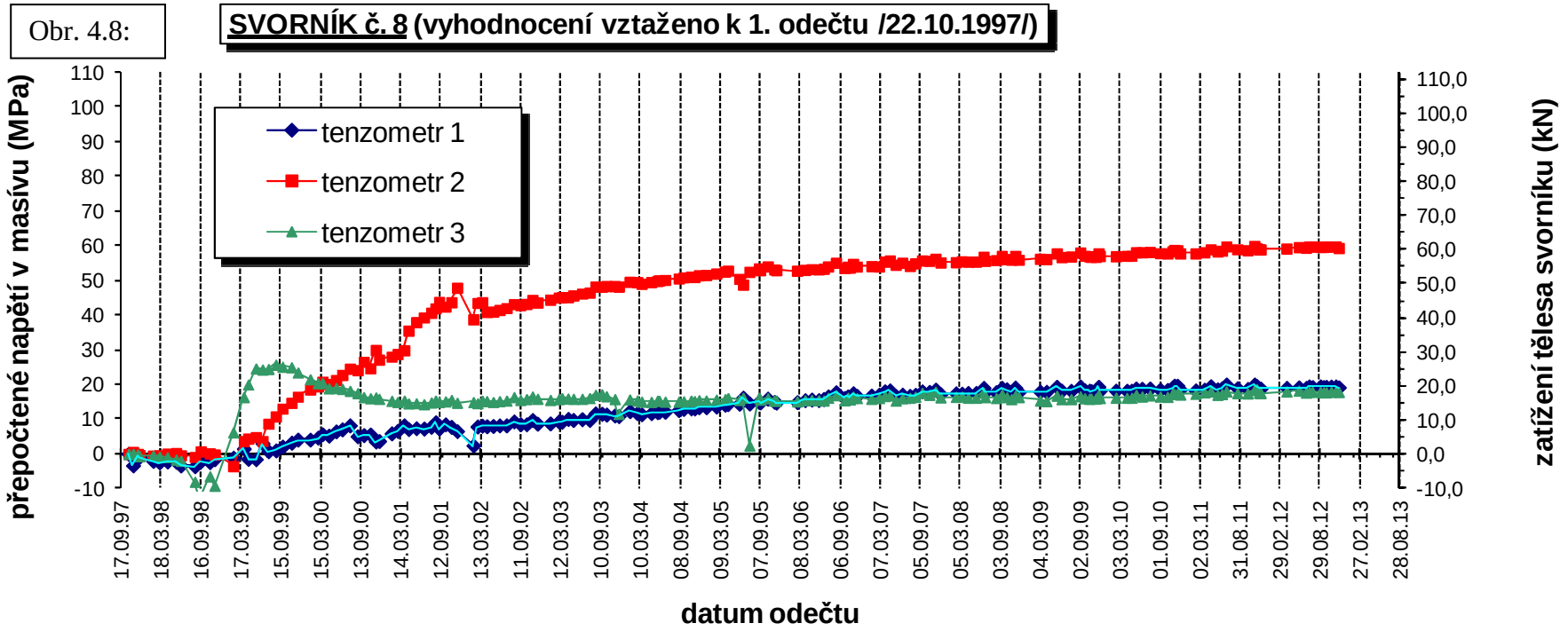
Obr. 4.6:


SVORNÍK č. 6 (vyhodnocení vztaženo k 1. odečtu /22.10.1997/)
tenzometr 1
tenzometr 2
tenzometr 3
přepočtené napětí v masívu (MPa)
zatížení tělesa svorníku (kN)
datum odečtu
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
110,0
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
-10,0
17.09.97
18.03.98
16.09.98
17.03.99
15.09.99
15.03.00
13.09.00
14.03.01
12.09.01
13.03.02
11.09.02
12.03.03
10.09.03
10.03.04
08.09.04
09.03.05
07.09.05
08.03.06
06.09.06
07.03.07
05.09.07
05.03.08
03.09.08
04.03.09
02.09.09
03.03.10
01.09.10
02.03.11
31.08.11
29.02.12
29.08.12
27.02.13
28.08.13

Obr. 4.7:


SVORNÍK č. 7 (vyhodnocení vztaženo k 1. odečtu /22.10.1997/)
tenzometr 1
tenzometr 2
tenzometr 3
přepočtené napětí v masívu (MPa)
zatížení tělesa svorníku (kN)
datum odečtu
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
110,0
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
-10,0
17.09.97
18.03.98
16.09.98
17.03.99
15.09.99
15.03.00
13.09.00
14.03.01
12.09.01
13.03.02
11.09.02
12.03.03
10.09.03
10.03.04
08.09.04
09.03.05
07.09.05
08.03.06
06.09.06
07.03.07
05.09.07
05.03.08
03.09.08
04.03.09
02.09.09
03.03.10
01.09.10
02.03.11
31.08.11
29.02.12
29.08.12
27.02.13
28.08.13

Obr. 4.8:


