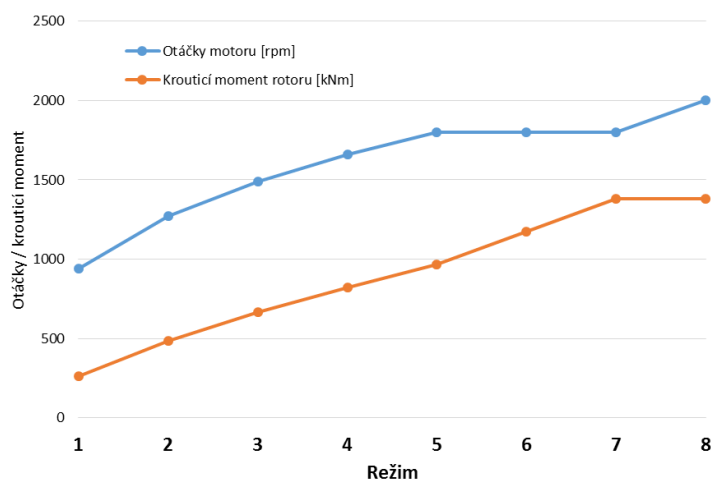


Testování bylo realizováno v několika režimech dle Tab. 1. Do vyhodnocení byly zahrnuty červeně vyznačené režimy, které byly naměřeny bez výpadku. Ostatní režimy nebyly z technických důvodů v měření realizovány.

Tab. 1: Zátěžné režimy

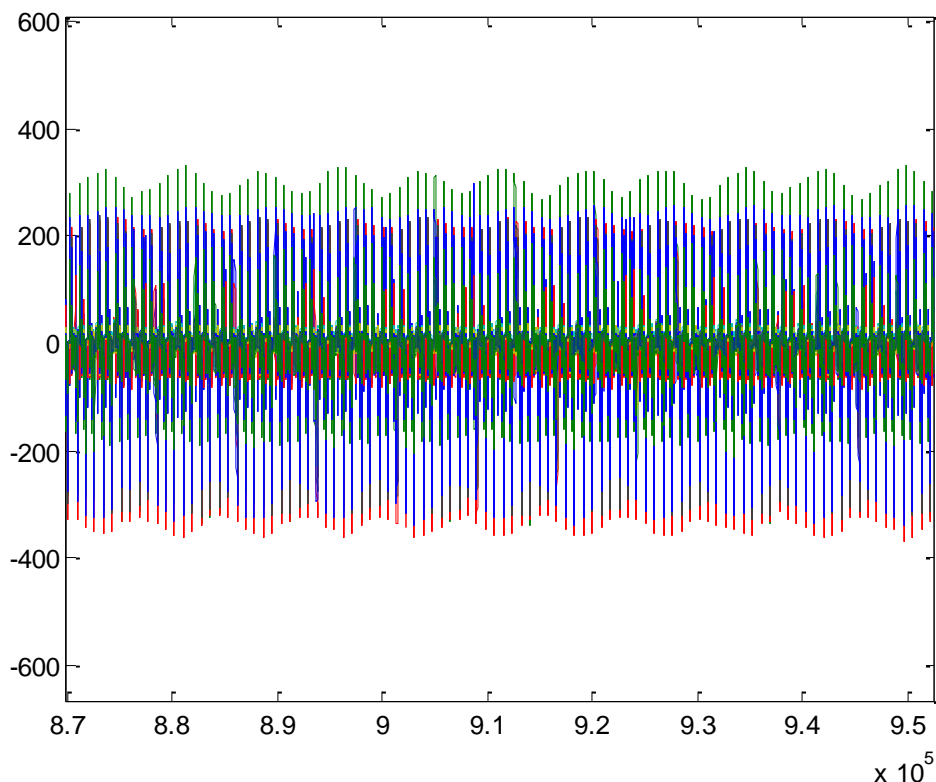
Režim	Otáčky motoru [rpm]	Krouticí moment rotoru [kNm]
1	939	264
2	1271	488
3	1489	667
4	1660	822
5	1798	966
6	1798	1173
7	1798	1380
8	2000	1380

Pro získání názornější představy o vnášeném zatížení jsou data uspořádána do grafu na obr. 1



Obr. 1: Testování převodovky – jednotlivé režimy (zdroj: Wikov)

Při uspořádání jednotlivých identifikovaných záběrů příslušných měřících kanálů do chronologicky navazujících řad byla zjištěna proměnlivá velikost napětí v patách zubů na všech 16 kanálech (Obr. 2). Vodorovná osa je v tomto případě tvořena počtem samplů od počátku dané fáze měření, která neodpovídá reálnému času v s. Po přepočtení vykazuje zaznamenaný průběh špičkových hodnot sinusový charakter, jehož frekvence je shodná s otáčkami unašeče.



Obr. 2: Signály ze všech tenzometrů (časové řazení dle kanálu 1)

Identifikované záběry byly pro každý vyhodnocovaný režim seřazeny v chronologickém pořadí při respektování časové osy, která byla rekonstruována ze znalosti otáček vstupní hřídele a informací z Hallovy sond.

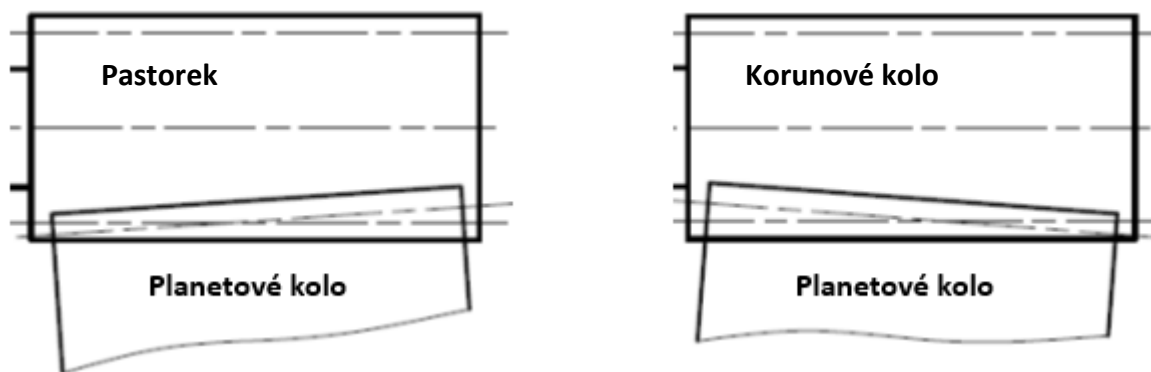
Vyhodnocení proběhlo ve třech stavech:

a) *Střední hodnoty sinusových průběhů*

1. stav – střední hodnota. Touto cestou je eliminováno kolísání amplitudy signálů a je prezentována zřetelně míra rovnoměrnosti rozložení zatížení po šířce měřeného zubu. Střední hodnoty na jednotlivých tenzometrech byly stanoveny jako aritmetický průměr všech hodnot v záznamu pro daný režim měření po odstranění extrémních hodnot, které bylo provedeno definovanou hranicí výskytu s pravděpodobností pod 5%. Pro stanovení průměrného tvaru průběhu záběru, který byl použit pro uvedené grafické zobrazení, pak byly vybrány úseky s odpovídající amplitudou v rámci přesnosti vycházející z příslušné směrodatné odchylky.

b) *Posouzení dle extrémních hodnot na prvním kanálu*

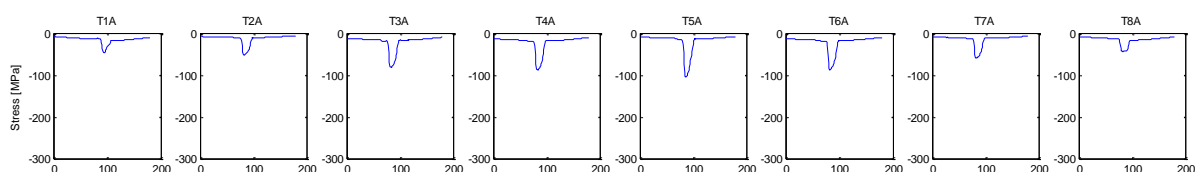
2. stav – „max“, 3. stav – „min“. Tento přístup byl proveden za účelem zjištění vlivu sinusového průběhu na charakter rozložení napětí po šířce ozubení. Za určující byl zvolen signál z tenzometru T1A resp. T1B. Stav, kdy je na tenzometru č. 1 dosaženo maximální hodnoty, je v dalším textu označen „max“ a stav, kdy je na tomtéž detekována minimální hodnota, je značen jako „min“. Názornou představu o vzniku popsanych situací poskytuje obr. 3 pro záběr satelitu s pastorkem. Analogicky vypadá záběr s korunovým kolem.



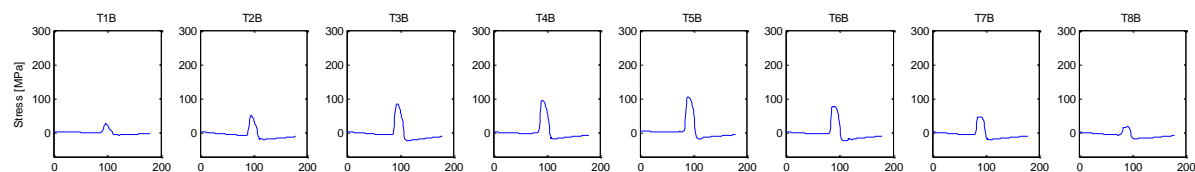
Obr. 3: Vzájemné vychýlení planetového kola a pastorku, resp. korunového kola během záběru

Všechna vyhodnocení byla provedena pro 5 režimů (3, 4, 5, 6 a 7 dle obr. 7 a tab. 1). Pro planetové kolo byl v každém režimu pro oba zuby stanoven koeficient $K_{H\beta}$.

Vyhodnocení je zobrazeno graficky jako průběh napětí při záběru ozubení. Vyhodnocováno bylo zvlášť tahové namáhání pro záběr jednoho zubu (obr. 4a) a zvlášť tlakové namáhání pro záběr druhého zubu (obr. 4b) na jednotlivých tenzometrech T1 až T8. Pro tyto drážky byly měřeny hodnoty záběru s korunovým kolem a pastorkem.

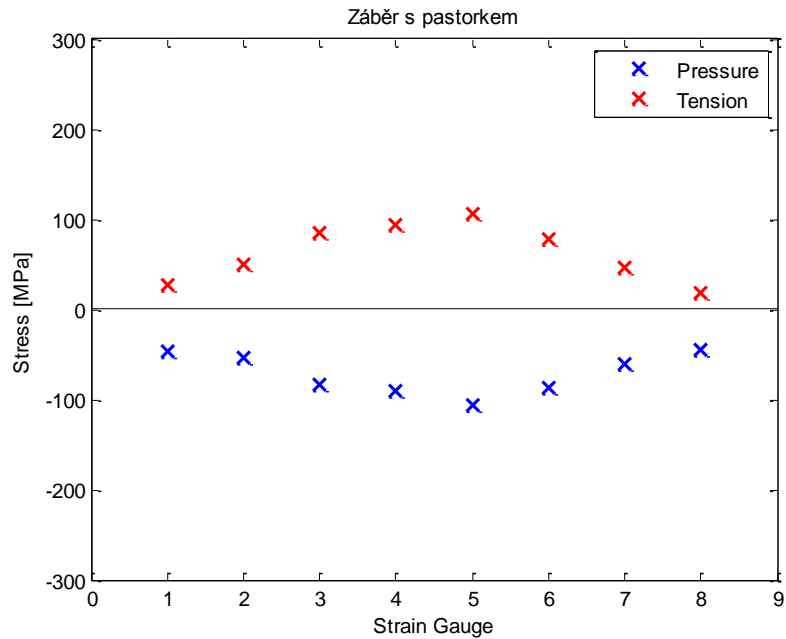


Obr. 4a: Záběr ozubení – tlakové namáhání zubu



Obr. 4b: Záběr ozubení – tahové namáhání zubu

Z obou průběhů pro jednotlivé zuby byla vybrána maxima (resp. minima), která byla uspořádána do grafů zobrazujících jejich rozložení po šířce ozubení (obr. 5, modře tlak, červeně tah).



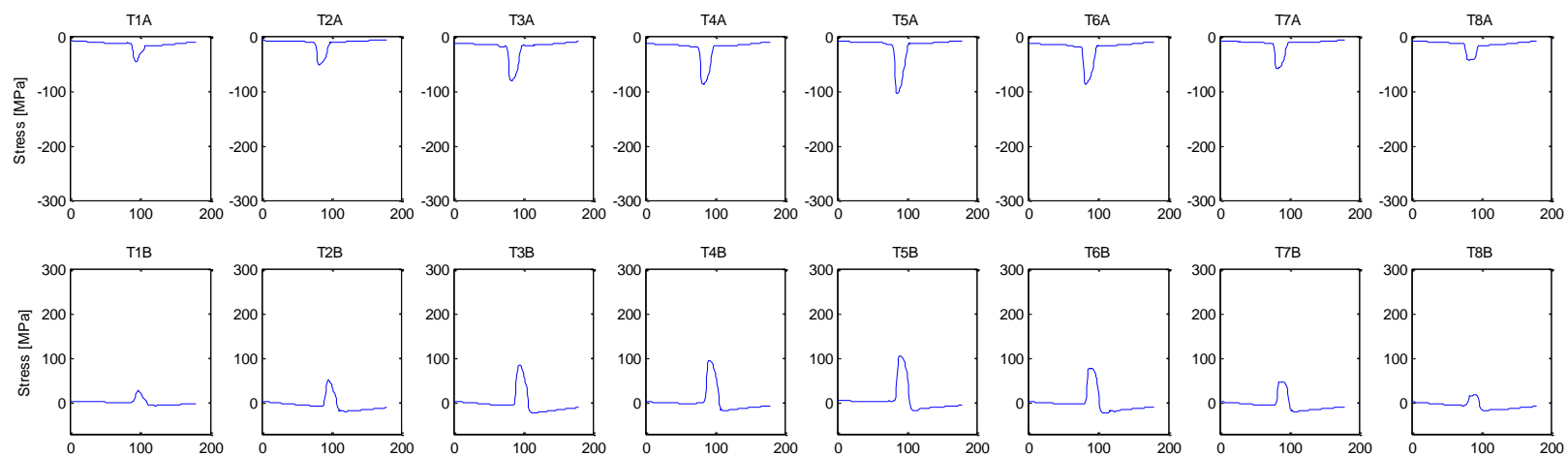
Obr. 5: Maximální hodnoty napětí v záběru s korunovým kolem nebo pastorkem; tahové a tlakové namáhání zubů na šířce zubu

V následujícím kroku bylo z dat grafů dle obr. 5 a v souladu s výše uvedenou definicí dopočítán koeficient $K_{h\beta}$ pro každý režim měření (dle Tab. 1). Výstupem práce je pak zobrazení vývoje $K_{h\beta}$ v závislosti na fázi měření (zatížení).

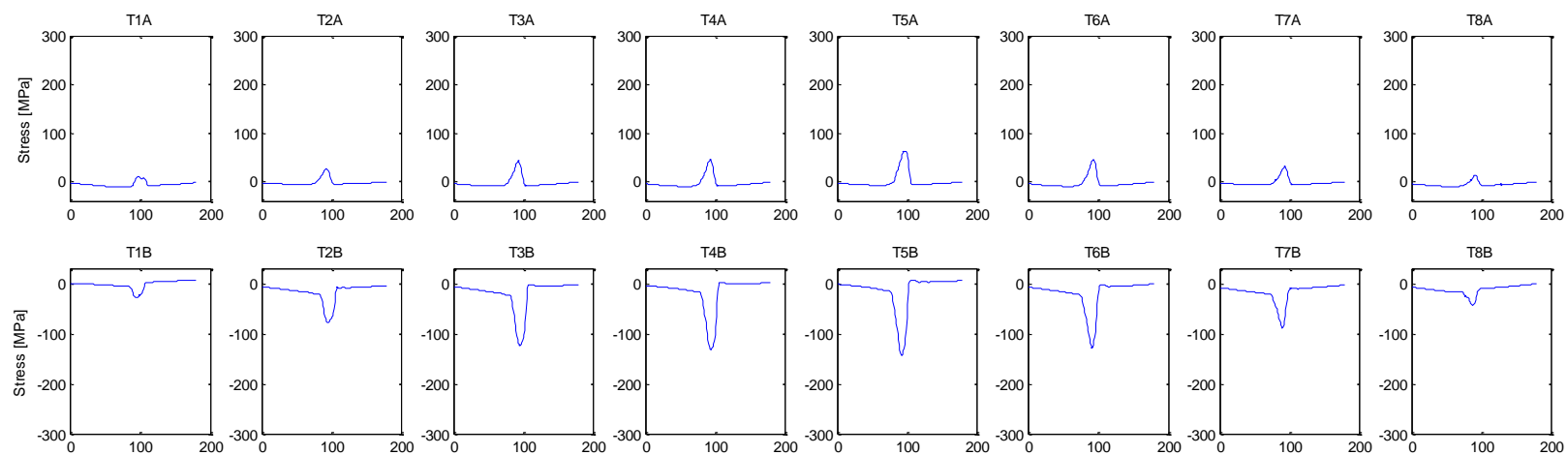
Dílčí výsledky

Následující část práce prezentuje data připravená pro konečné vyhodnocení pro každý měřený zub ve všech režimech měření. Data jsou prezentována v grafické podobě, konkrétní představu o dosahovaných špičkových hodnotách přinášejí uvedené tabulky.

