



České vysoké učení technické
v Praze
Fakulta biomedicínského inženýrství



Úloha KA03/č. 1:

Měření sil pod chodidly na odrazové desce

Metodický pokyn pro vyučující se vzorovým protokolem

Ing. Patrik Kutílek, Ph.D., Ing. Adam Žížka
(kutilek@fbmi.cvut.cz, zizka@fbmi.cvut.cz)

Poděkování:

Tato experimentální úloha vznikla za podpory Evropského sociálního fondu v rámci realizace projektu „Modernizace výukových postupů a zvýšení praktických dovedností a návyků studentů oboru Biomedicínský technik“, CZ.1.07/2.2.00/15.0415.

Období realizace projektu 11. 10. 2010 – 28. 2. 2013.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Měření sil pod chodidly na odrazové desce

Zadání úlohy

- 1) Stanovte maximální velikost síly svalů a její průměrnou hodnotu.
- 2) Porovnejte velikosti sil na plošině pro skok snožmo, na jedné noze, a se zátěží (snožmo).
- 3) Určete přibližnou velikost impulzu síly svalů.
- 4) Určete přibližně práci a výkon svalů.
- 5) Určete za zjednodušujících předpokladů velikost práce svalů a výšku skoku.

Zjistěte (měřením a výpočtem) parametry skoku pro skok snožmo. Porovnejte sílu odrazu při skoku snožmo, skoku na jedné noze, a skoku snožmo se zátěží.

K záznamu a změření skoku použijte program CMA Coach 6 a připojenou siloměrnou odrazovou desku.

Naměřená data zpracujte v programu MS Excel.

Měření a výsledky uveďte do protokolu.

Pomůcky

PC s nainstalovanými programy CMA Coach 6 a MS Excel.

Siloměrná odrazová deska (fy. Vernier) s měřicí jednotkou ULAB.

Zátěž.

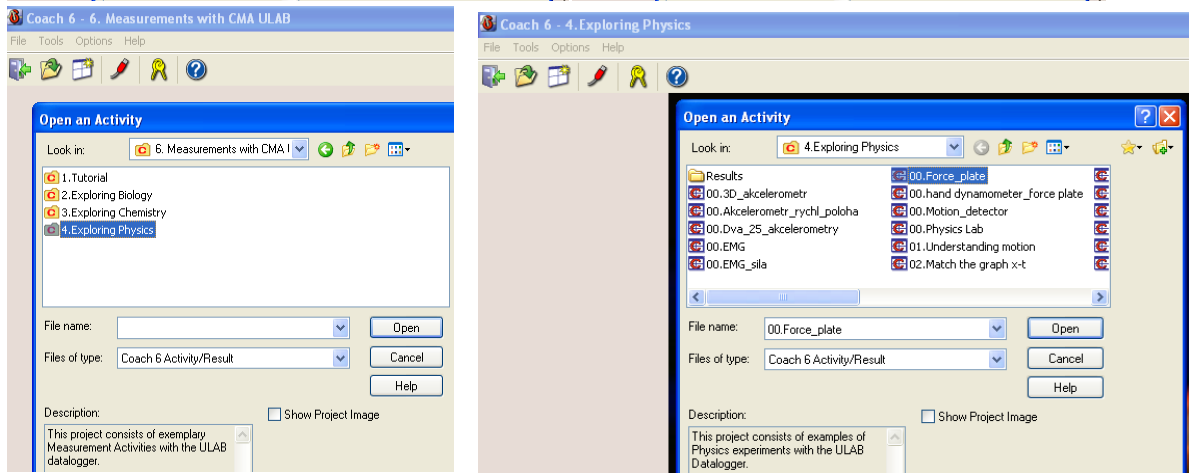
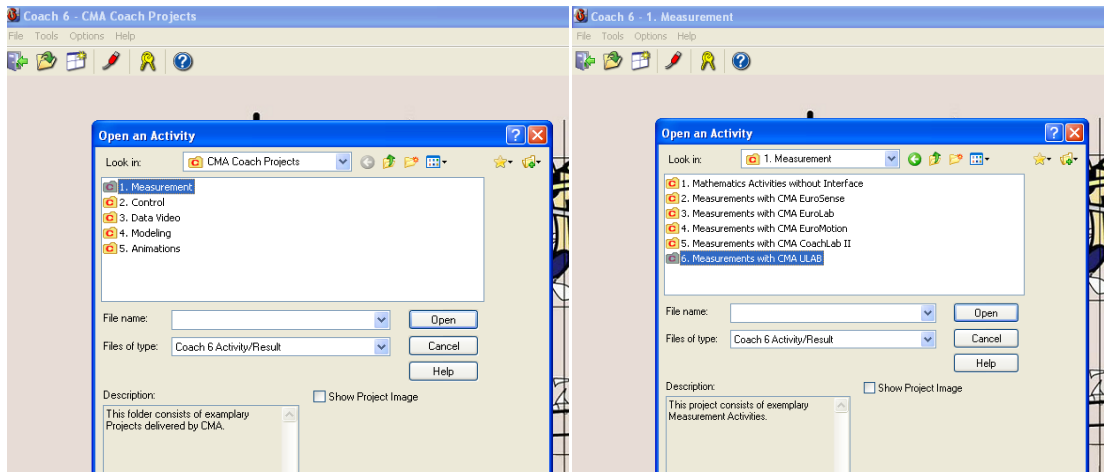
Proband.