SVORNÍK č. 8 (vyhodnocení vztaženo k 1. odečtu /22.10.1997/)
tenzometr 1
tenzometr 2
tenzometr 3
přepočtené napětí v masívu (MPa)
zatížení tělesa svorníku (kN)
datum odečtu
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
110,0
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
-10,0
17.09.97
18.03.98
16.09.98
17.03.99
15.09.99
15.03.00
13.09.00
14.03.01
12.09.01
13.03.02
11.09.02
12.03.03
10.09.03
10.03.04
08.09.04
09.03.05
07.09.05
08.03.06
06.09.06
07.03.07
05.09.07
05.03.08
03.09.08
04.03.09
02.09.09
03.03.10
01.09.10
02.03.11
31.08.11
29.02.12
29.08.12
27.02.13
28.08.13

Při interpretaci závislostí uváděných ve zprávě je třeba mít neustále na paměti, že hodnoty uváděné jako <u>změna napětí v okolním masivu</u> mají pouze <u>srovnávací charakter</u> a jen jiným způsobem vyjadřují zatížení svorníkové tyče (viz. vedlejší osa Y u každého grafu) resp. míru její deformace. *Hodnoty jsou matematicky vypočteny ze zatížení ideálně zalepené svorníkové tyče za předpokladu ideálního homogenního, zcela kompaktního prostředí. Takovéto podmínky však nejsou splněny v zóně, která byla narušena TP během ražby.* ***Hovoříme tedy spíše o deformaci oblasti masivu v okolí svorníkové tyče jako celku uváděné ve smluvních jednotkách, jejichž formální rozměr je MPa.***

Lze konstatovat, že pozorování v uplynulém období roku 2012 ukazuje, že se výkyvy v naměřených hodnotách na jednotlivých tenzometrických čidlech instalovaných svorníků v podstatě ustálily a projevuje se plynulý vývoj určitého trendu naměřených hodnot. Tyto trendy pro jednotlivé svorníky jsou popsány dále. V současné době mají vzhledem k počátečním měřením v roce 1997 tahový charakter.

Svorník č. 1

Tenzometr 1 (hloubka 2,56m) . K mírnému nárůstu dochází od VII/99 až do konce 2009 bez výraznějších změn charakteru. Od počátku roku 2004 můžeme hovořit o ustáleném zatížení pouze s nepatrným postupem tahového přitěžování. Rozdíl hodnot mezi instalační a současnou dosaženou hodnotou je řádově 24-27 kN.

Tenzometr 2 (hloubka 1,66m) .

Systematický konstantní nárůst tahového zatížení lze pozorovat od počátku roku 2001, od března do září roku 2003 dochází k znatelnému nárůstu rychlosti zatěžování, následně se pak rychlost přitěžování vrací ke směrnici před tímto obdobím. V každém případě rychlost přitěžování je na tomto čidle dlouhodobě nejvyšší v rámci tohoto svorníku a neprojevuje relaxační trend. Rozdíl hodnot mezi instalační a současnou dosaženou hodnotou je řádově 27kN.

Tenzometr 3 (hloubka 0,76m) .

Systematický konstantní nárůst tahového zatížení lze pozorovat od počátku roku 2001 dosud. Zatímco v roce 2008 v posledních 5 měsících dochází ke zrychlení tahového namáhání v letošním roce se průběh změn vrací k původnímu trendu a v současné době dosahuje 24 kN.

Za zmínku stojí, že prvotní zatěžování tohoto čidla svorníku mělo od instalace až do března 2000 charakter tlakového zatížení.

Svorník č. 2

Tenzometr 1 (hloubka 2,56m) .

Od VII/1999 dochází k velmi mírnému nárůstu, takže v roce 2007 dosahuje změna tahového zatížení cca 15kN, koncem roku 2008 dosahují hodnoty cca 21 kN a v roce 2011 a 2012 kolísají v již okolí 31-35 kN.

Tenzometr 2 (hloubka 1,66m) .

Tato poloha zejména v období mezi VI/2000 až III/2001 měla velmi nestabilní vývoj, kdy v závěru tohoto období dochází k významnému nárůstu tahového zatížení . Od této doby dochází k postupnému snižování rychlosti zatěžování, což ukazuje na směřování ke stabilnímu stavu systému svorník – masiv v této poloze. Vznik prudkého vzrůstu tahu může být vysvětlen např. vývojem nespojitosti v blízkosti čidla 2. Rozdíl hodnot mezi instalační a současnou dosaženou hodnotou je řádově 44,5 kN, při tom v březnu dosahoval 49 kN.

Tenzometr 3 (hloubka 0,76m) .

Chování tohoto tenzometru je velice podobné chování tenzometru 1. Rozdíl hodnot mezi instalační a současnou dosaženou hodnotou je řádově 14 kN.

Svorník č. 3 (horizontální uložení)

Tenzometr 1 (hloubka 2,56m) .

Průběh zatížení na tomto tenzometru je téměř konstantní vzhledem k ostatním změnám. Od VII/2000 do IX/2002 bylo zatížení tlakového charakteru, pak osciluje kolem 1 kN, v letošním roce se jeho velikost pohybovala kolem 8-9kN.

Tenzometr 2 (hloubka 1,66m) .

Počátek významnějšího nárůstu tahového zatížení lze datovat do poloviny roku 1999. Od této doby zatížení plynule narůstá s mírnou tendencí k relaxaci. Rozdíl hodnot mezi instalační a současnou dosaženou hodnotou je řádově 38,5 kN.

Tenzometr 3 (hloubka 0,76m) .