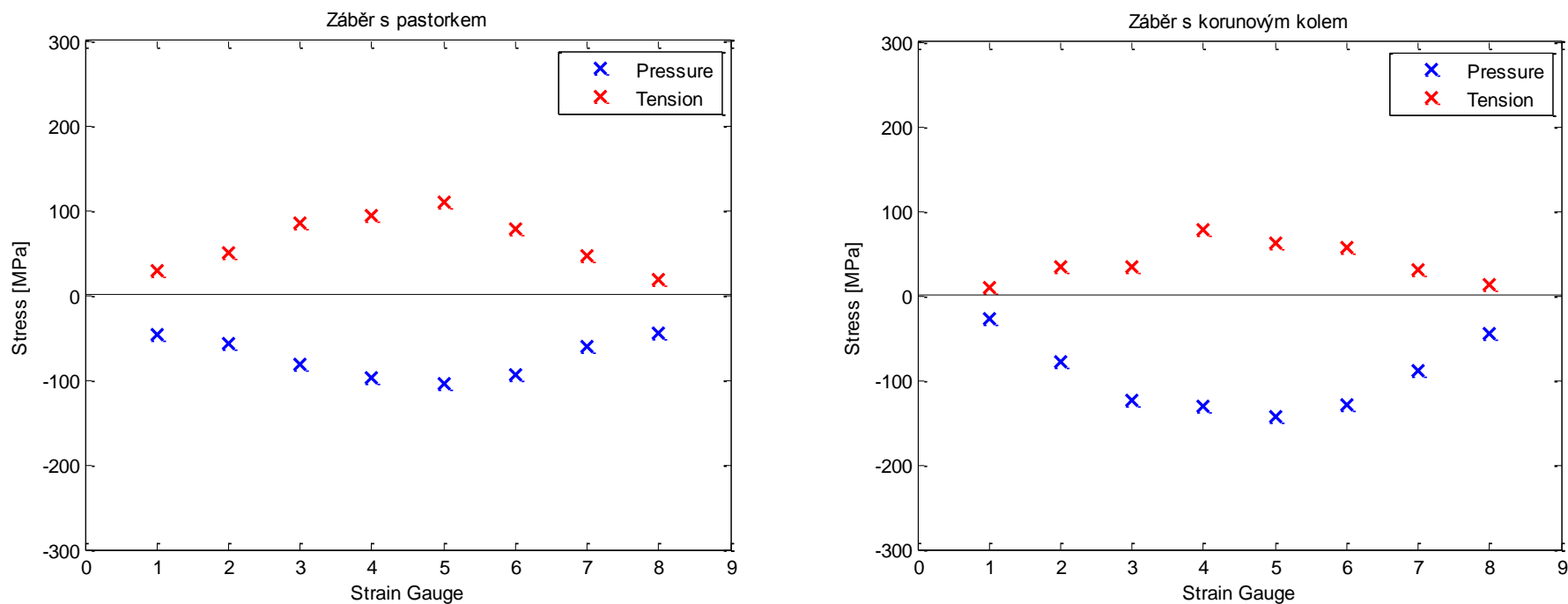
Režim 3



Obr. 6: Signál z tenzometrů během záběru planetového kola s pastorkem – zub A a B



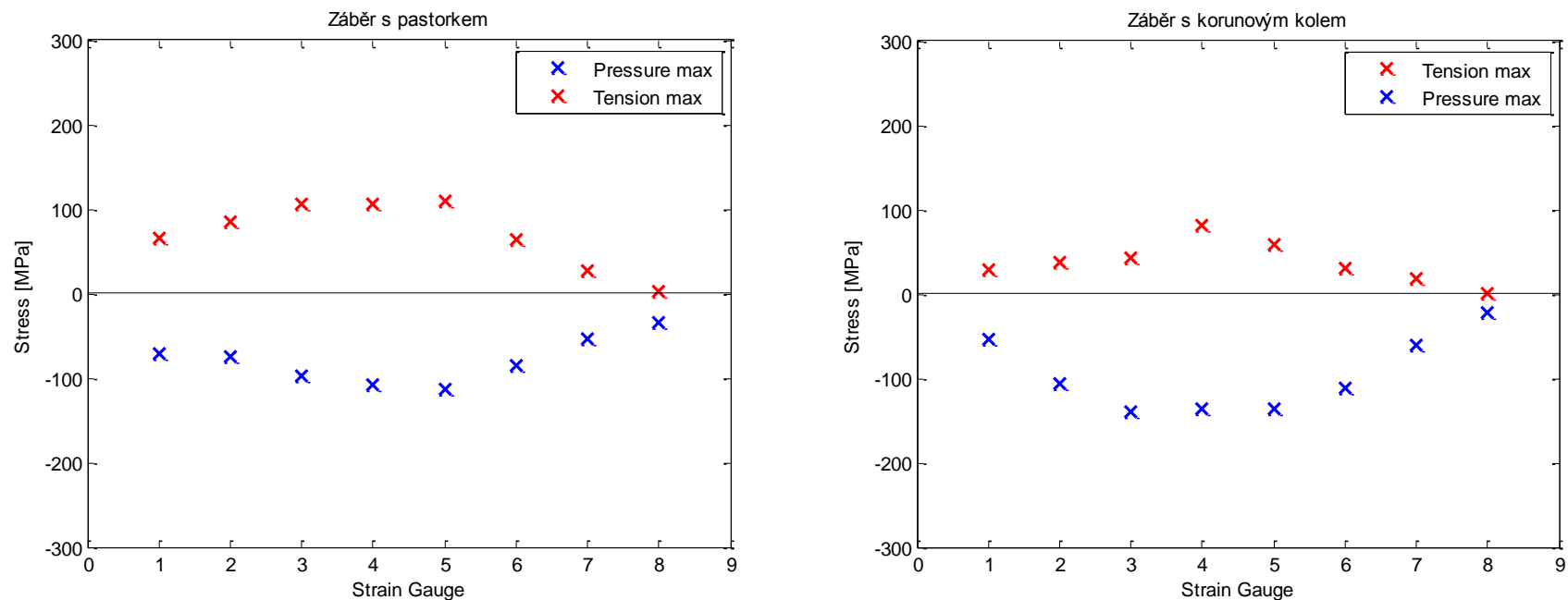
Obr. 7: Signál z tenzometrů během záběru planetového kola s korunovým kolem – zub A a B (ilustrační obr. – střední hodnoty)



Obr. 8: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – střední hodnoty

Tab. 2: Maximální hodnoty napětí při záběru – střední hodnoty

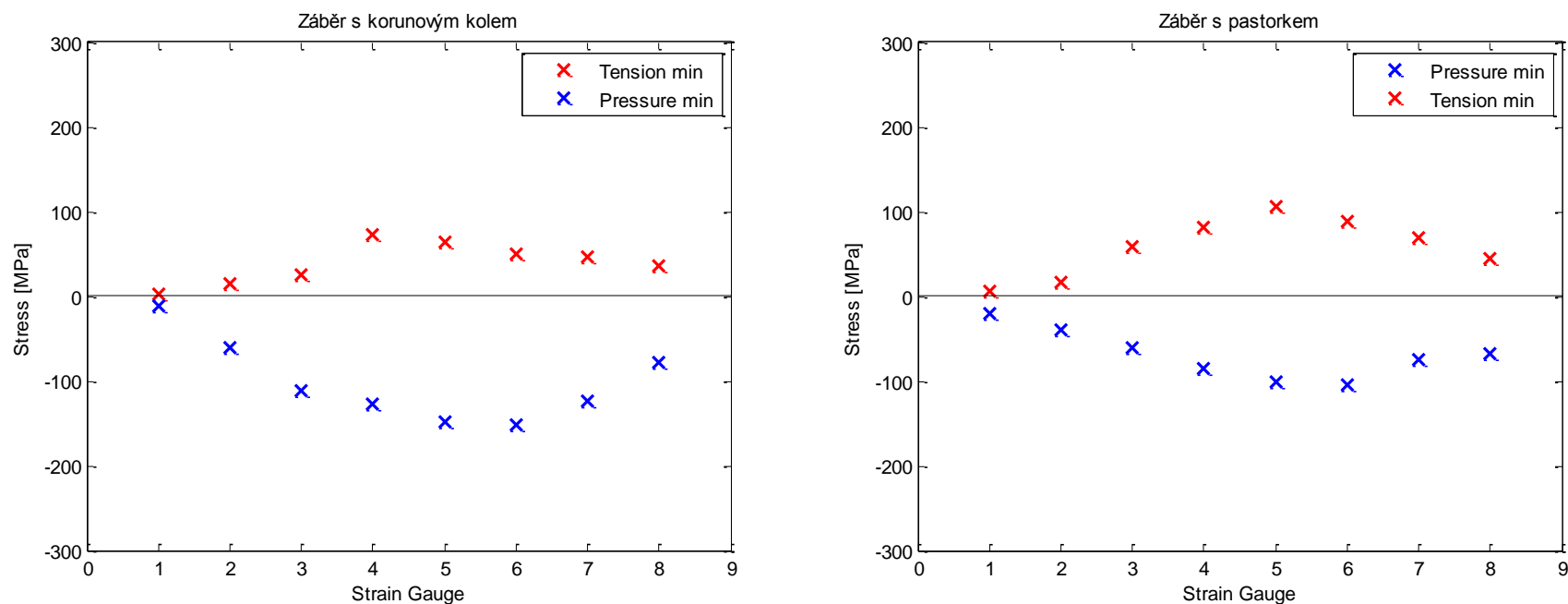
	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-47,15	-57,17	-80,84	-96,59	-104,99	-94,62	-60,32	-44,09	1,4339
	Tah	29,21	50,29	85,80	94,33	108,88	77,78	46,74	19,17	1,7005
Záběr s korunou	Tah	9,45	34,13	33,81	77,65	62,68	56,48	30,65	13,39	1,9519
	Tlak	-27,04	-77,38	-122,96	-130,75	-142,23	-128,08	-89,35	-44,30	1,4921



Obr. 9: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – stav „max“

Tab. 3: Maximální hodnoty napětí při záběru – „max“

	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-71,77	-74,21	-97,58	-107,50	-112,50	-85,05	-54,14	-34,59	1,4121
	Tah	65,33	85,57	106,30	107,00	109,90	64,89	26,53	2,77	1,5471
Záběr s korunou	Tah	28,52	38,35	43,68	81,40	58,39	31,44	18,86	1,26	2,1570
	Tlak	-53,44	-106,90	-138,70	-135,80	-136,80	-111,40	-60,00	-21,56	1,4512

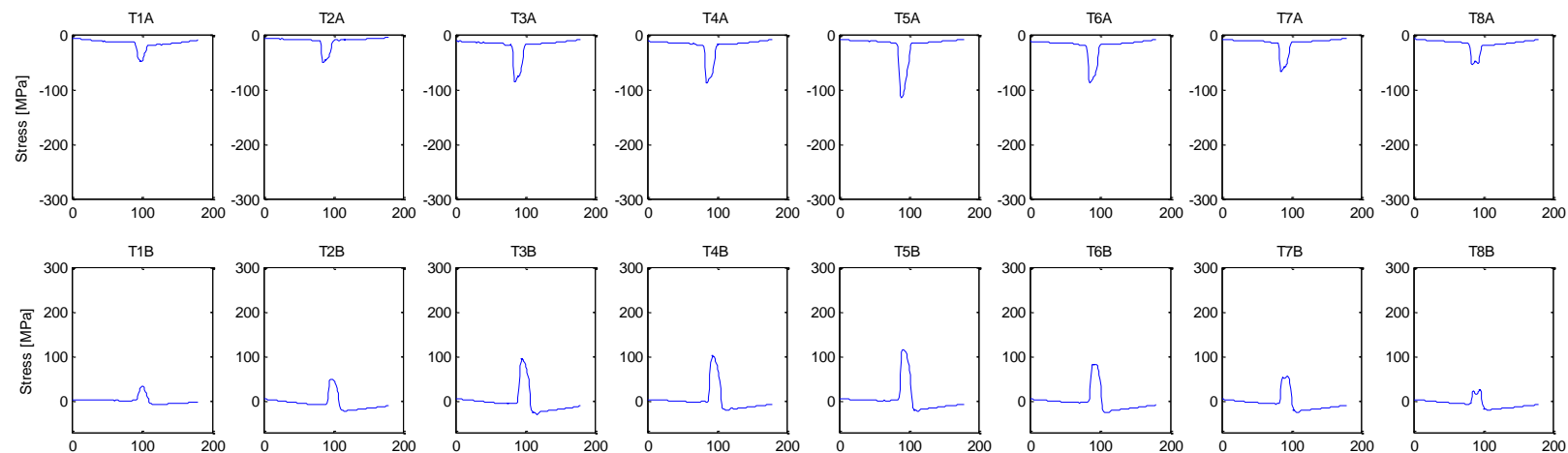


Obr. 10: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – stav „min“

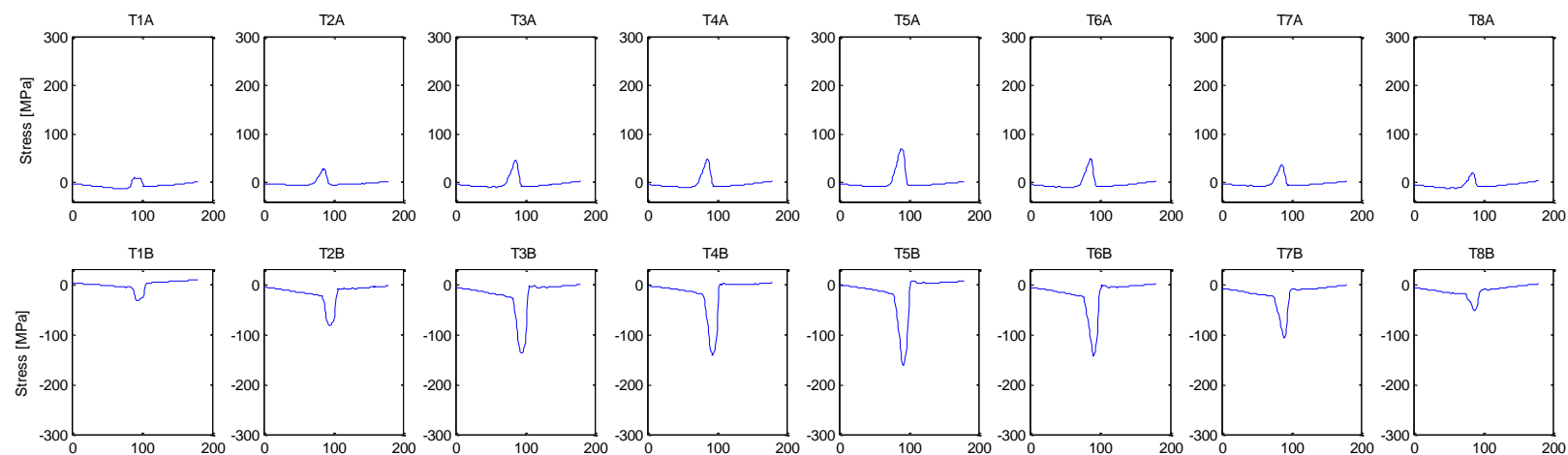
Tab. 4: Maximální hodnoty napětí při záběru – „min“