Postup vypracování úlohy

Připojení ULAB a siloměrné desky k PC s programem CMA Coach 6. Na obrázcích ULAB a ULAB s připojenou siloměrnou deskou:



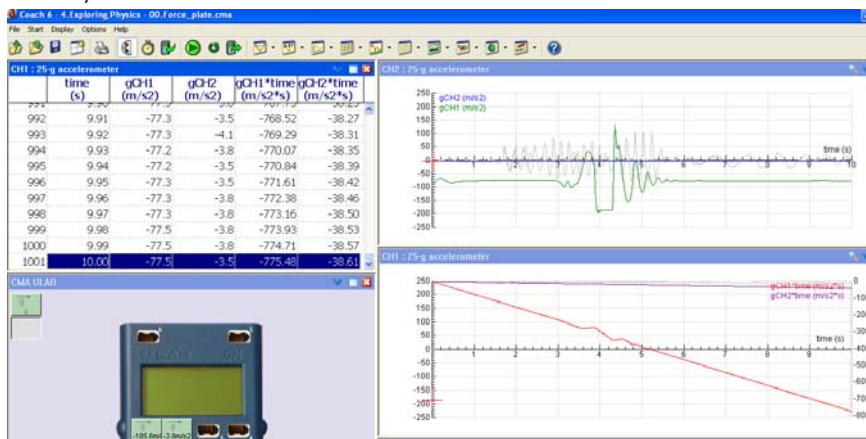
Posloupnost spuštění programu CMA Coach 6 pro záznam a vyhodnocení skoku siloměrnou odrazovou deskou je na následujících obrázcích ("Measurement" -> "Measurements with CMA ULAB" -> "Exploring physics" -> "Force plate"):



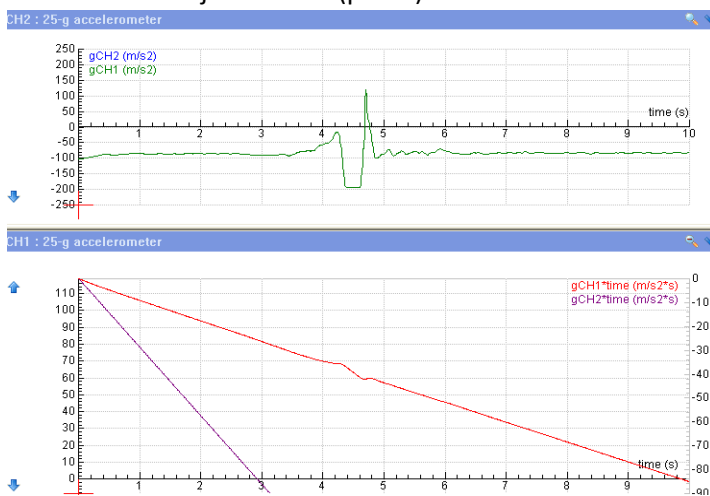
Postavení probanda na siloměrné desce:



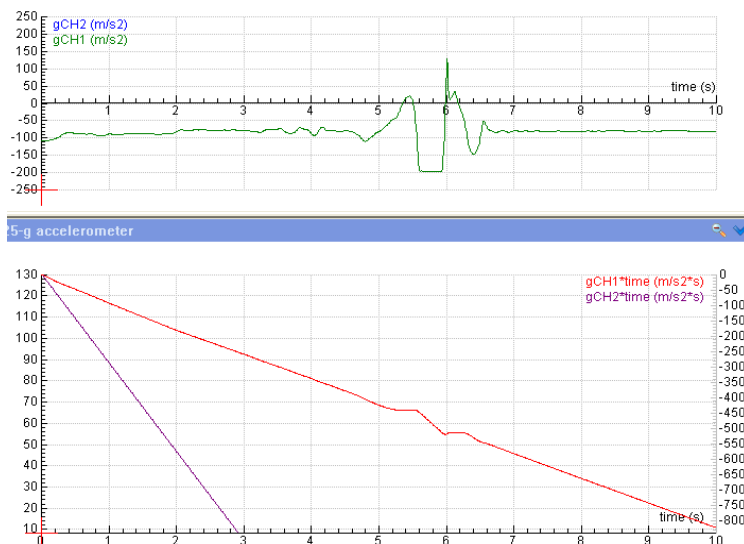
Spuštění nahrávání, záznam aktivity - výskoku probanda (referenční skok, tj. snožmo bez zátěže):



Skok na jedné noze (pravé) bez zátěže:



Skok snožmo se zátěží (zátěží je židle držená probandem před sebou):



Změřená data:

Skok snožmo bez zátěže

Skok na jedné noze bez zátěže

Skok snožmo se zátěží

Změřená data se převedou do programu MS Excel, kde se provedou potřebné výpočty dle [A] kap. 3.12 „Dynamika skoku do výšky“.

Sílu svalů při výskoku vypočteme podle [A] kap. 3.1 v zorce (1) a za použití předpokladů: v letové fázi skoku je plošina nezatížena (údaj z čidla plošiny lze považovat za „offset“), průměr hodnot za dostatečně dlouhou dobu před skokem (několik sec.) lze považovat za zvažení (zjištění tíhové síly) probanda, odrazová fáze skoku je počítána od okamžiku překročení statické tíhy probanda po začátek letové fáze skoku. Také platí všechny zjednodušující podmínky z [A] kap. 3.12.

Síla svalů při výskoku se počítá pro všechny tři varianty, které se následně porovnají, ostatní parametry se počítají jen pro skok snožmo bez zátěže.

Dle vzorců (7) a (8) z [A] kap. 3.12 je vypočtena práce svalů, podle vzorce (3) [A] kap. 3.12 studenti vypočtou průměrný výkon svalů a pomocí vzorců (2) a (17) [A] kap. 3.12 se vypočte přibližná výška skoku.

Zobrazení tabulek výsledků .

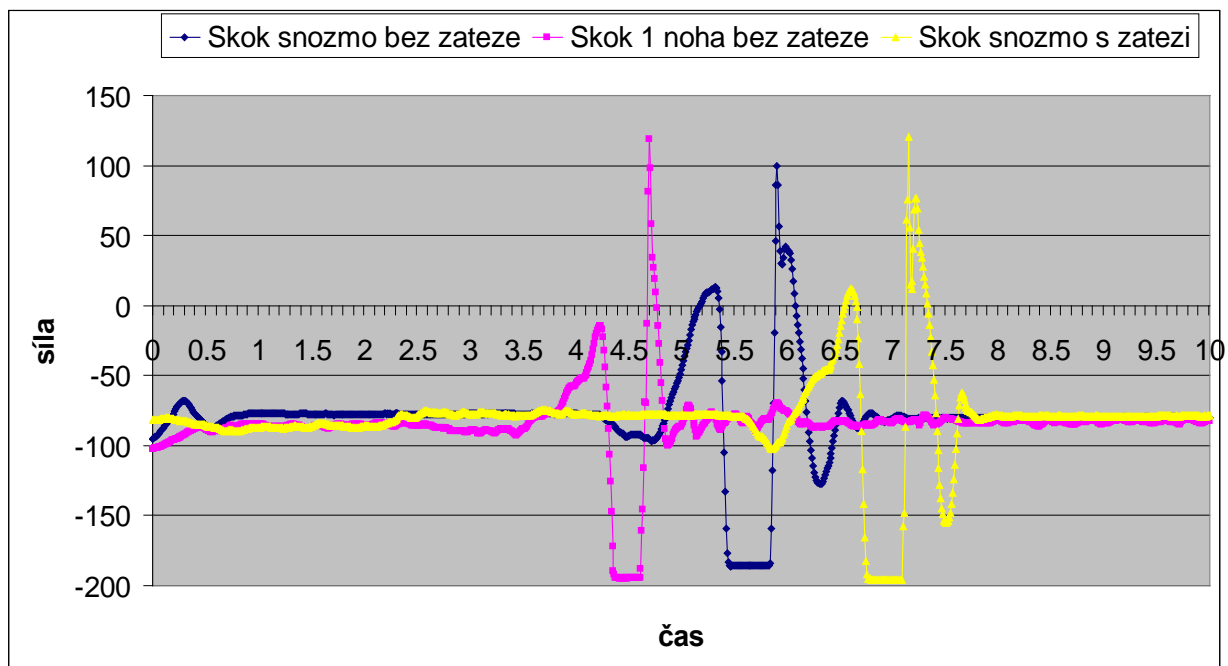
		Skok snožmo bez zateze	Skok na 1 noze bez zateze	Skok snožmo se zatezi
max. velikost síly svalů	F_{Bmax}	199.1 d	179.8 d	207.3 d
max. velikost síly svalů	F_{Bmax}	1474.0 N	1325.6 N	1519.9 N
prům. velikost síly svalů	F_{Bavg}	162.0 d	132.4 d	158.2 d
prům. velikost síly svalů	F_{Bavg}	1199.6 N	976.1 N	1160.0 N