Průběh zatížení na tomto snímači má tři fáze. 1. fáze od instalace do poloviny roku 1999 nevykazuje významných změn. 2. fáze začíná od poloviny roku 1999. Do června (resp. konce) roku 2000 dochází k prudkému nárůstu tahového napětí k hodnotám kolem 33MPa, pak až téměř do konce roku 2003 nedochází k dalšímu tahovému zatížení (spíše částečné odlehčení). Ve 3. fázi od počátku roku 2004 dochází opět k významnému tahovému přitěžování. Ačkoliv časový vývoj přitěžování má relaxační charakter, v současné době je směrnice přitěžování ještě poměrně významná avšak s klesající tendencí, nelze však ještě hovořit o ustálené stabilitní situaci. Nutno konstatovat, že svorník byl instalován v těsné blízkosti výtoku vody ze stěny, což ukazuje na existenci zvodnělého systému puklin v okolí svorníku. Rozdíl hodnot mezi instalační a současnou dosaženou hodnotou je řádově 99 kN.

Svorník č. 4

Tenzometr 1 (hloubka 2,56m) .

Hodnoty na tomto čidle od počátku instalace až do dubna 2003 kolísají kolem nulové hodnoty. Od tohoto dat dochází k rychlému přitěžování s kolísavou směrnicí až k hodnotám kolem 15 kN koncem roku 2004. Pak následuje pokles směrnice přitěžování. Trend přitěžování pokračuje do současnosti. Časový průběh přitěžování však nevykazuje relaxační tendenci. Naopak v roce 2006 je vyšší než 2005. Rozdíl hodnot mezi instalační a současnou dosaženou hodnotou kolísal letos na úrovni 28 kN.

Tenzometr 2 (hloubka 1,66m) .

Přibližně od počátku roku 2000 dochází k tahovému přitěžování. Průběh zvyšování zatížení má téměř lineární charakter a zřejmě směřuje k stabilitnímu stavu. V absolutních hodnotách je však tento přírůstek relativně malý cca 10 kN za celou dobu sledování.

Tenzometr 3 (hloubka 0,76m) .

Toto čidlo vykazuje netradičně tlakový projev masivu po celou dobu sledování. Jeho hodnota je poměrně stabilní a v letošním roce kolísala kolem 0,2 - 1 kN.

Svorník č. 5

Tenzometr 1 (hloubka 2,56m) .

Tenzometr 1 nebyl vyhodnocován, neboť byl na počátku sledovacího období (instalace svorníku) nefunkční.

Tenzometr 2 (hloubka 1,66m) a **3 (hloubka 0,76m)** .

Hodnocení dřívějších měření bylo již uvedeno v dřívějších zprávách. Je patrný od počátku měření do XII/2000 ustálený až konstantní vývoj za sledované období. Změny relativního napětí v masivu kolísají v intervalu ± 2 MPa.

Svorník č. 6

Tenzometr 1 (hloubka 2,56m) .

Do X/1998 dochází k tlakovému přitěžování až k hodnotám -25kN. Od této doby se mění charakter na postupné odlehčování až do tahových hodnot. Od června 2003 jsou změny již nevýrazné a lze tento stav považovat za stabilní. Rozdíl hodnot mezi instalační a současnou dosaženou hodnotou je řádově 31,5-32 kN.

Tenzometr 2 (hloubka 1,66m) .
Rychlý nárůst tahového zatížení začíná v VIII/98 a postupně se tato rychlost snižuje. Trend nárůstu má relaxační charakter, avšak v současné době se roční přírůstek blíží nule. Rozdíl hodnot mezi instalační a současnou dosaženou hodnotou je řádově 81kN.
Tenzometr 3 (hloubka 0,76m) .
Nárůst na hodnotu cca 16 kN proběhl mezi lety III/1999 až IX/2000. Od této doby osciluje kolem této konstantní hodnoty. Stav lze považovat za ustálený.V letošním roce kolísal mezi 15-16,2 kN.

Svorník č. 7
Tenzometr 1 (hloubka 2,56m) .
Od poloviny roku 1998 vykazuje toto čidlo výrazný nárůst zatížení v tahu, kdy během roku VI/98-VI99 dochází ke zvýšení zatížení o cca 40-50MPa. Pak dochází k postupnému snižování směrnice přírůstku, takže se předpokládala postupná relaxace zatížení. Tato relaxace je však poměrně nevýrazná. V současné době nelze hovořit o vyrovnaném neměnném stavu. Rozdíl hodnot mezi instalační a letošními dosaženými hodnotami kolísá a dosahuje až 100 kN.
Tenzometr 2 (hloubka 1,66m) .
Průběh hodnot na tomto čidle má stejný charakter jako na tenzometru 1, jen dosahované hodnoty jsou nižší. Rozdíl hodnot mezi instalační a současnou dosaženou hodnotou je řádově 63,3 kN. V letošním roce má kolísavý charakter tahového zatížení mezi 60 až 63,3 kN.
Tenzometr 3 (hloubka 0,76m) .
Od poloviny roku 1998 do počátku 1999 vykazuje toto čidlo tlakové přitížení. V následném období se charakter zatížení mění na tahový a svého vrcholu dosahuje kolem IX/1999. Pak dochází k odlehčování, které končí na přelomu 2001 a 2002. Od této doby se již výrazněji nemění.V letošním roce osciluje kolem 15-16,2 kN.