	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-20,69	-38,92	-60,46	-84,30	-101,70	-103,60	-74,14	-67,73	1,5027
	Tah	6,20	16,90	59,04	82,13	105,60	88,68	70,06	44,95	1,7839
Záběr s korunou	Tah	2,84	14,86	25,20	72,67	64,88	50,66	45,89	35,28	1,8617
	Tlak	-11,52	-60,42	-110,80	-127,70	-148,00	-151,90	-124,00	-78,87	1,4943

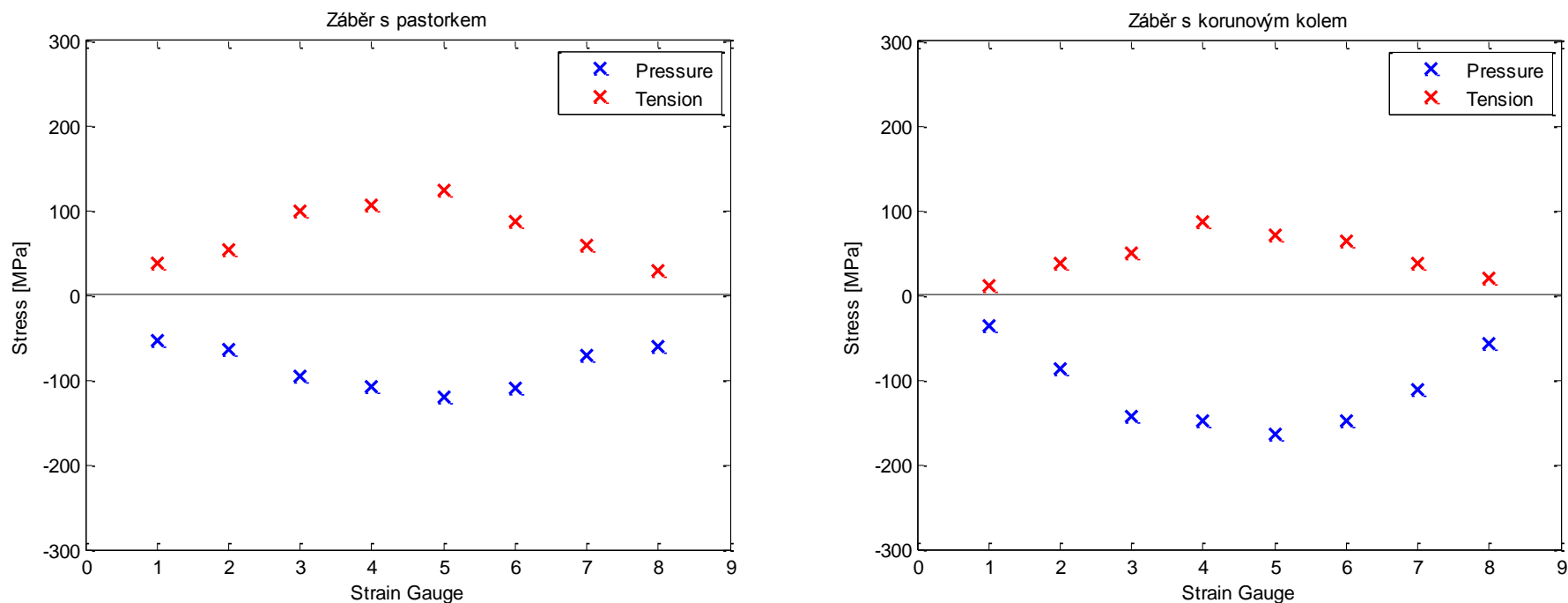
Režim 4



Obr. 11: Signál z tenzometrů během záběru planetového kola s pastorkem – zub A a B



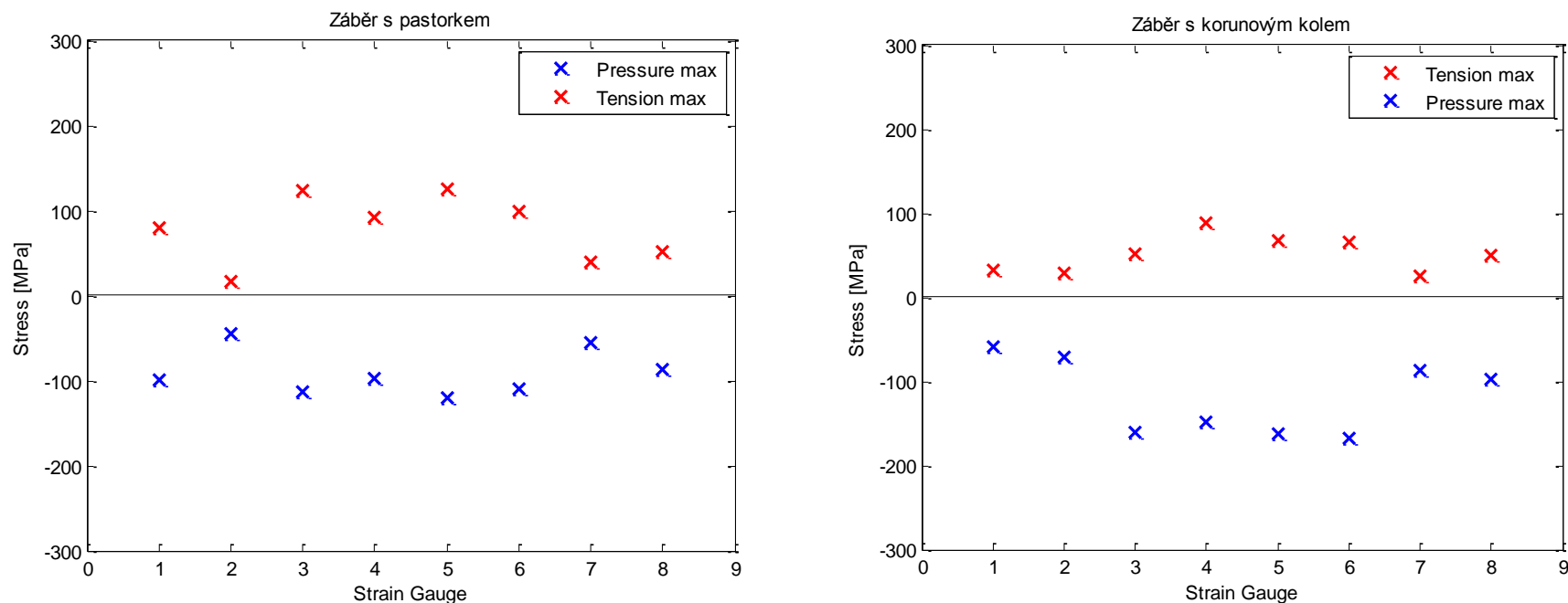
Obr. 12: Signál z tenzometrů během záběru planetového kola s korunovým kolem – zub A a B (ilustrační obr. – střední hodnoty)



Obr. 13: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – střední hodnoty

Tab. 5: Maximální hodnoty napětí při záběru – střední hodnoty

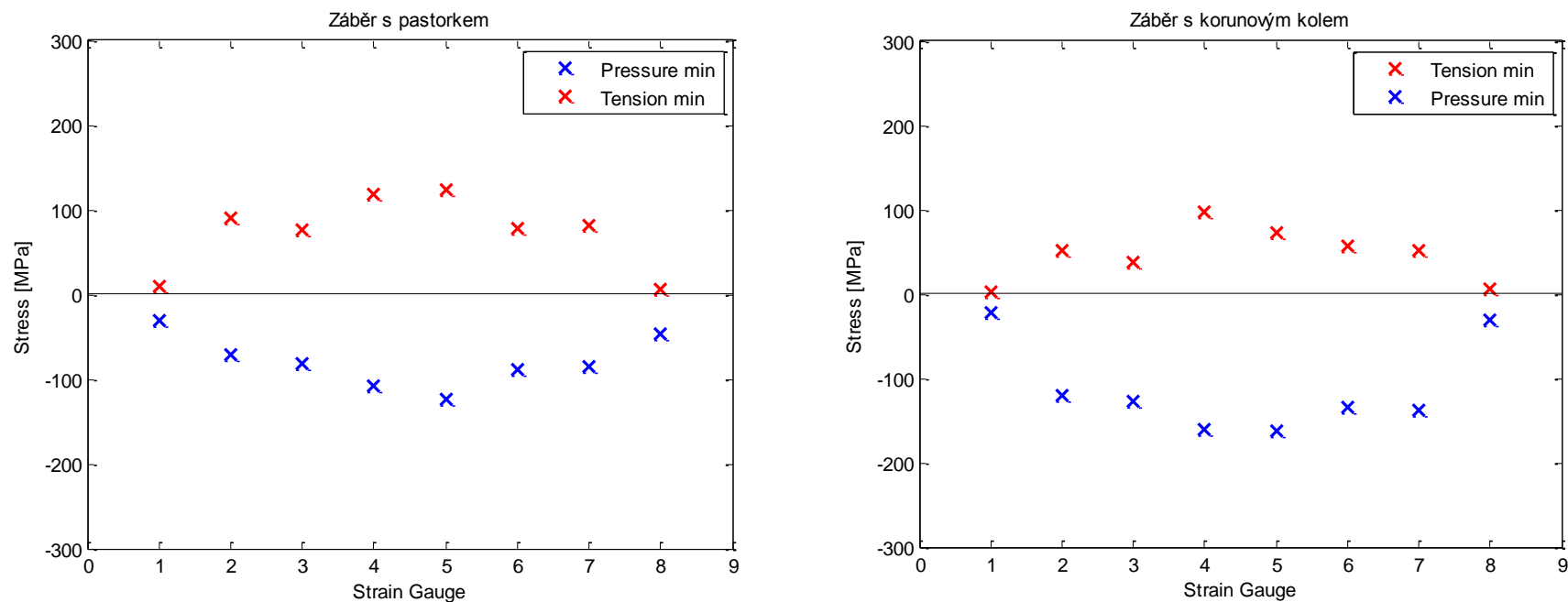
	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-54,10	-64,19	-94,88	-108,25	-119,67	-108,97	-70,76	-59,66	1,4068
	Tah	37,33	53,27	98,64	106,74	123,30	87,10	57,89	28,42	1,6643
Záběr s korunou	Tah	11,03	37,98	49,20	87,31	70,80	64,48	38,10	20,13	1,8428
	Tlak	-36,09	-87,58	-143,09	-147,69	-163,26	-148,68	-112,08	-56,69	1,4590



Obr. 14: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – stav „max“

Tab. 6: Maximální hodnoty napětí při záběru – „max“

	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-99,45	-44,17	-113,5	-98,14	-119,50	-110,40	-55,08	-87,16	1,3143
	Tah	80,32	17,27	123,80	91,47	125,4	98,99	39,86	52,38	1,5937
Záběr s korunou	Tah	32,48	29,45	52,22	88,08	67,00	64,94	25,48	49,35	1,7228
	Tlak	-58,87	-70,33	-160,50	-147,50	-162,10	-167,00	-87,51	-97,93	1,4037

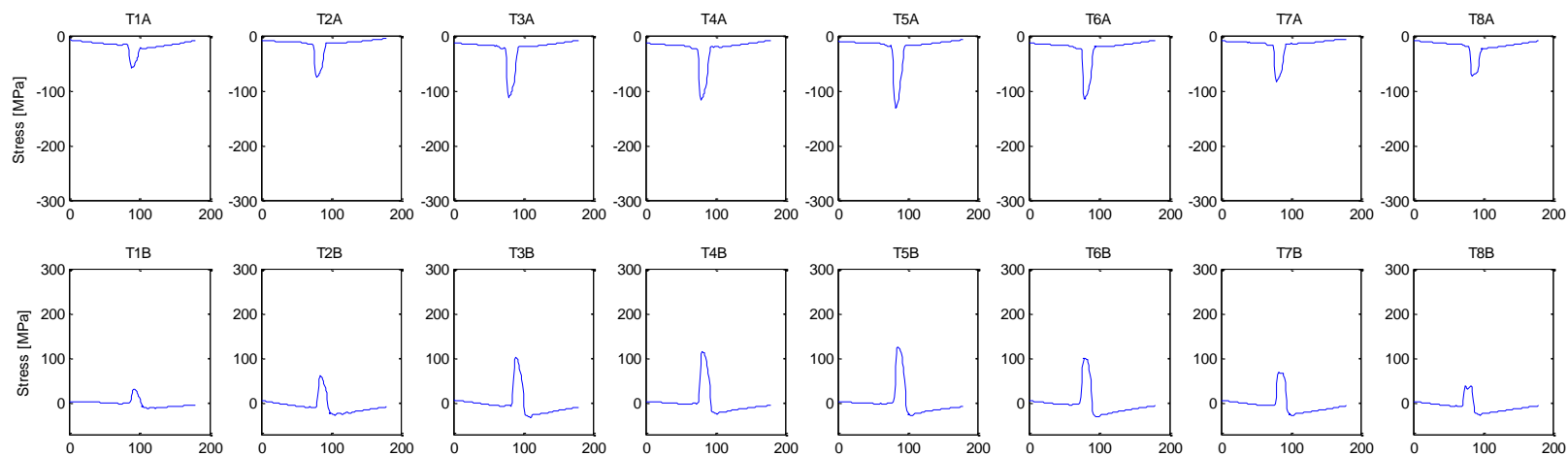


Obr. 15: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – stav „min“

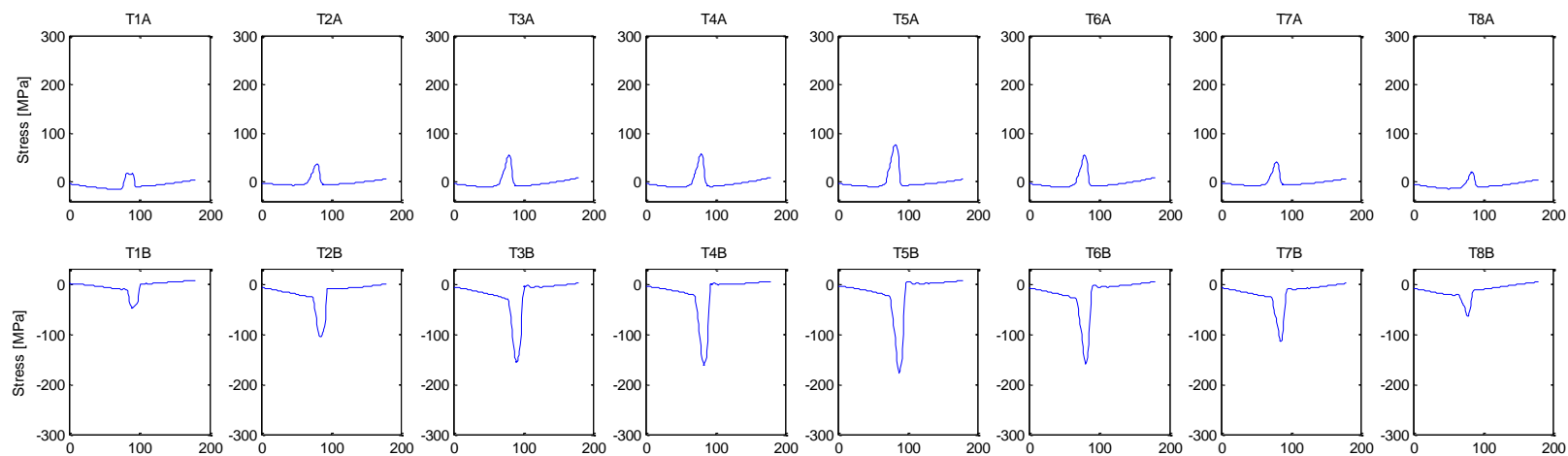
Tab. 7: Maximální hodnoty napětí při záběru – „min“

	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-30,78	-71,74	-81,52	-108,00	-123,30	-88,09	-85,36	-45,78	1,5544
	Tah	8,84	90,26	75,45	119,00	123,80	77,36	80,71	6,42	1,7022
Záběr s korunou	Tah	2,12	51,67	36,92	97,76	72,95	57,34	50,89	6,35	2,0800
	Tlak	-21,25	-119,50	-126,60	-160,50	-162,10	-134,60	-137,00	-31,43	1,4522