Skok snožmo bez zateze

Impuls síly svalů	I_B	647.8 Ns
práce svalů	W_B	2622.8 J

výkon svalů	P_B	4857.1	W
výška skoku	h	0.27	m

Zobrazení grafů posic naměřených hodnot bodů



Použitá lit.

[1] = Kutílek, P., Žižka, A.: Vybrané kapitoly z experimentální biomechaniky. ČVUT v Praze, 2012[]

BIOMECHANIKA			
Měření sil pod chodidly na odrazové desce			
Měření sil pod chodidly na odrazové desce			

BIOMECHANIKA

Měření sil pod chodidly na odrazové desce

Zadání

- 1) Stanovte maximální velikost síly svalů a její průměrnou hodnotu.
- 2) Porovnejte velikosti sil na plošině pro skok snožmo, na jedné noze, a se zátěží (snožmo).
- 3) Určete přibližnou velikost impulzu síly svalů.
- 4) Určete přibližně práci a výkon svalů.
- 5) Určete za zjednodušujících předpokladů velikost práce svalů a výšku skoku.

Zjistěte (měřením a výpočtem) parametry skoku pro skok snožmo. Porovnejte sílu odrazu při skoku snožmo, skoku na jedné noze, a skoku snožmo se zátěží.

K záznamu a změření skoku použijte program CMA Coach 6 a připojenou siloměrnou odrazovou desku.

Naměřená data zpracujte v programu MS Excel.

Měření a výsledky uveďte do protokolu.

Pomůcky

PC s nainstalovanými programy CMA Coach 6 a MS Excel.

Siloměrná odrazová deska (fy. Vernier) s měřicí jednotkou ULAB.

Zátěž (židle o hmotnosti 6,5 kg).

Proband.

BIOMECHANIKA

Měření sil pod chodidly na odrazové desce

Postup měření

Připojení siloměrné odrazové desky před zařízení ULAB k PC a spuštění.

Spuštění měření v programu CMA Coach 6.

Záznam měření na siloměrné odrazové desce v programu CMA Coach 6 .Měří se 3 stavy: skok snožmo bez zátěže, skoku na jedné noze bez zátěže a skoku snožmo se zátěží.

Převedení změřených dat z programu CMA Coach 6 do programu MS Excel.

Vyhodnocení dat v programu MS Excel - výpočty odrazových sil dle [A] kap. 3.12 a jejich porovnání pro všechny 3 stavy skoku, a výpočet práce, výkonu svalů a přibližné výšky skoku rovněž dle [A] kap. 3.12 pro skok snožmo bez zátěže.

Vytvoření grafů průběhu zatěžovací síly na siloměrné odrazové desce pro všechny měřené stavy.

Vytvoření protokolu.

Výsledky

Částečný náhled naměřených dat (z důvodu značného rozsahu naměř. dat).