Svorník č. 8 (horizontální uložení)
Tenzometr 1 (hloubka 2,56m) .
Čidlo vykazuje poměrně stálý „lineární“ nárůst zatížení od cca 0 MPa v III/1999 až do cca 20 kN v současnosti. Trend sice implikuje pokračování nárůstu tahového přitěžování i v další budoucnosti avšak absolutní nárůst přitížení je již zanedbatelný.
Tenzometr 2 (hloubka 1,66m) .
Podobný charakter vývoje přitěžování jako na tenzometru 1 je i na tenzometru 2, avšak dosahované hodnoty jsou podstatně větší. V letošním roce se hodnota zatížení svorníku pohybovala okolo 61kN.
Tenzometr 3 (hloubka 0,76m) .
Jiný charakter časového průběhu zatěžování vykazuje tenzometr 3. Od dubna 1998 dochází stejně jako u tenzometru 3 svorníku 7 k tlakovému přitěžování, které končí v 1. čtvrtletí 1999 prudkým tahovým přitížením pokračujícím až do III/2000 (cca18 MPa). Následuje období relativní stability až do III/2002. Od III/2002 lze v grafu vysledovat opět postupný nárůst tahového přitížení. Lineární charakter tohoto přitěžování nutil předpokládat změny v napěťových (resp.deformačních) poměrech i dále v následných obdobích. V letošním roce dosahovala diference mezi hodnotami při instalaci a v současnosti až 41,7 kN.

Celkový trend vývoje přepočteného napětí v masívu, neboli zatížení tělesa svorníku v čase (resp. spojnice trendů pro jednotlivá tenzometr) vzhledem k jejich časovému vývoji a vzhledem k rozmezí hodnot, do kterých provedená měření spadají, představují v období od počátku roku 2002 doposud ustálený vývoj (výjimku tvoří tenzometr 3 u svorníku č. 3 a tenzometr 1 u svorníku č. 4). Rozdíly mezi hodnotami napětí v jednotlivých čidlech po délce svorníku souvisejí s geologickou stavbou a přítomností trhlin v masivu a rovněž s rozdílnými deformacemi horninového masivu v různé vzdálenosti od líce výrubu - i u standardního

lepeného svorníku v homogenním prostředí dochází k rozdílnému axiálnímu zatížení po jeho délce.

Absolutní hodnoty prezentovaného napětí však nejsou podstatné. Rozhodující je vývoj změn deformací s časem a jeho tendence. Z tohoto pohledu se zdála měření za relativně ustálená, postupně konvergující ke konstantním hodnotám (s výjimkou svorníku č. 3 / tenzometr 3, svorníku č. 4 / tenzometr 1). Plynulý vývoj naměřených hodnot v období let 2002 až 2012 pak svědčí o relativně stabilním předvídatelném stavu okolního horninového masivu.

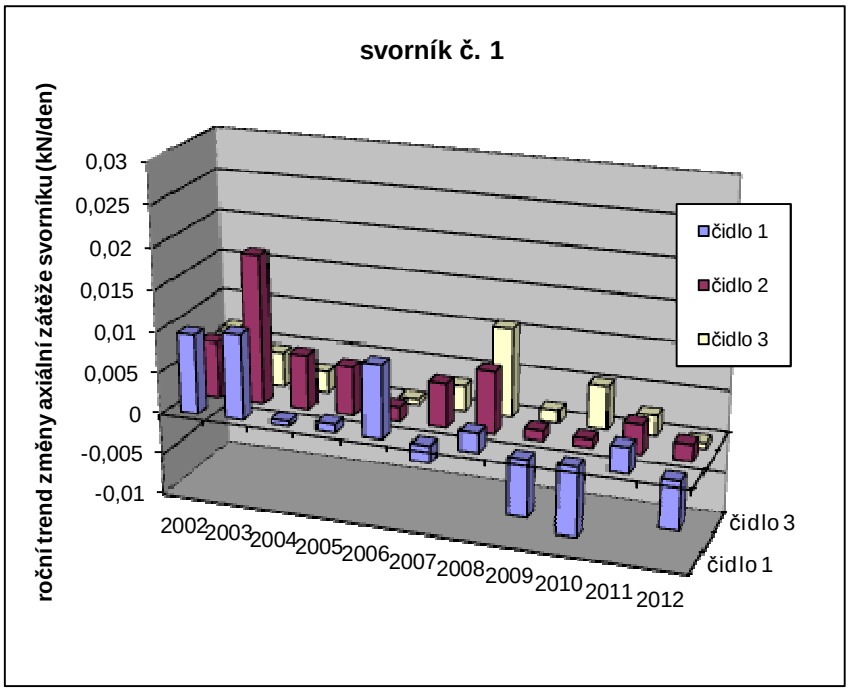
Je možno konstatovat, že odlišnost časového vývoje velikosti napětí u svorníku č. 6, č. 7 a č. 8 (eventuálně svorníku č. 3 od VII/1999 a svorníku č. 2 od XI/2001) je pravděpodobně způsobena vytvořením velkých horninových bloků v okolí měřících svorníků, které vlivem gravitace tahově zatěžují vlastní těleso svorníku, což odpovídá i této „blokové“ teorii (popsáno také v *lit. 1 -15)*

Na základě analýzy výsledků měření se ukazuje, že tyto bloky se s postupem času vytvářejí i v okolí ostatních svorníků, i když ne v takových rozměrech (hmotnostech). Plochy odlučnosti těchto bloků jsou většinou v oblasti 2. tenzometru, tedy ve vzdálenosti cca 1,6 m od povrchu důlního díla. V roce 2002- 2008 je již zřejmý zcela ustálený vývoj trendů naměřených hodnot napětí v hornině v okolí jednotlivých svorníků, přičemž však nejde o konstantní průběh, ale povětšinou stále dochází k mírnému tahovému zatížení svorníkových tyčí (což potvrzuje „blokovou“ teorii).