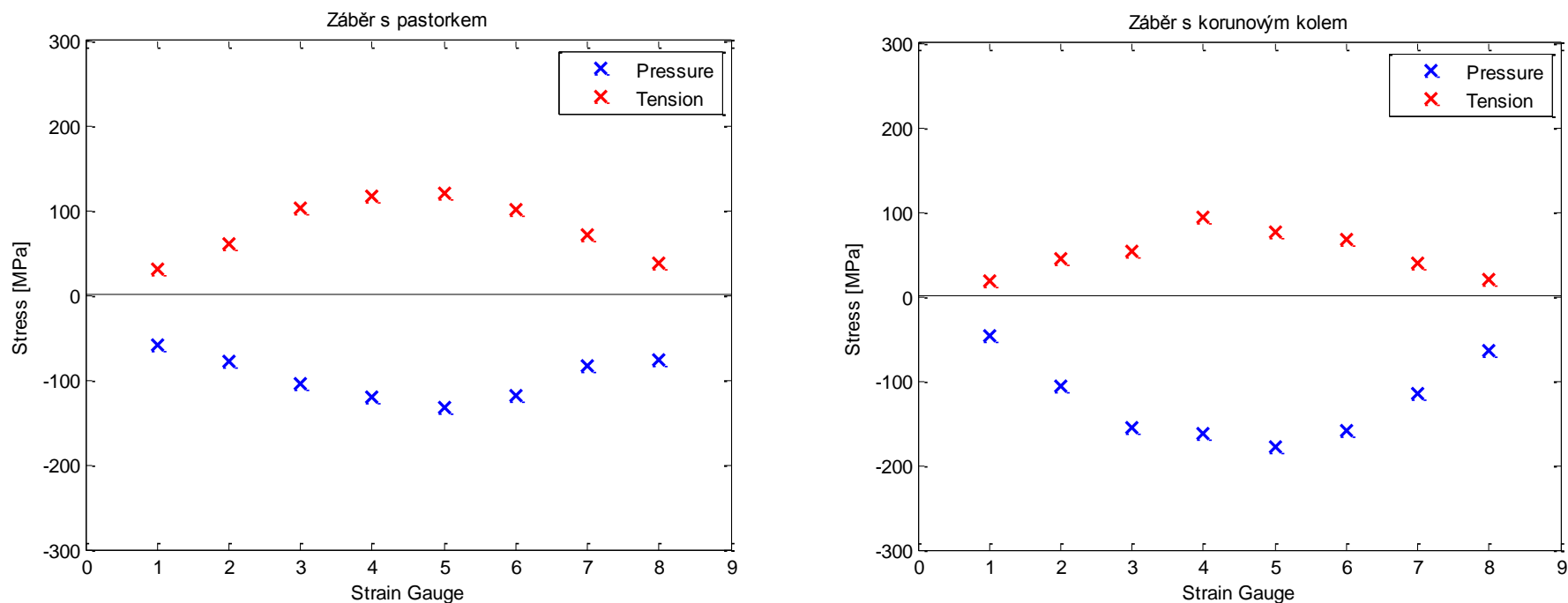
Režim 5



Obr. 16 Signál z tenzometrů během záběru planetového kola s pastorkem – zub A a B



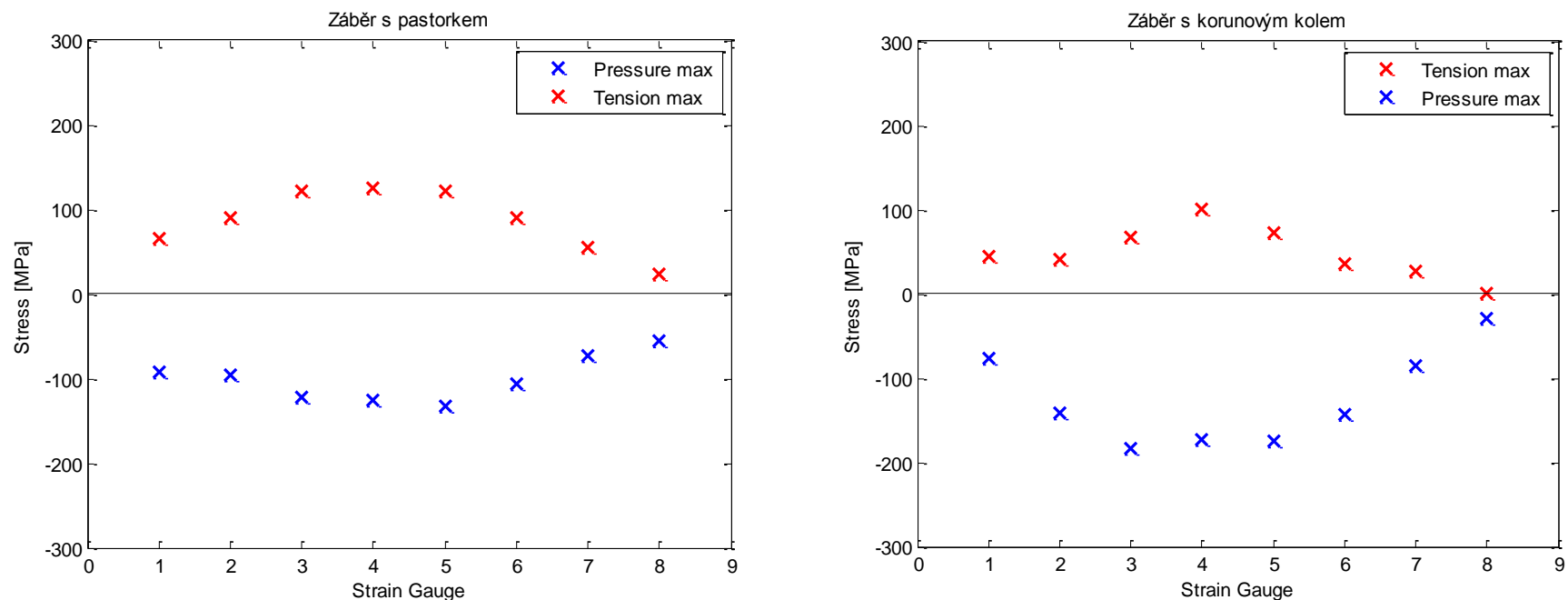
Obr. 17: Signál z tenzometrů během záběru planetového kola s korunovým kolem – zub A a B (ilustrační obr. – střední hodnoty)



Obr. 18: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – střední hodnoty

Tab. 8: Maximální hodnoty napětí při záběru – střední hodnoty

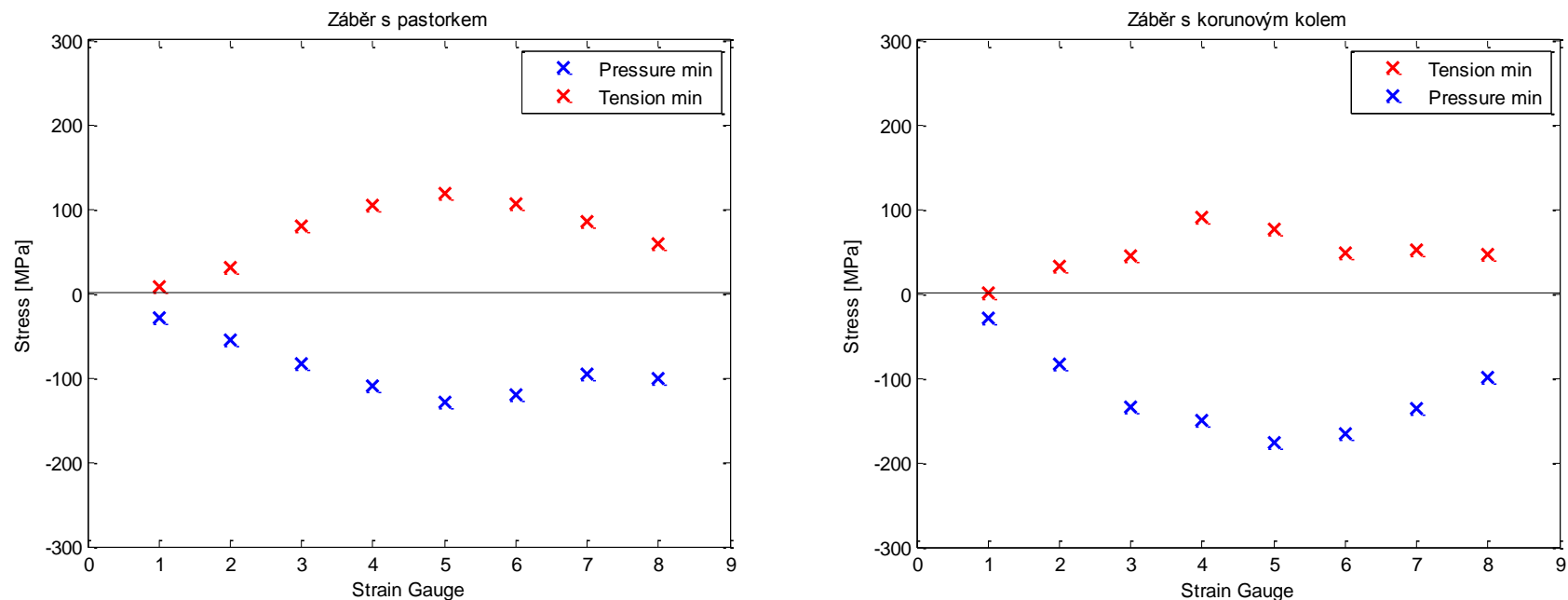
	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-58,51	-78,18	-105,17	-120,23	-131,90	-117,72	-84,14	-75,72	1,3676
	Tah	31,17	60,32	102,26	116,26	120,75	100,73	71,10	38,60	1,5065
Záběr s korunou	Tah	18,00	45,14	53,24	94,01	76,16	67,97	39,92	26,26	1,8135
	Tlak	-47,35	-105,52	-155,45	-162,28	-178,03	-158,88	-114,75	-64,29	1,4436



Obr. 19: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – stav „max“

Tab. 9: Maximální hodnoty napětí při záběru – „max“

	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-91,52	-95,29	-121,90	-125,90	-132,80	-105,90	-73,51	-55,52	1,3241
	Tah	65,57	90,98	121,70	125,00	121,20	90,67	54,45	23,22	1,4434
Záběr s korunou	Tah	44,19	42,10	67,64	101,20	72,08	35,20	26,52	0,12	2,0810
	Tlak	-76,32	-141,50	-183,10	-173,50	-175,00	-142,90	-84,75	-29,77	1,4548

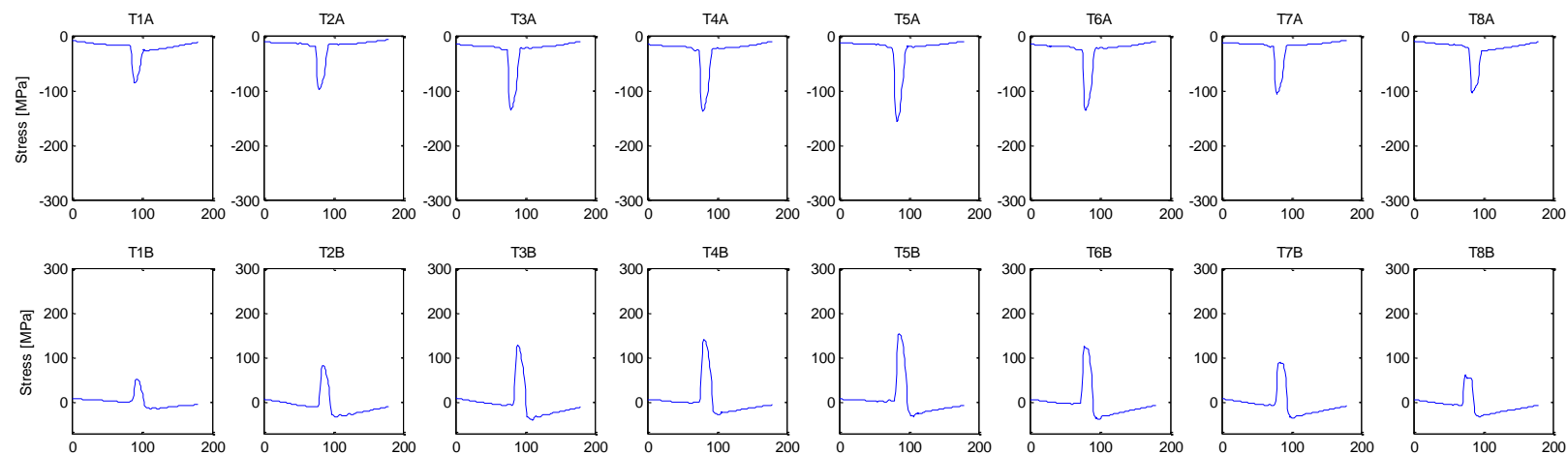


Obr. 20: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – stav „min“

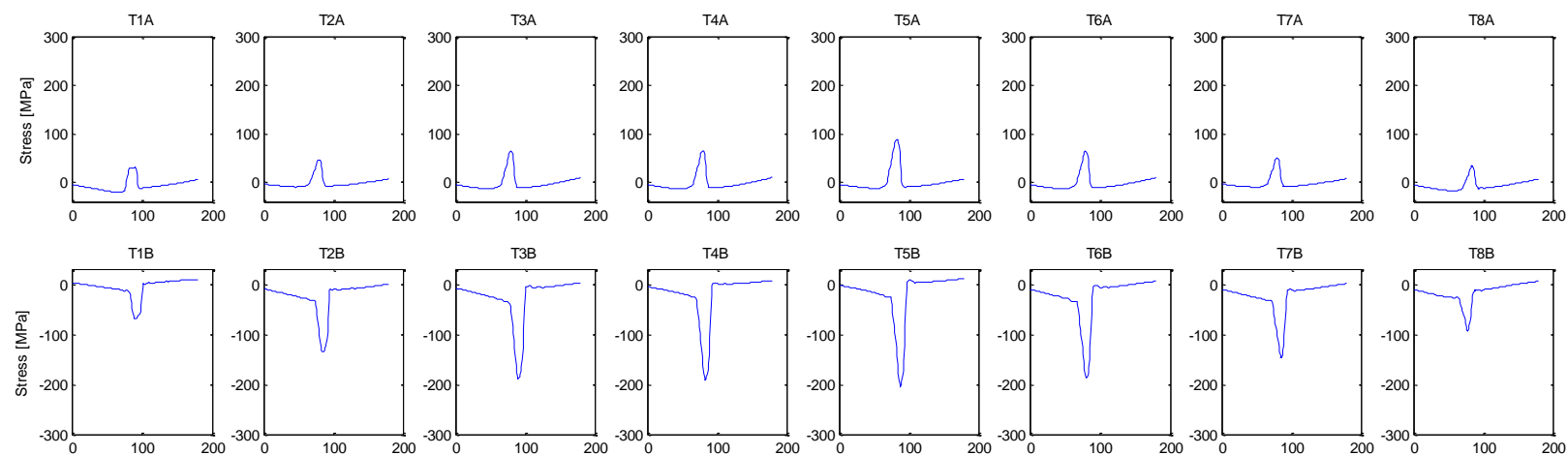
Tab. 10: Maximální hodnoty napětí při záběru – „min“

	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-28,26	-55,26	-83,69	-109,30	-129,10	-120,60	-96,21	-100,10	1,4294
	Tah	7,52	30,96	79,73	104,40	119,00	106,90	85,08	59,45	1,6053
Záběr s korunou	Tah	0,14	32,74	45,37	90,96	76,95	47,91	52,48	47,13	1,8484
	Tlak	-28,49	-82,58	-133,60	-150,20	-177,10	-165,60	-135,30	-98,43	1,4587