Pořadí:

skok snožmo bez zátěže, skok na 1 noze bez zátěže, skok snožmo se zátěží

time	gCH1		time	gCH1		time	gCH1
s	d		s	d		s	d
0	-95.15		0	-102.18		0	-81.56
0.01	-94.68		0.01	-102.18		0.01	-81.41
0.02	-94.06		0.02	-101.86		0.02	-81.41
0.03	-93.59		0.03	-101.71		0.03	-81.41
0.04	-92.96		0.04	-101.55		0.04	-81.41
0.05	-92.03		0.05	-101.39		0.05	-81.41
0.06	-90.93		0.06	-101.24		0.06	-81.41
0.07	-89.84		0.07	-100.93		0.07	-81.25
0.08	-88.75		0.08	-100.77		0.08	-81.09
0.09	-87.97		0.09	-100.15		0.09	-81.09
0.1	-87.03		0.1	-99.84		0.1	-80.78
0.11	-86.09		0.11	-99.53		0.11	-80.62
0.12	-85.31		0.12	-99.06		0.12	-80.47
0.13	-84.37		0.13	-98.59		0.13	-80.31
0.14	-83.12		0.14	-98.12		0.14	-80.31
0.15	-81.87		0.15	-97.81		0.15	-80.47
0.16	-80.78		0.16	-97.34		0.16	-80.78
0.17	-79.69		0.17	-96.71		0.17	-80.94
0.18	-78.59		0.18	-96.40		0.18	-81.09
0.19	-77.34		0.19	-96.09		0.19	-81.25
0.2	-75.63		0.2	-95.93		0.2	-81.41
0.21	-73.89		0.21	-95.62		0.21	-81.41
0.22	-72.33		0.22	-95.62		0.22	-81.56
0.23	-71.08		0.23	-95.31		0.23	-81.72
0.24	-70.3		0.24	-94.68		0.24	-82.03
0.25	-69.83		0.25	-94.21		0.25	-82.34
0.26	-69.36		0.26	-93.90		0.26	-82.5
0.27	-68.73		0.27	-93.43		0.27	-82.34
0.28	-68.27		0.28	-93.12		0.28	-82.5
0.29	-68.11		0.29	-92.65		0.29	-82.34
0.3	-68.11		0.3	-92.32		0.3	-82.19