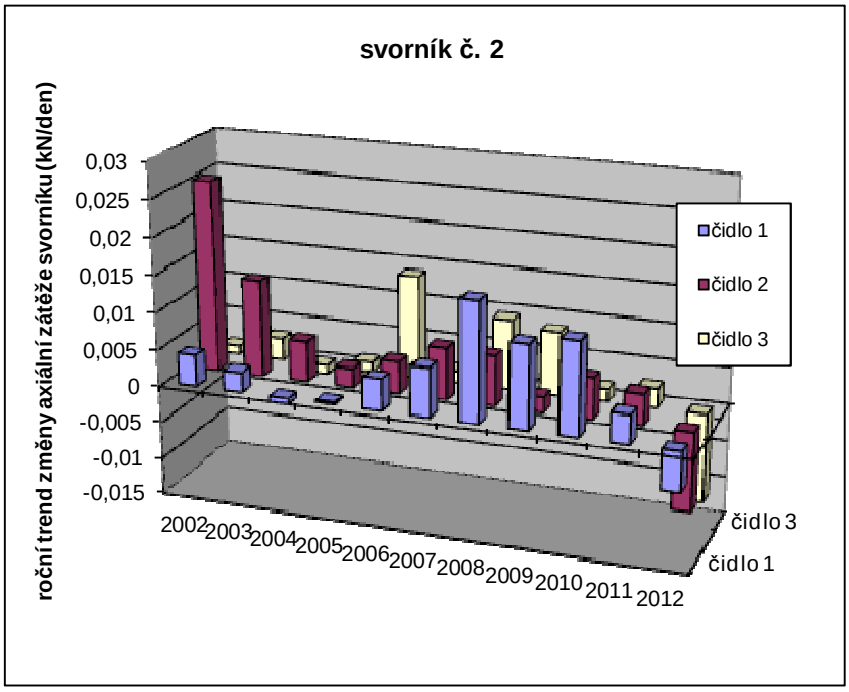
Z pozorování v roce 2011 a 2012 v návaznosti na předchozí sledované období je patrno, vyjma svorníku 7, mírné zvyšování, dříve uvedeného tahového zatížení jednotlivých svorníků bloky horninového masívu ještě nedosáhlo své maximální hodnoty a i když se pravděpodobně nebude již dále výrazněji zvyšovat, stále pokračuje i po tak dlouhém období a k jistému nárůstu tahového zatížení ještě v budoucnu zřejmě dojde. Roční rychlosti nárůstu -trendy deformací jsou v letošním roce v absolutní hodnotě vesměs menší než vyhodnocené v minulém roce. Zátěžový mechanismus instalovaných svorníků v období od roku 2008 je obdobný ve všech případech instalovaných svorníkových těles, kdy vzhledem k „únavě materiálu“ horninového masívu (reologickým vlastnostem masivu) a vzhledem k porušení hornin v okolí důlního díla trhací prací při ražbě, došlo v uplynulém období (u svorníků č. 8, č. 7, č. 6, č. 4, č. 3, č. 2 a č. 1) k vytvoření horninových bloků v okolí instalovaných měřících svorníků, které vlastní vahou působí na daný svorník.

Pro lepší názornost byly zpracovány celoroční průměrné změny axiální zátěže svorníků za posledních 10 let Obr. 4.9 – 4.15. Je patrné, že ve většině případů docházelo v období do roku 2006-2007 k postupnému útlumu nárůstu dalšího, dle předpokladů převážně tahového zatížení. Tento nárůst však stále nebyl nulový. I v průběhu těchto posledních 5 let jsou patrny některé z pohledu relaxace masívu nestandardní hodnoty změn zatížení na některých čidlech. Srovnáním trendů posledních 5 let můžeme zaregistrovat, že k zastavení vývoje stále ještě nedochází. Snad jen v posledním roce na většině svorníkových čidel vyjma svorníku č.7 je patrná snížená rychlost zatěžování svorníku viz. trendy čidel na obr. 4.9-4.15.