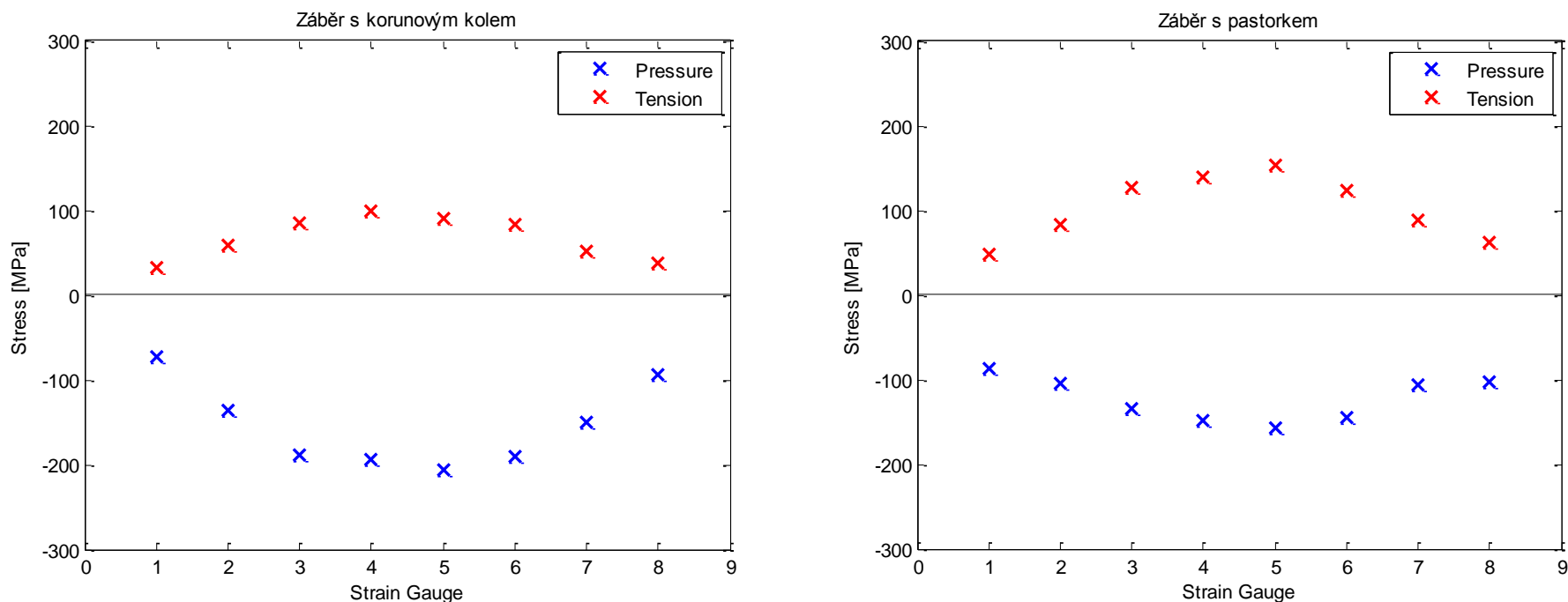
Režim 6



Obr. 21: Signál z tenzometrů během záběru planetového kola s pastorkem – zub A a B



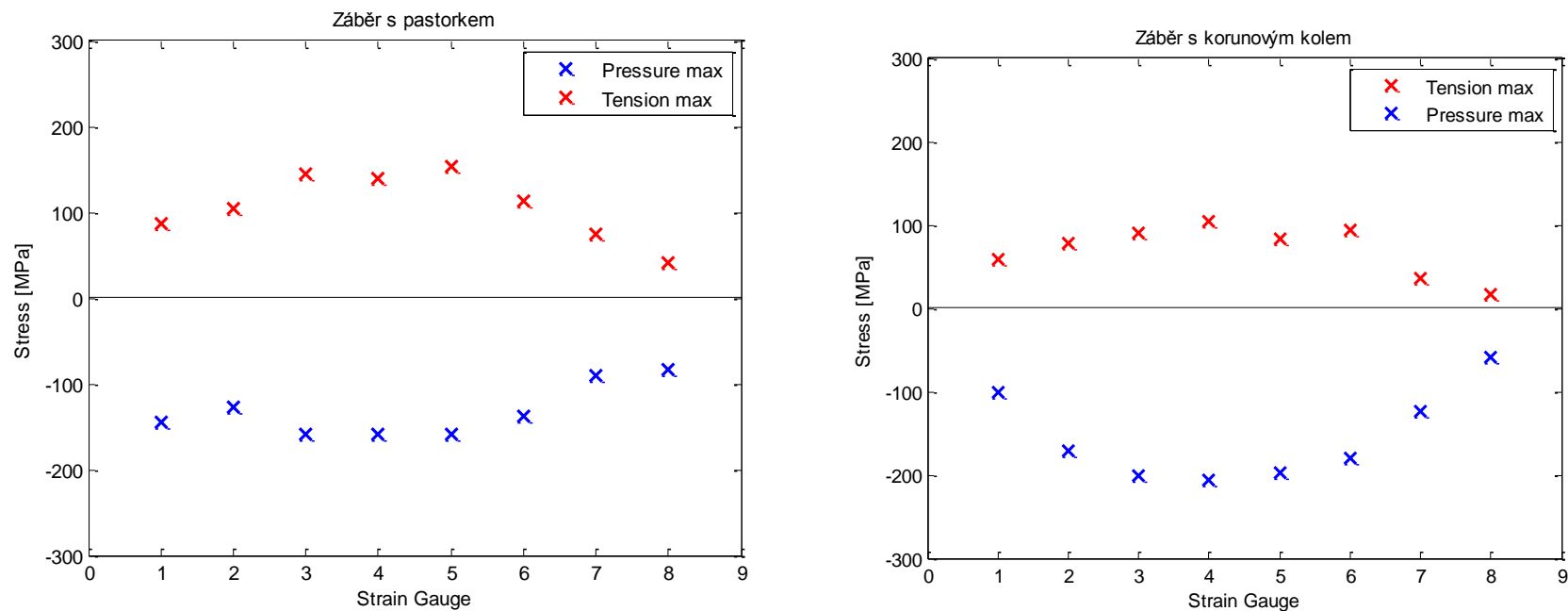
Obr. 22: Signál z tenzometrů během záběru planetového kola s korunovým kolem – zub A a B (ilustrační obr. – střední hodnoty)



Obr. 23: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – střední hodnoty

Tab. 11: Maximální hodnoty napětí při záběru – střední hodnoty

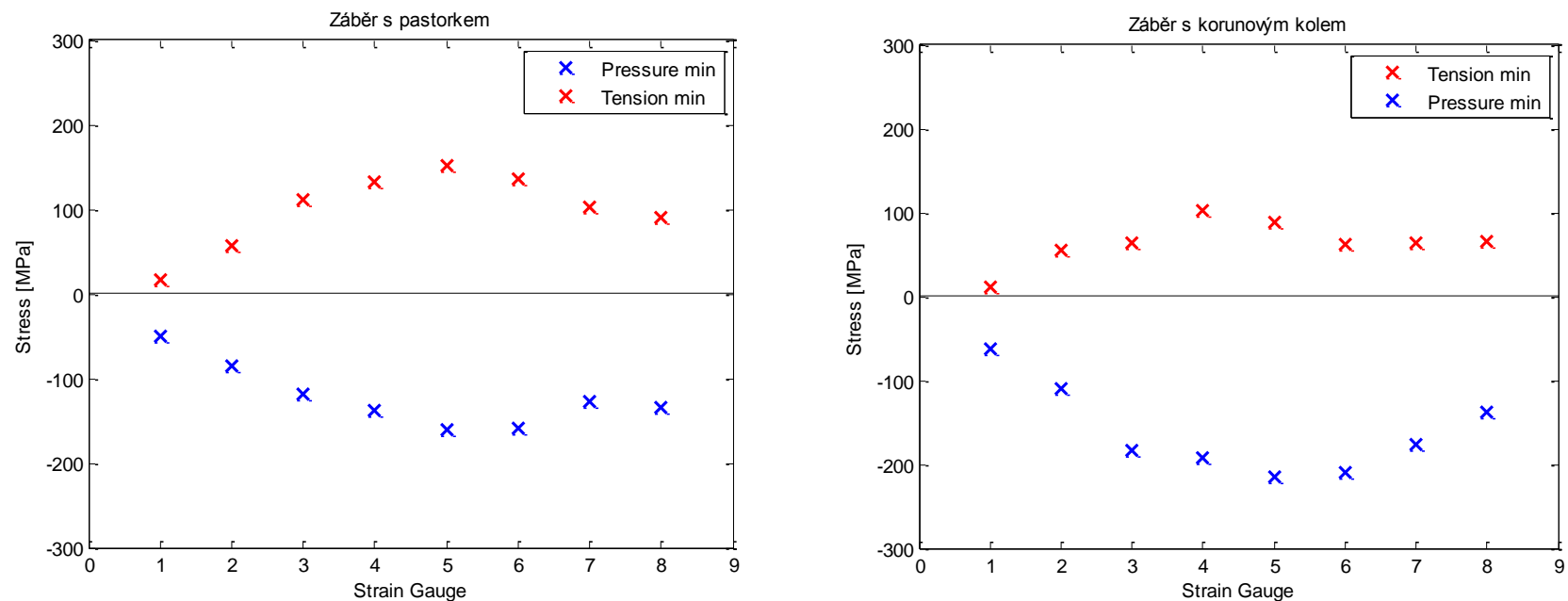
	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-86,67	-104,04	-133,63	-147,51	-157,33	-144,38	-106,75	-103,19	1,2798
	Tah	47,50	82,63	127,56	138,63	153,34	124,32	89,41	61,89	1,4864
Záběr s korunou	Tah	32,72	59,58	70,81	99,51	90,09	82,68	51,57	37,72	1,6151
	Tlak	-73,53	-136,78	-188,82	-193,93	-206,84	-189,82	-150,16	-94,32	1,3407



Obr. 24: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – stav „max“

Tab. 12: Maximální hodnoty napětí při záběru – „max“

	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-144,80	-128,00	-158,50	-158,00	-158,70	-137,30	-90,77	-82,48	1,1994
	Tah	86,33	103,70	144,30	139,70	153,00	113,90	74,96	41,02	1,4284
Záběr s korunou	Tah	59,04	77,52	89,94	104,60	84,04	93,37	36,84	17,48	1,4868
	Tlak	-100,70	-170,40	-200,70	-206,30	-197,90	-179,20	-123,90	-58,46	1,3336

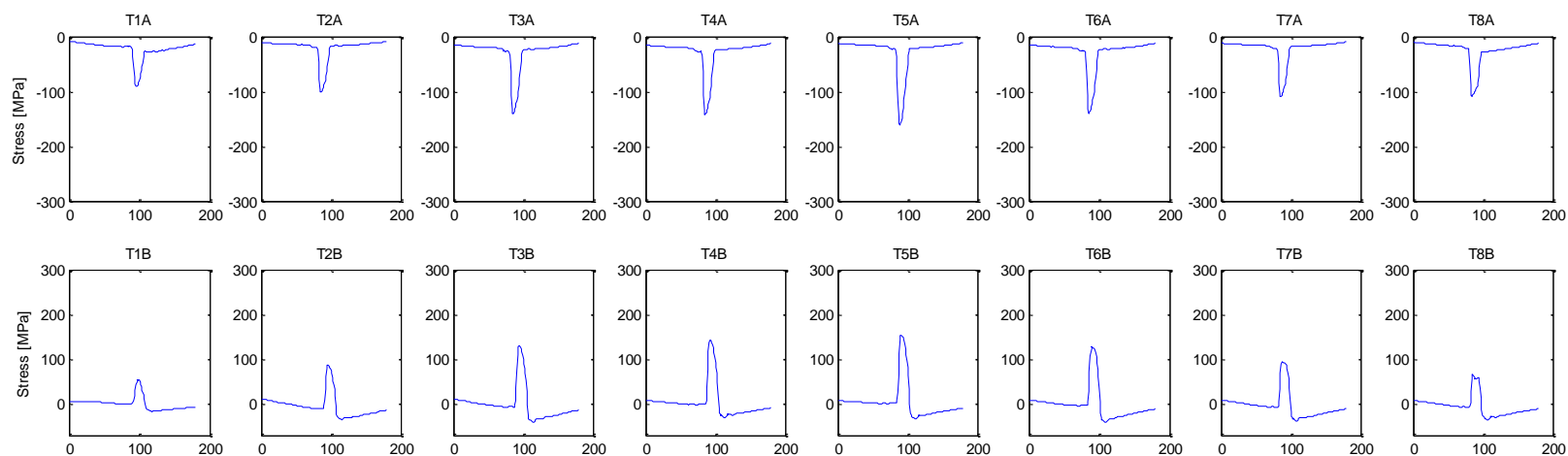


Obr. 25: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – stav „min“

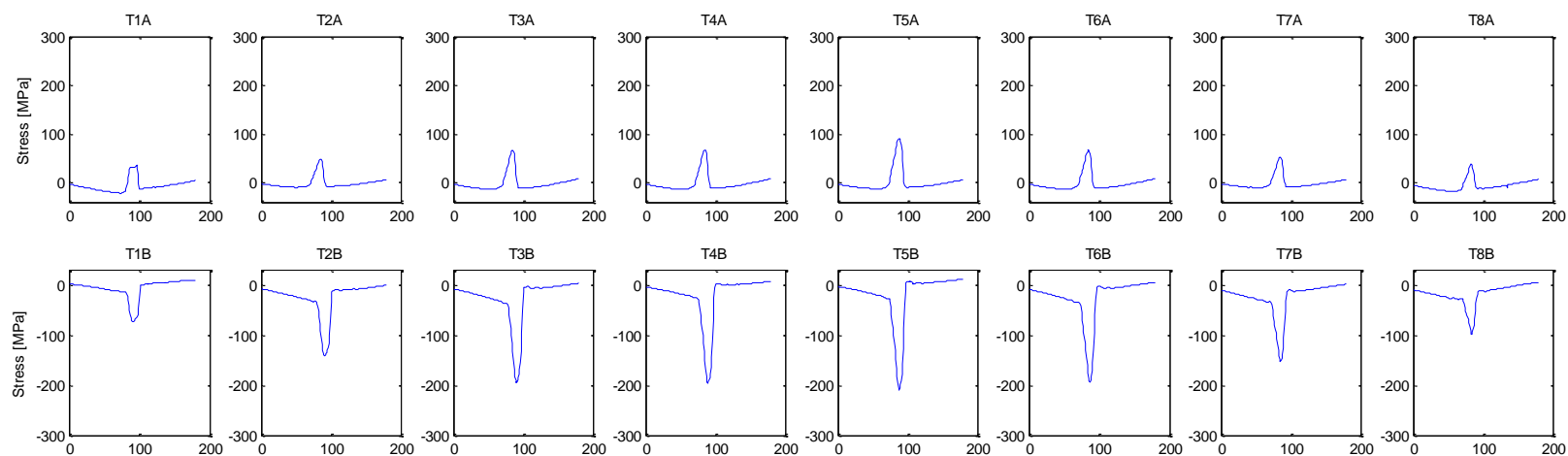
Tab. 13: Maximální hodnoty napětí při záběru – „min“

	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-50,18	-84,60	-119,00	-137,70	-159,80	-158,40	-126,50	-134,10	1,3176
	Tah	15,92	57,20	111,00	131,60	152,50	136,60	103,40	90,23	1,5280
Záběr s korunou	Tah	12,00	55,86	63,26	103,10	89,45	62,84	64,41	65,85	1,5954
	Tlak	-62,54	-110,40	-184,10	-191,80	-214,40	-208,90	-176,60	-138,50	1,3325

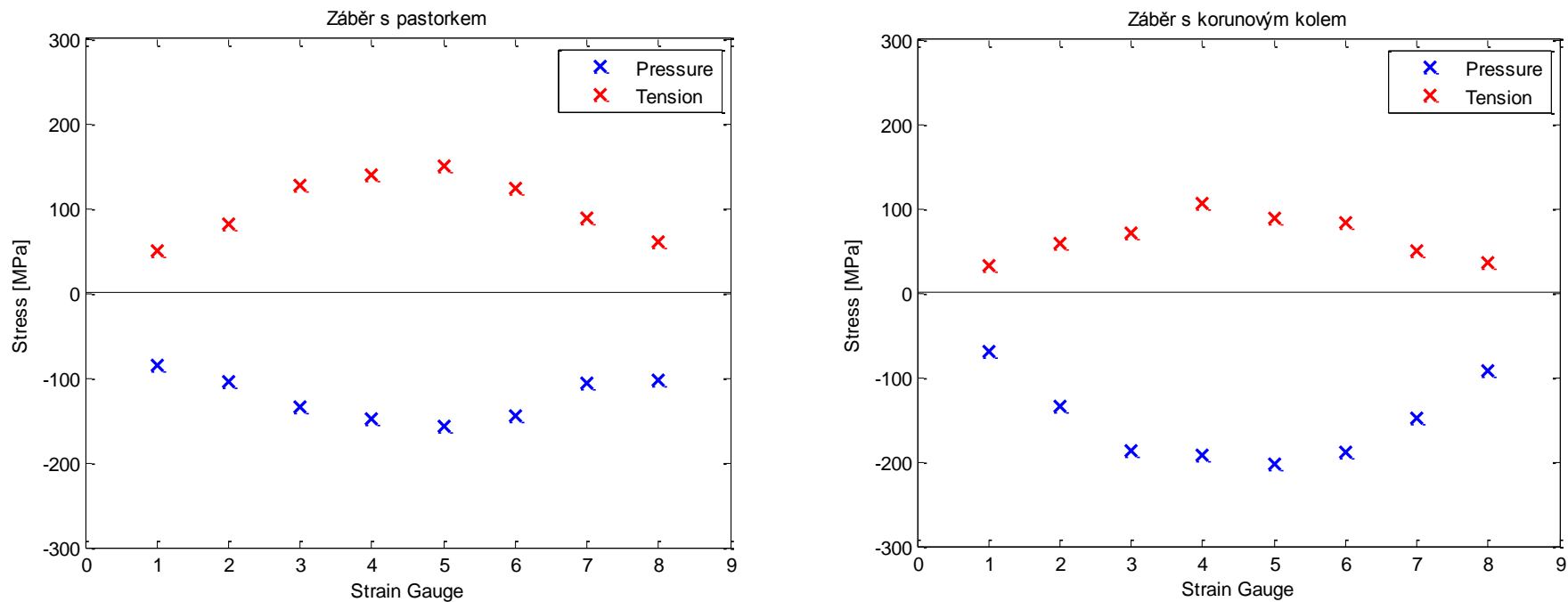
Režim 7



Obr. 26: Signál z tenzometrů během záběru planetového kola s pastorkem – zub A a B