BIOMECHANIKA

Měření sil pod chodidly na odrazové desce

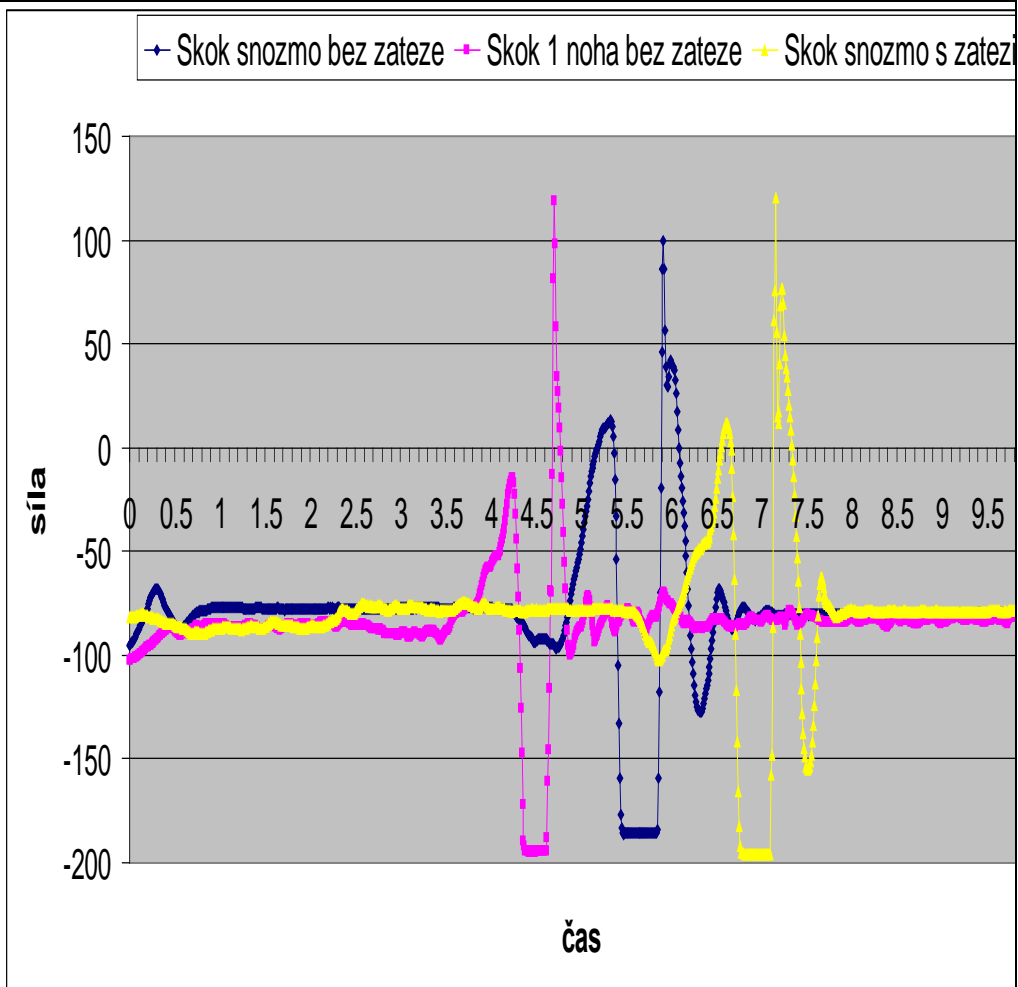
Výsledky

		Skok snožmo bez zátěže		Skok na 1 noze bez zátěže		Skok snožmo se zátěží	
max. velikost síly svalů	F_{Bmax}	199.1	d	179.8	d	207.3	d
max. velikost síly svalů	F_{Bmax}	1474.0	N	1325.6	N	1519.9	N
prům. velikost síly svalů	F_{Bavg}	162.0	d	132.4	d	158.2	d
prům. velikost síly svalů	F_{Bavg}	1199.6	N	976.1	N	1160.0	N

Skok snožmo bez zátěže

Impuls síly svalů	I_B	647.8	Ns
práce svalů	W_B	2622.8	J
výkon svalů	P_B	4857.1	W
výška skoku	h	0.27	m

Grafy



BIOMECHANIKA

Měření sil pod chodidly na odrazové desce

Závěr

V úloze byly zjišťovány odrazové síly pro 3 druhy skoku (skok snožmo bez zátěže, skok na jedné noze bez zátěže a skok snožmo se zátěží) a následovalo jejich porovnání. Dále se zjišťovala pro skok snožmo bez zátěže práce svalů při výskoku, jejich výkon a přibližná výška skoku za podmínek a s výpočty podle vzorců uvedených v [A] kap. 3.12.

Při porovnání maximální síly svalů při odrazu vychází nejvyšší při skoku snožmo se zátěží. Pro skok snožmo bez zátěže je maximální síla o málo nižší a nejnižší (s výrazným rozdílem) je maximální síla svalů při výskoku nejnižší. (Tyto výsledky odpovídají teorii, kde svaly na obou nohou vyvinou větší celkovou sílu, než svaly pouze jedné nohy; a síla potřebná pro výskok se zátěží je, z důvodu vyšší hmotnosti, vyšší než u výskoku bez zátěže).

Při porovnání průměrné síly svalů při odrazu je pro skok na jedné noze bez zátěže nižší než pro skok snožmo bez zátěže (v souladu s výše zmíněnou teorií); což potvrzuje i graf naměřených hodnot, kde je letová fáze pro skok na jedné noze bez zátěže kratší než pro skok snožmo bez zátěže.

Stejně porovnání pro skok snožmo bez zátěže a skok snožmo se zátěží ve výpočtu nevychází dle výše zmíněné teorie (pro skok snožmo bez zátěže je průměrná síla svalů ve výskoku vyšší než pro skok snožmo se zátěží), což ale bude způsobeno kratší letovou fází, jak je z grafů naměřených hodnot patrné.

		Skok snožmo bez zátěže		Skok na 1 noze bez zátěže		Skok snožmo se zátěží	
max. velikost síly svalů	F_{Bmax}	1474.0	N	1325.6	N	1519.9	N
prům. velikost síly svalů	F_{Bavg}	1199.6	N	976.1	N	1160.0	N

Parametry skoku snožmo bez zátěže neuvedené v tabulce výše vyšli dle tabulky následující:

Skok snožmo bez zátěže

Impuls síly svalů	I_B	647.8	Ns
práce svalů	W_B	2622.8	J
výkon svalů	P_B	4857.1	W
výška skoku	h	0.27	m

Použitá lit.

[1] = Kutílek, P., Žižka, A.: Vybrané kapitoly z experimentální biomechaniky. ČVUT v Praze, 2012