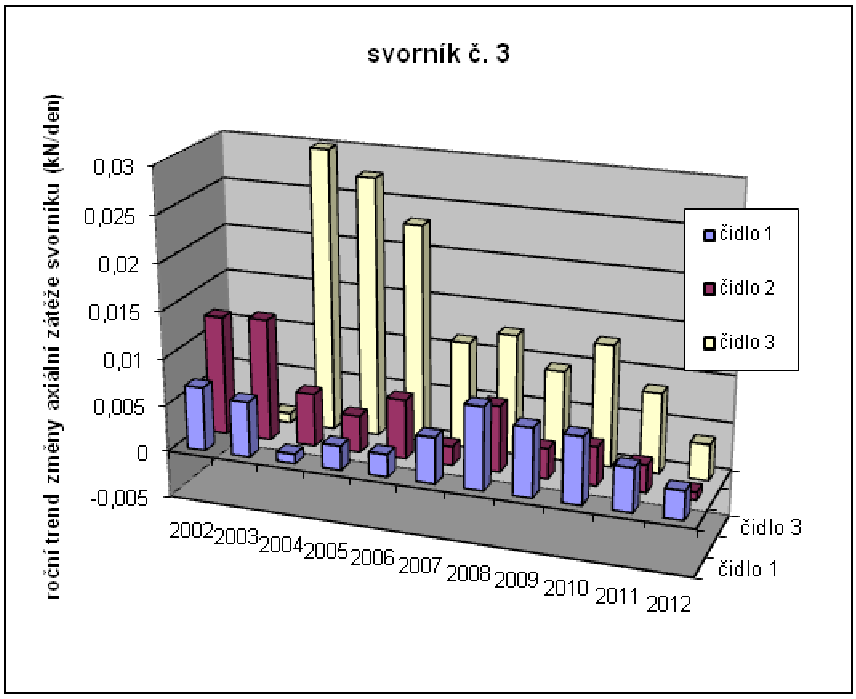
Případné deformační změny, či některý anomální časový vývoj relativních změn napětí v masivu jsou dobře patrné jen z pohledu dlouhodobého měření, proto doporučujeme v rámci relativního zklidnění vývoje pokračovat i nadále v měření zabudovaných svorníků v následujícím období roku 2013.



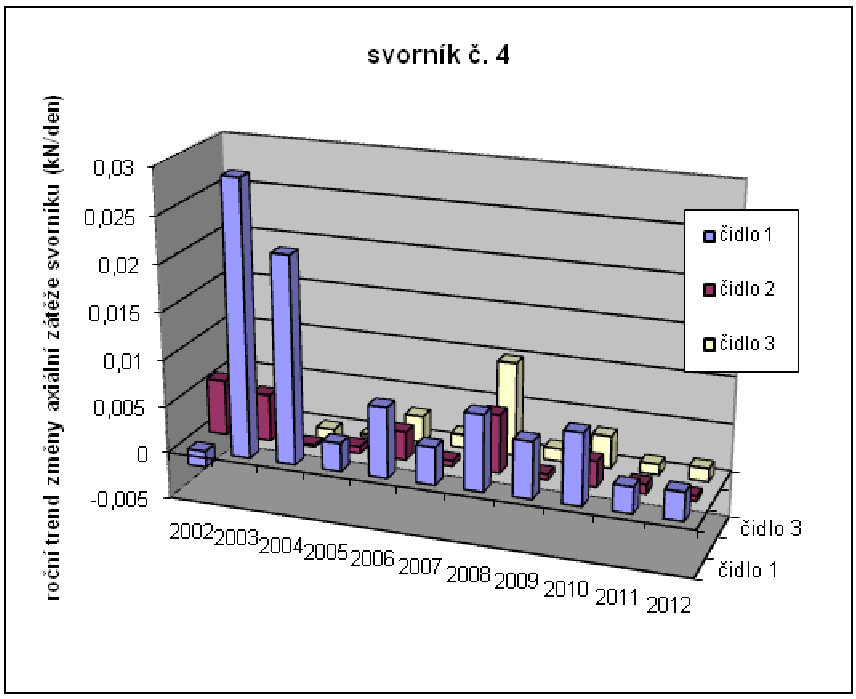
Obr. 4.9: Průměrná denní rychlost změny axiálního zatížení svorníku č. 1 v daném roce (odvozeno z lineární regrese v daném roce)



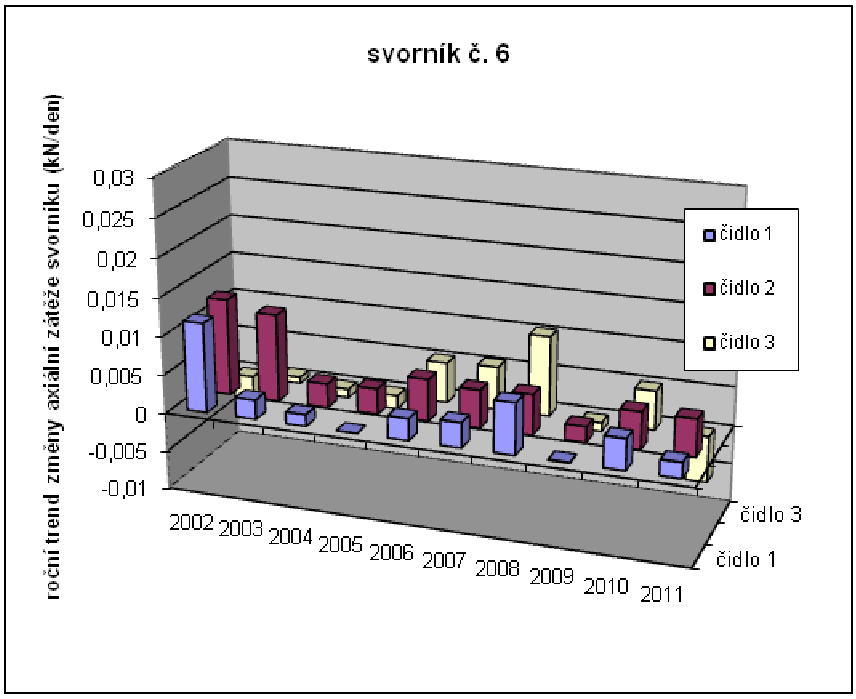
Obr. 4.10: Průměrná denní rychlost změny axiálního zatížení svorníku č. 2 v daném roce (odvozeno z lineární regrese v daném roce)