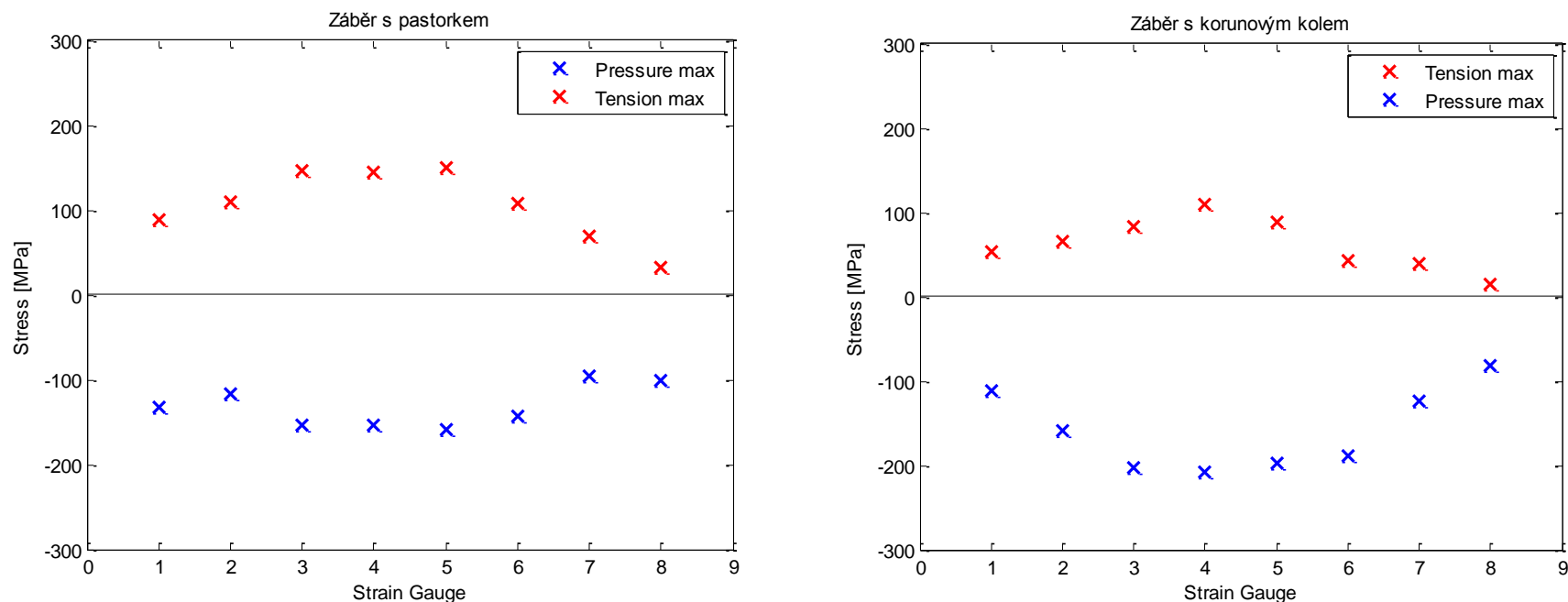
Obr. 27: Signál z tenzometrů během záběru planetového kola s korunovým kolem – zub A a B (ilustrační obr. – střední hodnoty)



Obr. 28: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – střední hodnoty

Tab. 14: Maximální hodnoty napětí při záběru – střední hodnoty

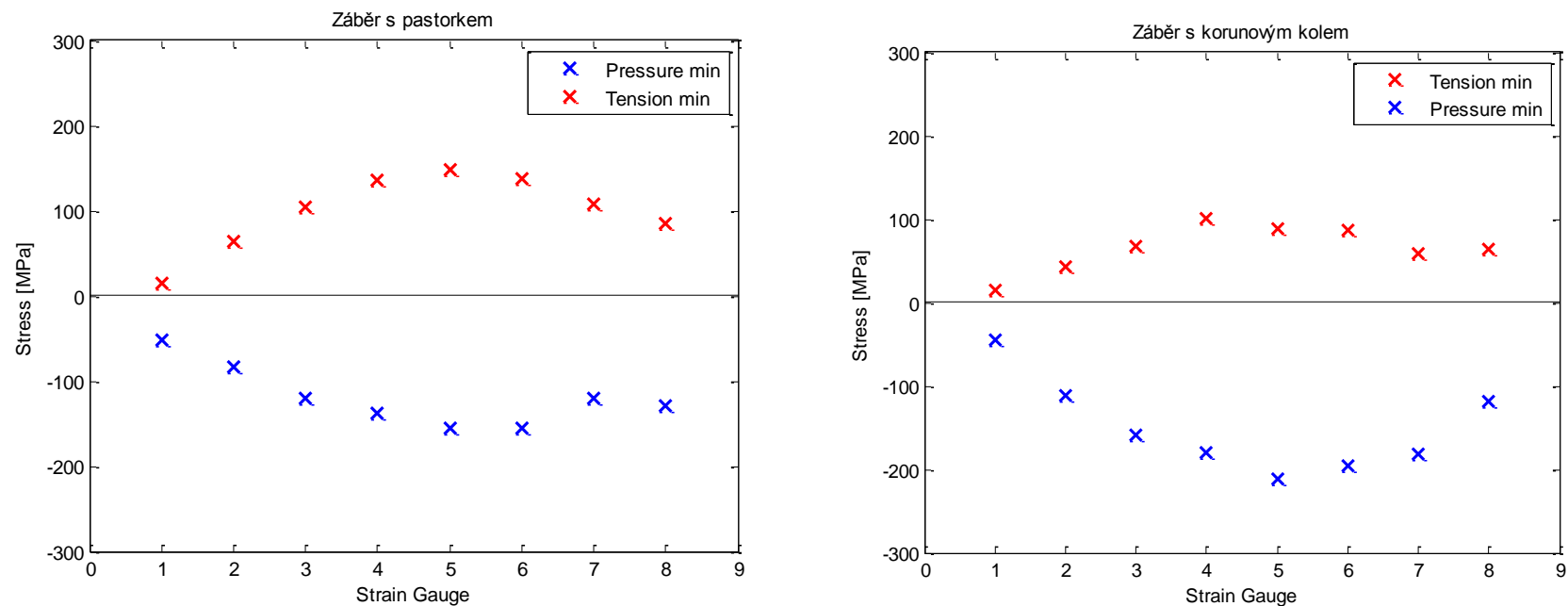
	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-85,12	-103,89	-134,40	-147,45	-156,42	-144,91	-105,85	-102,58	1,2761
	Tah	49,38	82,36	127,11	139,38	150,77	123,99	89,32	61,20	1,4646
Záběr s korunou	Tah	32,35	59,21	71,84	106,17	89,18	82,58	50,34	36,46	1,6084
	Tlak	-69,38	-134,89	-187,49	-191,44	-203,09	-188,15	-148,05	-92,68	1,3371



Obr. 29: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – stav „max“

Tab. 15: Maximální hodnoty napětí při záběru – „max“

	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-132,70	-116,00	-153,30	-154,30	-158,80	-143,60	-95,85	-100,70	1,2039
	Tah	89,10	109,40	147,30	145,00	149,90	108,50	68,44	32,05	1,4113
Záběr s korunou	Tah	53,30	65,64	83,49	109,90	89,35	42,43	39,86	14,86	1,7625
	Tlak	-111,90	-158,20	-203,10	-207,60	-197,80	-188,30	-124,00	-80,95	1,3058



Obr. 30: Rozdělení maximálních hodnot napětí po šířce zubů (tah/tlak) na záběru s pastorkem a korunovým kolem – stav „min“

Tab. 16: Maximální hodnoty napětí při záběru – „min“

	Tenzometr	T1 [MPa]	T2 [MPa]	T3 [MPa]	T4 [MPa]	T5 [MPa]	T6 [MPa]	T7 [MPa]	T8 [MPa]	Khβ [-]
	Namáhání									
Záběr s pastorkem	Tlak	-51,05	-83,59	-119,40	-138,10	-156,10	-154,80	-119,60	-129,20	1,3120
	Tah	14,93	64,03	103,80	135,20	148,30	137,70	107,10	85,04	1,4903
Záběr s korunou	Tah	14,37	43,78	67,15	100,80	88,81	86,62	58,25	64,30	1,5387
	Tlak	-44,72	-112,20	-159,00	-180,50	-211,80	-195,90	-182,00	-118,80	1,4062

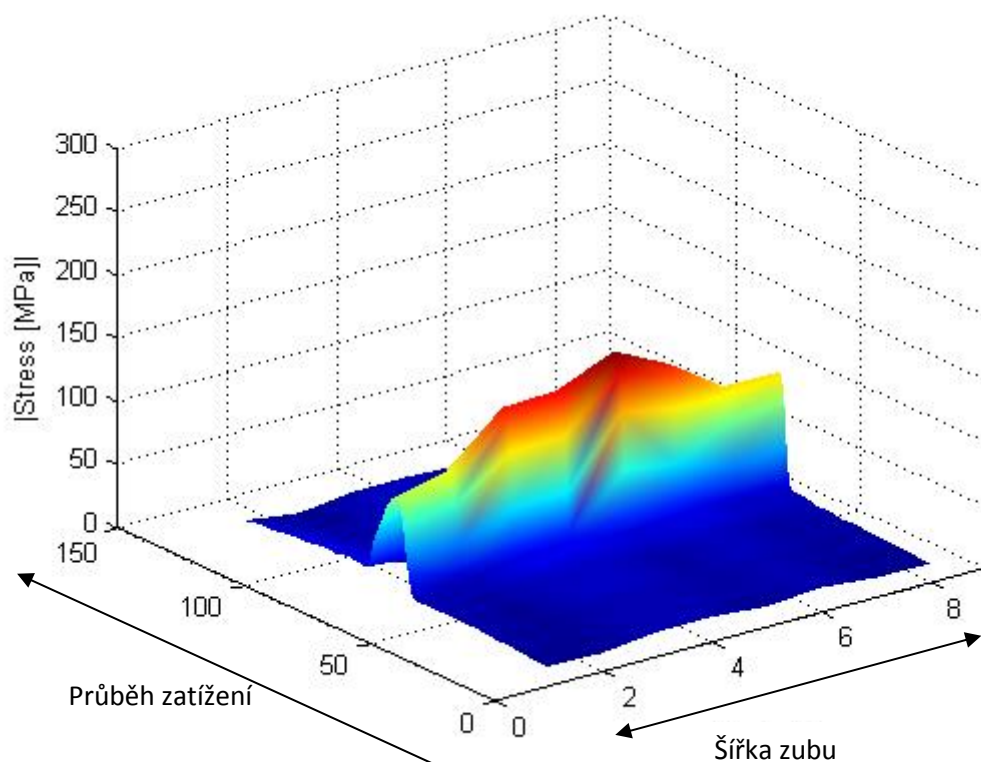
Shrnutí a komentář výsledků

Porovnání výsledků měření s výsledky zkoušek na barvu

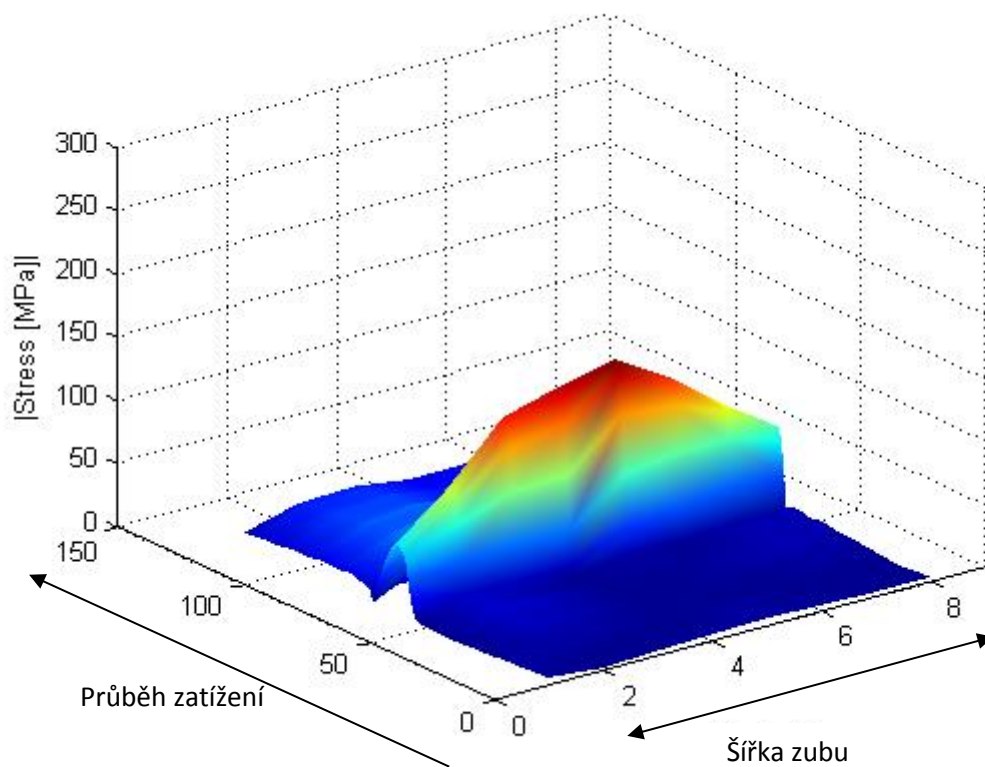
Pro skutečně názornou představu o získaných výsledcích byly z hodnot pro režim 7 vytvořeny 3D grafy, které zobrazují průběhy zatížení zubu po celé jeho šířce pro jednotlivé záběry zubů. Takový graf je jednoduše vizuálně porovnatelný s fotografiemi nabarveného ozubení jednotlivých kol získaných po demontáži po zkušebním provozu.