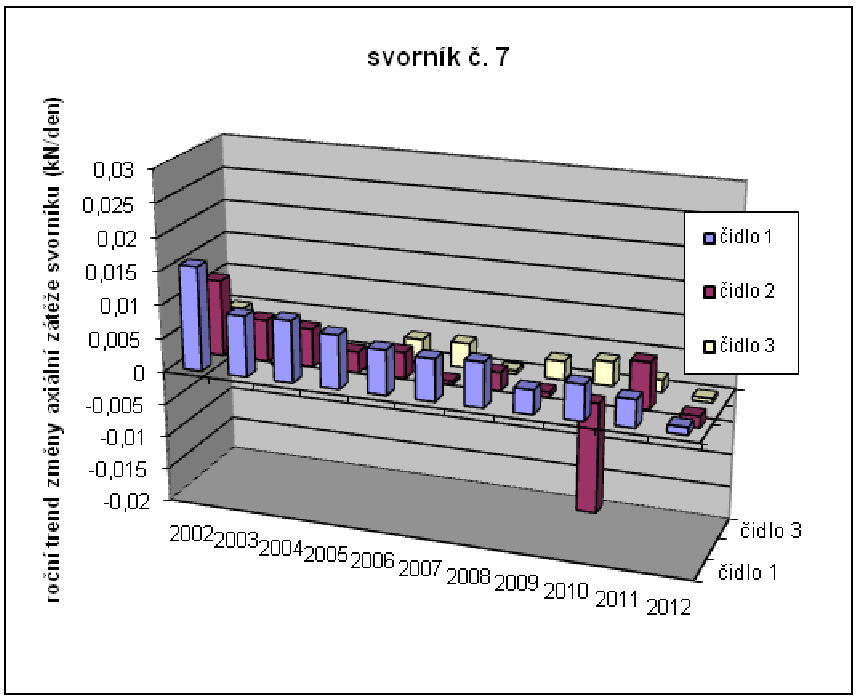
Obr. 4.11: Průměrná denní rychlost změny axiálního zatížení svorníku č. 3 v daném roce (odvozeno z lineární regrese v daném roce)



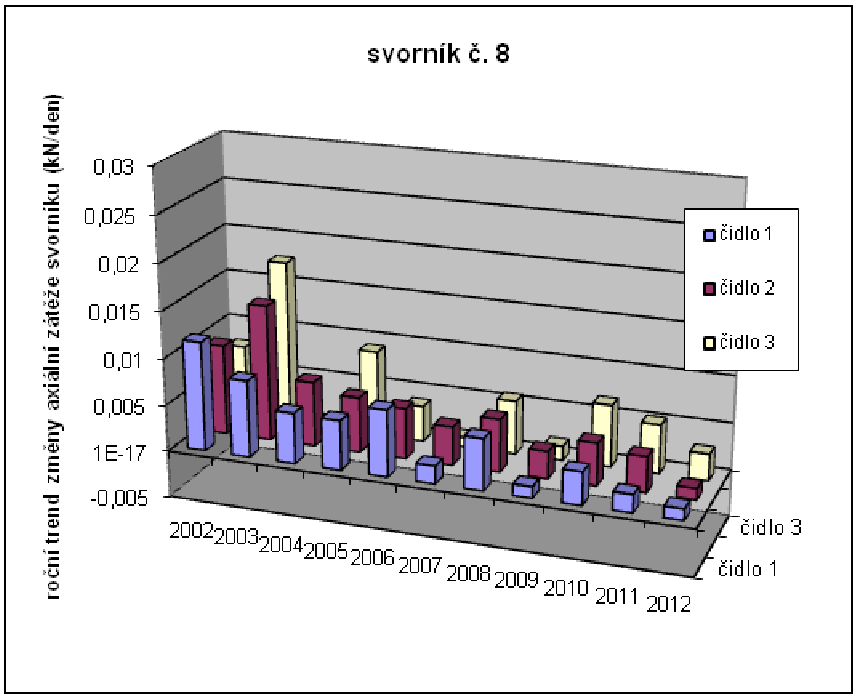
Obr. 4.12: Průměrná denní rychlost změny axiálního zatížení svorníku č. 4 v daném roce (odvozeno z lineární regrese v daném roce)



Obr. 4.13: Průměrná denní rychlost změny axiálního zatížení svorníku č. 6 v daném roce (odvozeno z lineární regrese v daném roce)



Obr. 4.14: Průměrná denní rychlost změny axiálního zatížení svorníku č. 7 v daném roce (odvozeno z lineární regrese v daném roce)



Obr. 4.15: Průměrná denní rychlost změny axiálního zatížení svorníku č. 8 v daném roce (odvozeno z lineární regrese v daném roce)

5. ZÁVĚR

Po celé délce přístupové a průzkumné chodby lokality Skalka je rozmístěno celkem 8 měřicích tenzometrických svorníků pro měření relativních změn napětí v horninovém masivu v okolí chodeb. Svorníky jsou rozmístěny tak, aby měření pokrývala všechny hlavní geologické a geotechnické formace sledované lokality.