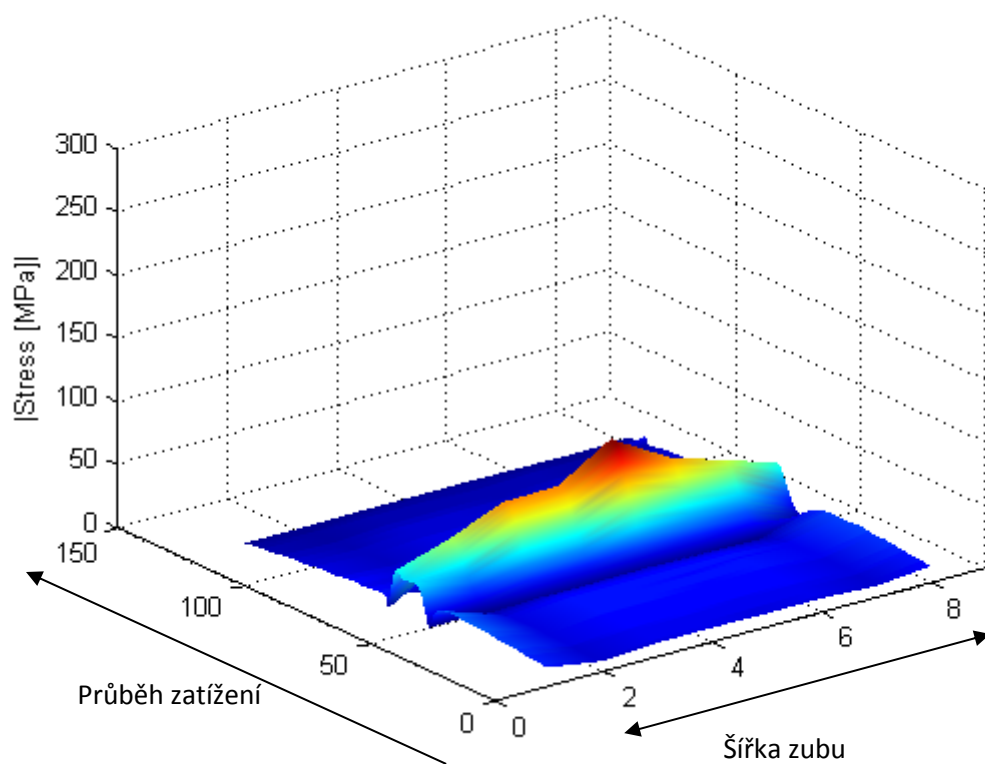
Obr. 31: Planetové kolo



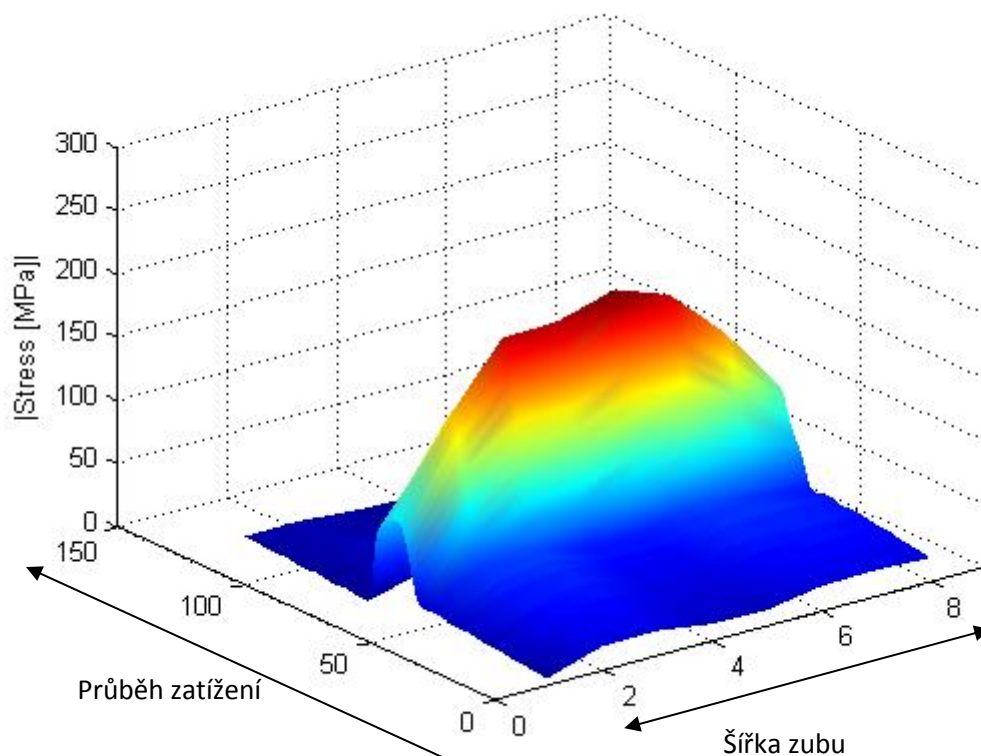
Obr. 32: Průběh zatížení – záběr s pastorkem - tlak



Obr. 33: Průběh zatížení – záběr s pastorkem - tah



Obr. 34: Průběh zatížení – záběr s korunovým kolem - tah

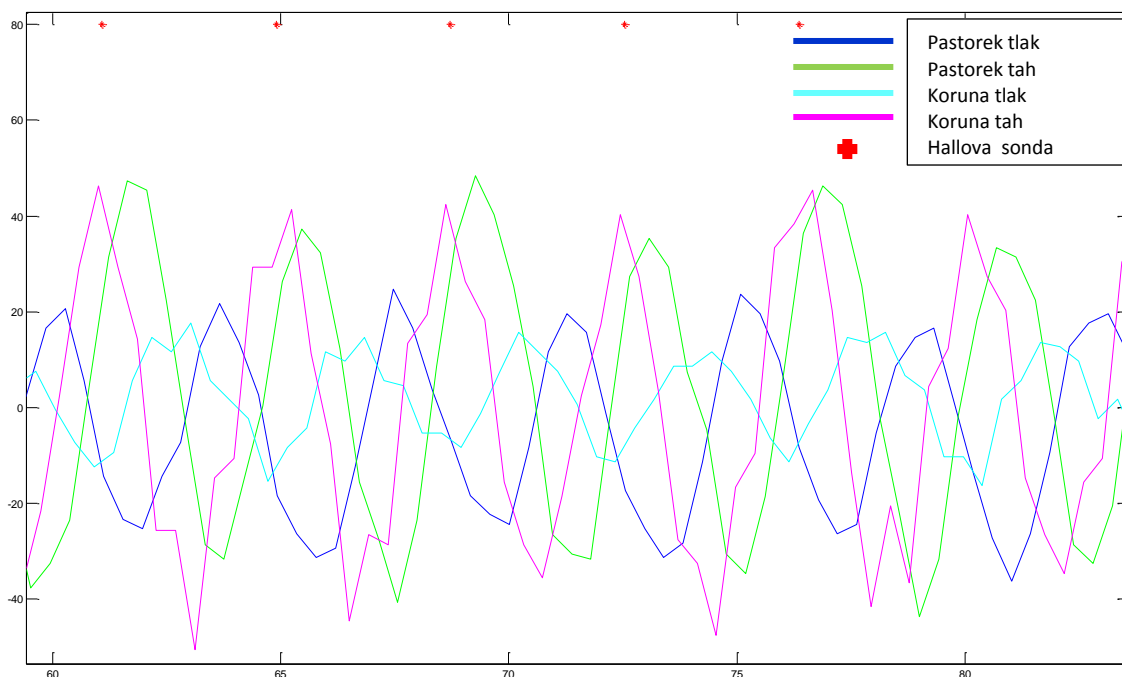


Obr. 35: Průběh zatížení – záběr s korunovým kolem - tlak

Porovnání 3D grafů (obr. 32, 33, 34 a 35) a otisku nabarveného ozubení planetového kola vykazuje značnou shodu. Lze tedy konstatovat, že naměřená data jsou v souladu se skutečným záběrem ozubených kol v planetové převodovce. Je však nezbytné připomenout, že k setření barvy dojde i při úhlovém vychylování ozubení (dle obr. 9), kterým je vysvětlováno kolísání zatížení (definice stavů MAX a MIN) a výsledek této zkoušky může být při zjednodušeném pohledu zavádějící.

Kolísání zatížení ozubení při běhu převodovky

Pro názornější interpretaci uvedených změn velikosti zatížení v souvislosti s otáčením rotoru byl sestaven průběh zaznamenaných špičkových hodnot, který na jednotlivých kanálech vykazuje sinusový průběh. Z grafické prezentace uvedených průběhů maximálních hodnot pro tenzometr číslo 1 lze odečíst frekvenci změn a případný vzájemný fázový posun (obr. 36).



Obr. 36: Frekvence změn velikosti zatížení zubů

K určení pozice planetového kola vůči základnímu souřadnicovému systému převodovky byla použita dvojice halových sond. Díky těmto sondám byla přiřazena aktuální pozice planetového kola a hodnoty naměřené tenzometry při záběru s pastorkem a korunovým kolem. Frekvence sinusového průběhu signálu z tenzometrů odpovídá přesně frekvenci otáčení rotoru. Maximálních hodnot je pak dosahováno v následujících polohách:

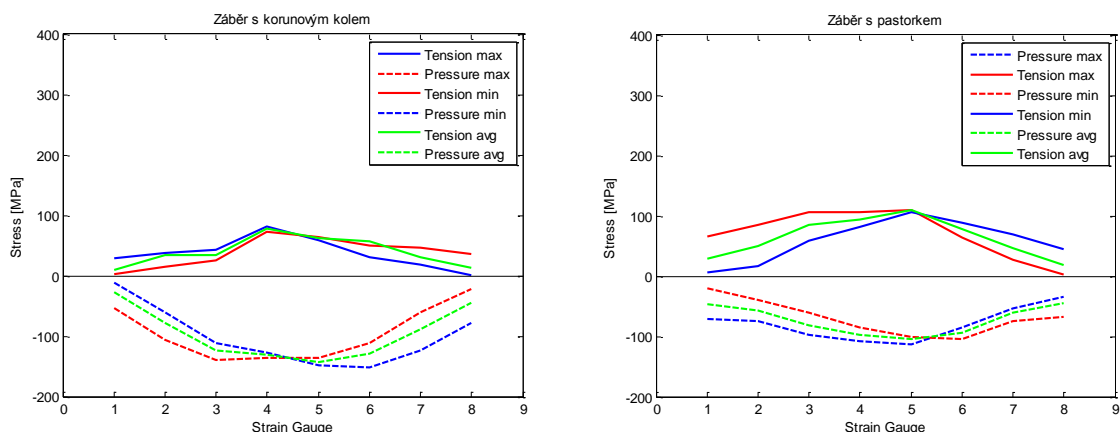
- Hodnota napětí při záběru planetového kola s korunovým kolem dosahuje maxima v dolní poloze planetového kola.
- Maximum napětí při kontaktu planetového kola s pastorkem je poté dosahováno také v dolní poloze planetového kola.

Z uvedeného zjištění se lze oprávněně domnívat, že do výsledku se projektuje vliv gravitace spíše než nepřesnost výroby, nebo montáže.

Změny distribuce zatížení vlivem kolísání zatížení při běhu převodovky

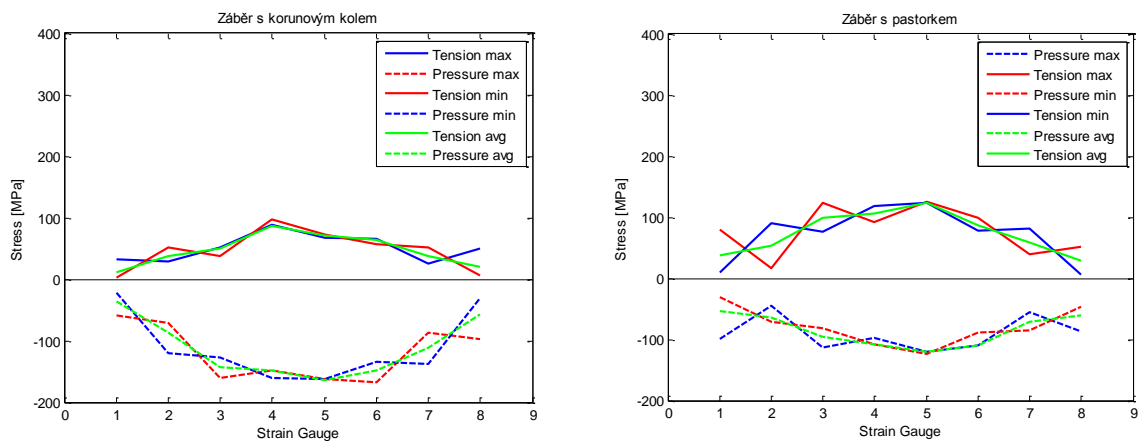
Pro názorné porovnání jednotlivých stavů zatížení („střední“, „max“ a „min“) byly vytvořeny následující grafy pro jednotlivé režimy. Zobrazené hodnoty jsou pro lepší představu spojeny přímkami, nejedná se o regresní křivky. Touto cestou je monitorován vliv kolísání zatížení na rovnoměrnost jeho distribuce po šířce ozubení.

Režim 3



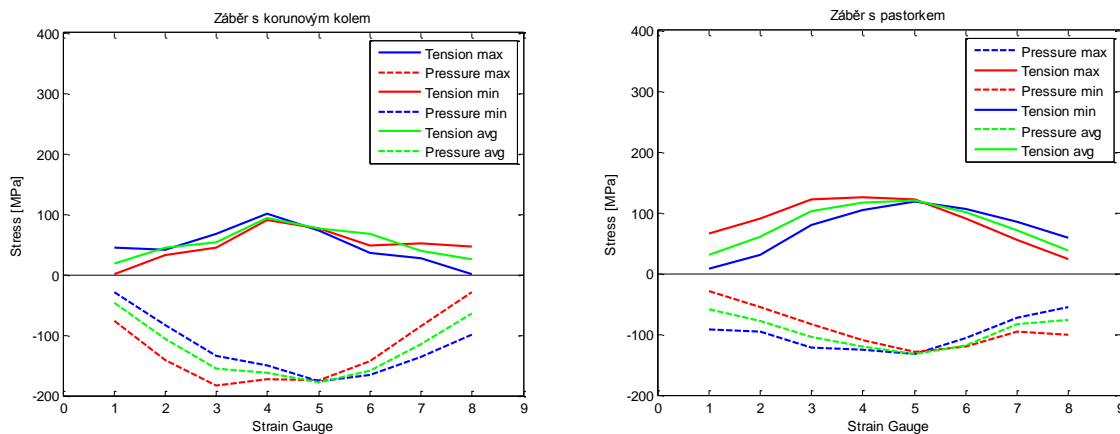
Obr. 37: Rozdělení maximálních hodnot napětí – režim 3

Režim 4



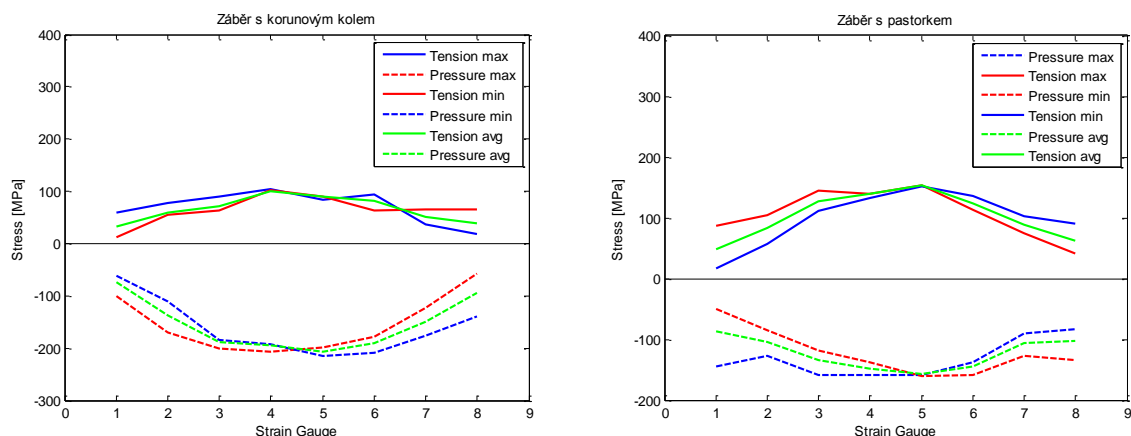
Obr. 38: Rozdělení maximálních hodnot napětí – režim 4

Režim 5



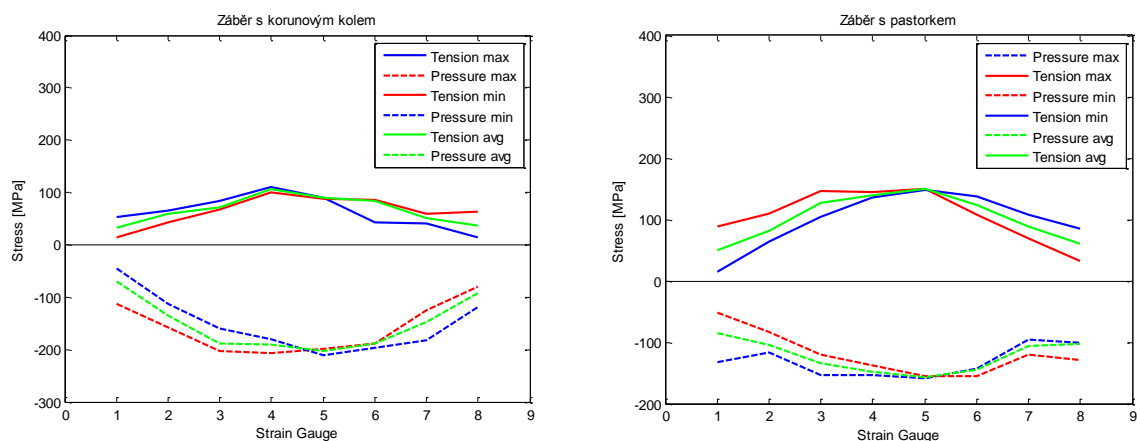
Obr. 39: Rozdělení maximálních hodnot napětí – režim 5

Režim 6



Obr. 40: Rozdělení maximálních hodnot napětí – režim 6

Režim 7



Obr. 41: Rozdělení maximálních hodnot napětí – režim 7

Z uvedených grafů je dobře patrné, že přes kolísání velikosti zatížení při běhu převodovky je zachován příznivý očekávaný obraz distribuce zatížení po šířce ozubení. Pozorovatelné je pouze jeho „symetrické naklápění“ v souvislosti s okamžitou hodnotou zvoleného referenčního napětí na tenzometru T1A resp. T1B. Tím je sice způsobeno zhoršení hodnoty $K_{H\beta}$ v uvažovaných krajních stavech (MIN a MAX), ale na druhou stranu, protože se tvar obrazu distribuce zatížení prakticky nemění, je zřejmé, že se každopádně jedná o efekt, které se nedotýká deformace ozubení a nachází se tak hluboko pod jakýmkoli jeho tuhostním či pevnostním limitem.

Změny $K_{h\beta}$ vlivem kolísání zatížení při běhu převodovky

Výše uvedené hodnoty $K_{h\beta}$ byly pro jednotlivé záběry a jednotlivé režimy zatížení uspořádány do tabulky (tab. 17, tab. 18 a tab. 19).

Tab. 17: Koeficienty $K_{h\beta}$ na jednotlivých záběrech

„STŘEDNÍ“	Namáhání	$K_{h\beta}$ [-]				
		Režim 3	Režim 4	Režim 5	Režim 6	Režim 7
Záběr s pastorkem	Tlak	1,4339	1,4068	1,3676	1,2798	1,2761
	Tah	1,7005	1,6643	1,5065	1,4864	1,4646
Záběr s korunou	Tah	1,9519	1,8428	1,8135	1,6151	1,6084
	Tlak	1,4921	1,459	1,4436	1,3407	1,3371

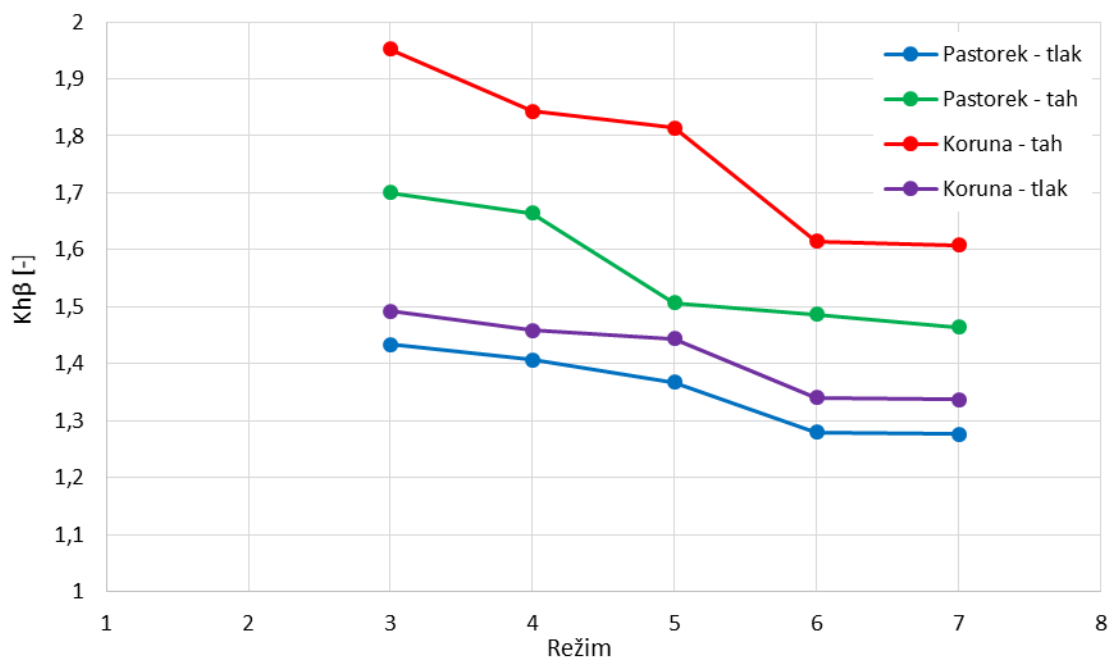
Tab. 18: Koeficienty $K_{h\beta}$ na jednotlivých záběrech – „MAX“

„MAX“	Namáhání	$K_{h\beta}$ [-]				
		Režim 3	Režim 4	Režim 5	Režim 6	Režim 7
Záběr s pastorkem	Tlak	1,4121	1,3143	1,3241	1,1994	1,2039
	Tah	1,5471	1,5937	1,4434	1,4284	1,4113
Záběr s korunou	Tah	2,157	1,7228	2,081	1,4868	1,7625
	Tlak	1,4512	1,4037	1,4548	1,3336	1,3058

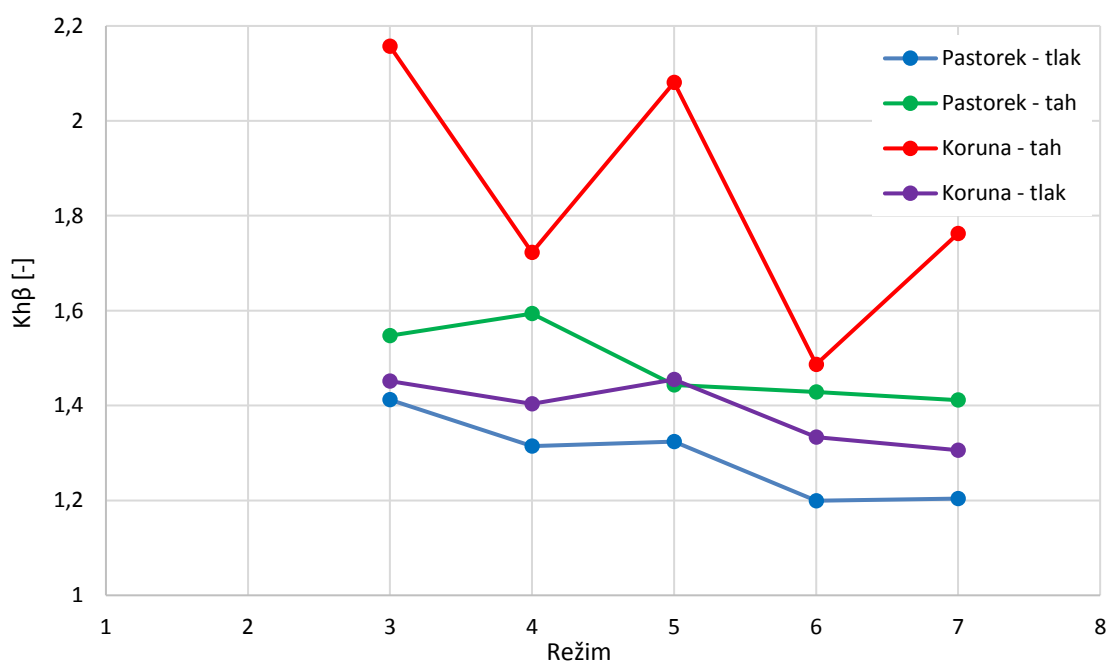
Tab. 19: Koeficienty $K_{h\beta}$ na jednotlivých záběrech – „MIN“

„MIN“	Namáhání	$K_{h\beta}$ [-]				
		Režim 3	Režim 4	Režim 5	Režim 6	Režim 7
Záběr s pastorkem	Tlak	1,5027	1,5544	1,4294	1,3176	1,312
	Tah	1,7839	1,7022	1,6053	1,528	1,4903
Záběr s korunou	Tah	1,8617	2,08	1,8484	1,5954	1,5387
	Tlak	1,4943	1,4522	1,4587	1,3325	1,4062

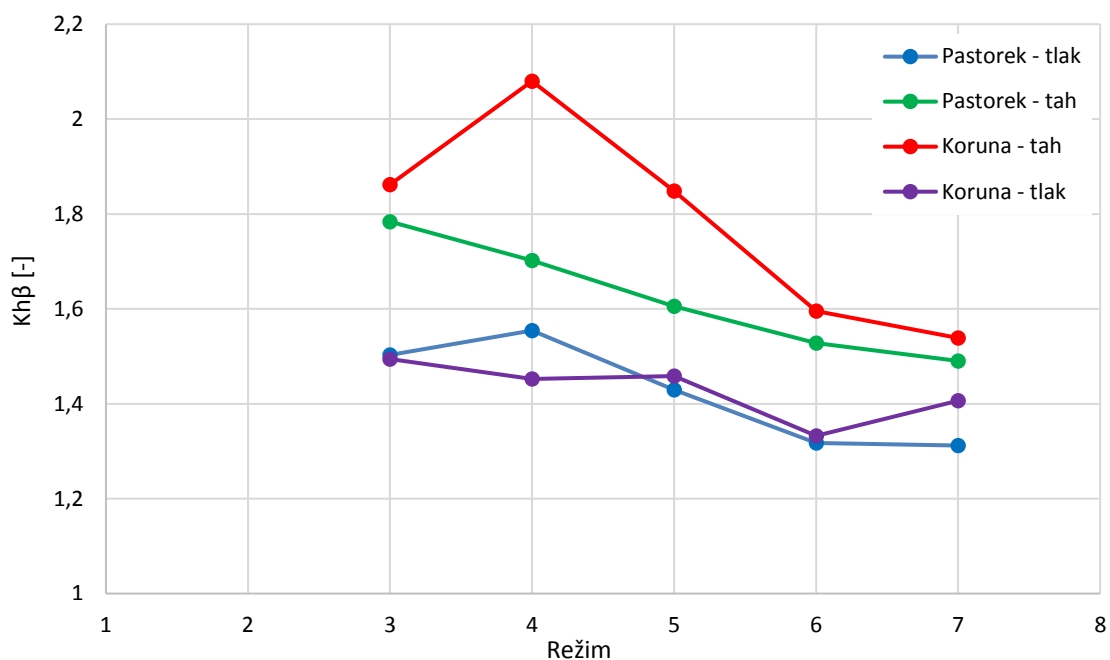
Pro lepší názornost jsou hodnoty zobrazené rovněž graficky (obr. 42, obr. 43, obr. 44).



Obr. 42: Koeficient $K_{h\beta}$ v jednotlivých režimech zátěže – „Střední“



Obr. 43: Koeficient $K_{h\beta}$ v jednotlivých režimech zátěže – „MAX“



Obr. 44: Koeficient $K_{h\beta}$ v jednotlivých režimech zátěže – „MIN“

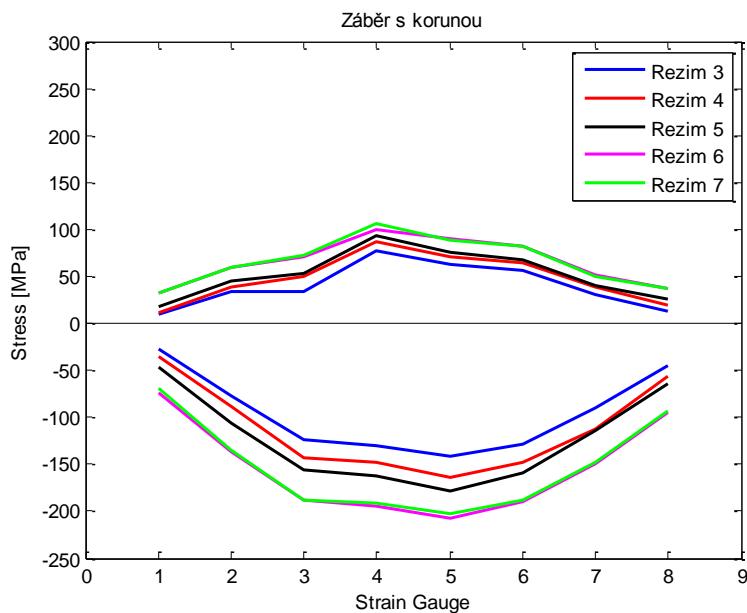
Přes drobné odchylky (především v definovaných krajních stavech) vykazují grafy ve všech měřených režimech a vyhodnocených případech vhodný klesající trend.

Hodnoty dosahované v režimech 3, 4 a 5 patrně nelze považovat za zcela uspokojivé, je však nezbytné podotknout, že se jedná o režimy mimo předpokládaný rámec provozních zatížení.

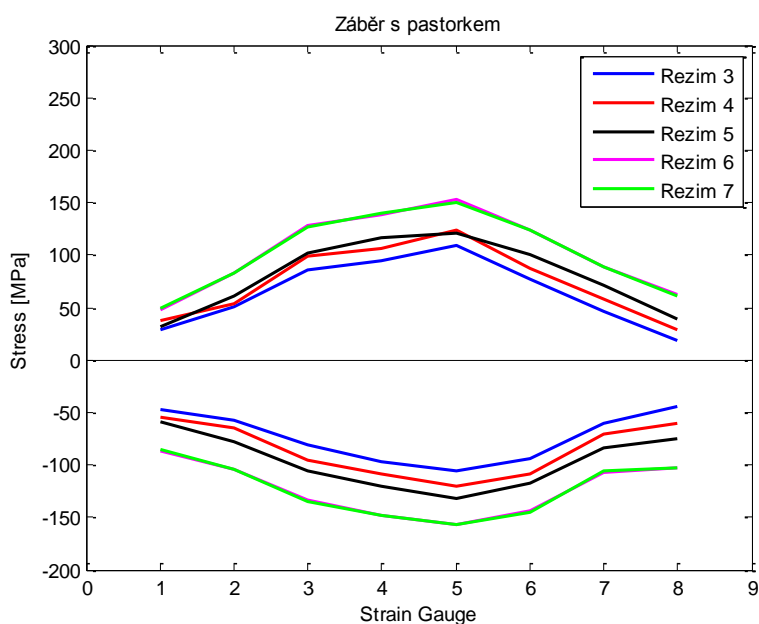
Do rámce provozních zatížení lze zařadit režimy 6 a 7. V těchto případech lze dosažené hodnoty s ohledem na parametry ozubení považovat za akceptovatelné. Nicméně je zřejmé, že je zde prostor k další optimalizaci. Z pohledu vývoje uvedeného grafu je také důležité, že v obou režimech, které se nacházejí v oblasti předpokládaného provozu převodovky, vykazují zobrazené průběhy prakticky shodné hodnoty (s výjimkou průběhu „koruna – tah“ v obr. 43, který však v kontextu ostatních průběhů zjevně nelze považovat za směrodatný).

Změny obrazu distribuce zatížení po šířce ozubení

Jako poslední je graficky prezentováno střední zatížení jednotlivých měřicích míst (tenzometrů) při záběru planetového kola s korunou a s pastorkem pro všechny vyhodnocované režimy (obr. 45 a 46).



Obr. 45: Rozdělení průměrných maximálních hodnot napětí pro všechny režimy



Obr. 46: Rozdělení průměrných maximálních hodnot napětí pro všechny režimy

Již z přímého porovnání je evidentní, že křivky vykazují prakticky ekvidistantní charakter a že jsou vzhledem ke středu ozubení po jeho šířce symetrické. Zjištěné rozdíly $K_{h\beta}$ pro jednotlivé režimy tak zřejmě ukazují na fakt, že vlivem rostoucího zatížení ozubení dochází k postupnému uplatnění provedených modifikací. Je však nezbytné podotknout, že z pohledu velikosti stanovených hodnot $K_{h\beta}$ a s přihlédnutím k tvarové stabilitě zobrazených křivek ve všech režimech měření lze doporučit úpravu modifikací, která by vedla ke snížení rozdílů středových a krajních hodnot napětí a širě ozubení mohla být využita efektivněji.