Měření, probíhající nepřetržitě od 1997 doposud, prokázala ve většině případů ustálené vývoje trendů naměřených hodnot relativního napětí, v roce 2011 a 2012 pouze s malými změnami v čase. Výjimkou je jen tenzometr 1 a 3 svorníku č. 3, tenzometr 1 svorníku č. 4 a tenzometr 2 svorníku 7. Výsledky měření tedy potvrzují předpoklad o ustáleném, relativně stabilním stavu průzkumných děl a okolního horninového masivu. Na druhé straně nejen zatížení, ale i současné roční změny zatížení svorníku jsou v převážné míře tahového charakteru a ukazují, že relaxační proces přeskupení napětí v masivu dosud nebyl zcela ukončen.

U svorníků č.1, č.2, č. 3, č. 4, č. 6., č. 7. a č. 8. je možno konstatovat, že se projevil obdobný vývoj napětí, který byl pravděpodobně způsoben vytvořením velkých horninových bloků v okolí měřících svorníků, které vlivem gravitace tahově zatěžují vlastní těleso svorníku. Tento vývoj je však na těchto svornících již z větší části ukončen – s výjimkou pozic 1 a 3 svorníků č. 2 a svorníku č.3, 1. tenzometru svorníku č.4. Změna ve vývoji zatížení svorníkové tyče č.7 v oblasti čidla 2 vykazuje v roce 2011 v kontextu dlouhodobého sledování charakteru zatížení tyče relativně významné odlehčení, avšak v roce 2012 se již situace opět vrací ke stabilnímu průběhu. Podobné odlehčení se projevilo v tomto roce na čidle 3. Vývoj na těchto čidlech by bylo vhodné i nadále sledovat.

Díky systematickému měření je k dispozici unikátní, více než 15 letá řada měření, která zcela jedinečně vypovídá o stabilitních vlastnostech horninového masivu lokality Skalka.

Většina měřených bodů vykazuje tendenci k stabilizaci deformace resp. zatížení. I tak však doporučujeme, aby měření pokračovala v dalším období po 1. lednu 2013. Případné deformační změny a případný anomální časový vývoj relativních změn napětí v masivu jsou dobře patrné zejména z dlouhodobého měření. Ačkoliv měřené roční změny zatížení jsou relativně malé, viditelné trendy zatěžování i po tak dlouhé době nasvědčují, že deformační změny v masivu v okolí sladovaných chodeb stále ještě nejsou ukončeny.

Měřicí svorníky jsou v dobrém stavu s výjimkou nefunkčního svorníku č.5 (který pravidelně doporučujeme nahradit novým). V minulém roce byla také z důvodů spolehlivosti provedena plánována výměna všech korozí zasažených přípojných míst. To vytváří podmínky pro následná měření v roce 2013.

* * *

Reference

1. Hortvík K. (1997): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 97-009-001 (č. zhotovitele 284/77/10), ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 1***),
2. Hortvík K. (1998): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 98-002-001 (č. zhotovitele 297/88/10), ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 2***),
3. Hortvík K. (1999): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 1999. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 98-002-101 (č. zhotovitele 321/99/10), ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 3***).
4. Hortvík K. (2000): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2000. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 98-002-201 (č. zhotovitele 357/00/10), ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 4***).
5. Hortvík K. (2001): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2001. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 98-002-302 (č. zhotovitele 392/11/10), ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 5***).
6. Hortvík K. (2002): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2002. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 98-002-402 (č. zhotovitele 420/22/10), ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 6***).
7. Hortvík K. (2003): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2003. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 98-002-502 (č. zhotovitele 450/33/10), ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 7***).
8. Hortvík K. (2004): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2004. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 98-002-602 (č. zhotovitele 499/44/10), ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 8***).
9. Staš, L.. (2005): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2005. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 98-002-702 (č. zhotovitele 499/45/10), ÚGN AVČR Ostrava ***(lit. 9)***.
10. Staš, L.. (2006): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2006. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 98-002-802 (č. zhotovitele 571/66/10) –, ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 10)***.
11. Staš, L.. (2007): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2007. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. 98-002-802 (č. zhotovitele 597/7710) –, ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 11)***.
12. Staš, L.. (2008): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2008. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. zhotovitele 619/88/10) –, ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 12)***.
13. Staš, L.. (2009): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2009. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. zhotovitele 655/99/10) –, ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 13)***.
14. Staš, L.. (2010): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2010. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. zhotovitele 691/00/10) –, ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 14)***.

15. Staš, L.. (2011): Měření změn napětí v horninovém masivu v okolí průzkumné štoly staveniště „Skalka“ pomocí tensometrických svorníků v roce 2011. Závěrečná zpráva ke Smlouvě o dílo č. zhotovitele 745/11/10) –, ÚGN AVČR Ostrava (***lit. 15)***.