



České vysoké učení technické
v Praze
Fakulta biomedicínského inženýrství



Úloha KA03/č. 3:

Měření kroutícího momentu

Návod pro studenty

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 krouticího momentu

Zadání úlohy

- 1) Určete velikost izometrické síly, kterou musejí vytvářet svaly, aby vytvořily vámi měřený krouticí moment při úchopu dlaní

Zjistěte (měřením a výpočtem) krouticí moment při referenčním zatížení závažími (0,5 a 1 kg) umístěným ve vzdálenosti 50 a 250 mm od osy nosného elementu protézy namáhaného krutem v přípravku a dále změřte na přípravku krouticí moment, který jste vyvinuli při úchopu dlaní.

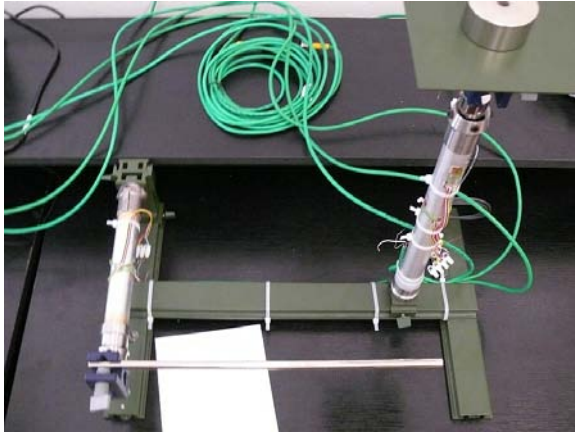
K měření použijte program CatmanEasy DAQ a připojenou měřicí stanici eDAQ lite.
Měření a výsledky uveďte do protokolu.

Pomůcky

Měřicí přípravek s nosným elementem protézy
PC s nainstalovaným programem CatmanEasy DAQ
Měřicí stanice eDAQ lite s příslušenstvím
Referenční měřítko
Závaží
Proband

Postup vypracování úlohy

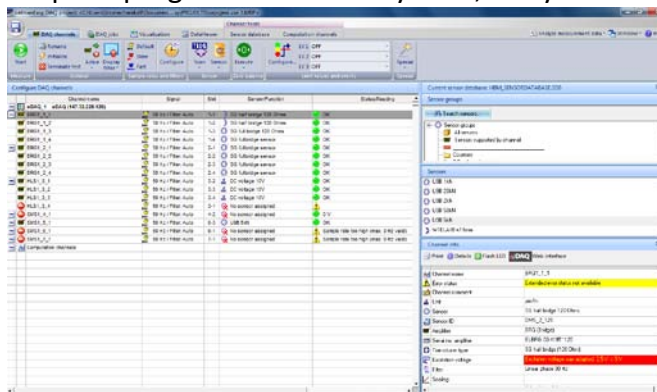
Vyučující zkontroluje přípravek, připojí jej k měřicí stanici eDAQ lite a spustí počítač. Připojení je znázorněno na následujících obrázcích:



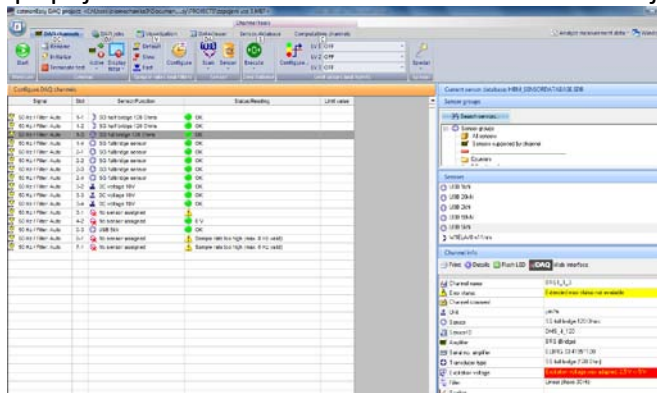
Snímače pro krut jsou připojeni v „řádku“ „BRG“ na posici 3.

Nosný element protězy má průřez mezikruží s vnějším průměrem = 30 mm a vnitřním průměrem = 26 mm. Délka je 250 mm pro nosný element protězy namáhaný v krutu na přípravku.

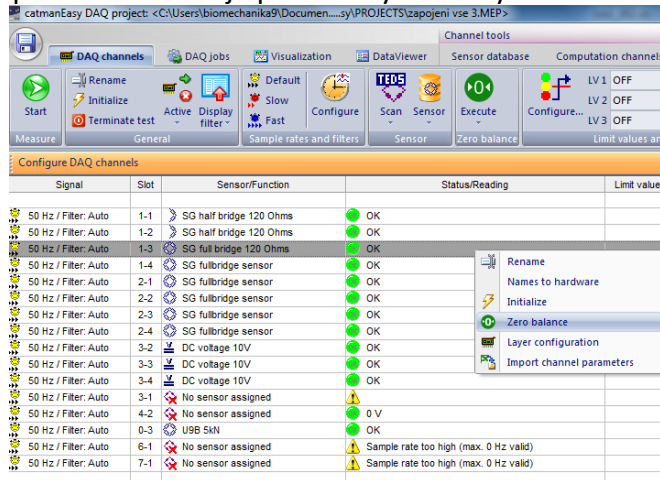
Studenti spustí program Catman Easy DAQ, který "načte" připojenou měřicí stanici eDAQ lite:



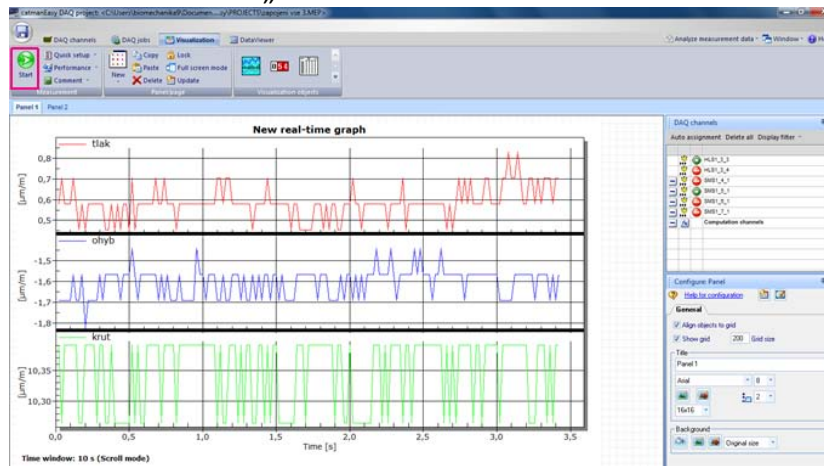
Kanal s připojenou úlohou "Měření kroutícího momentu" je označen "1-3".



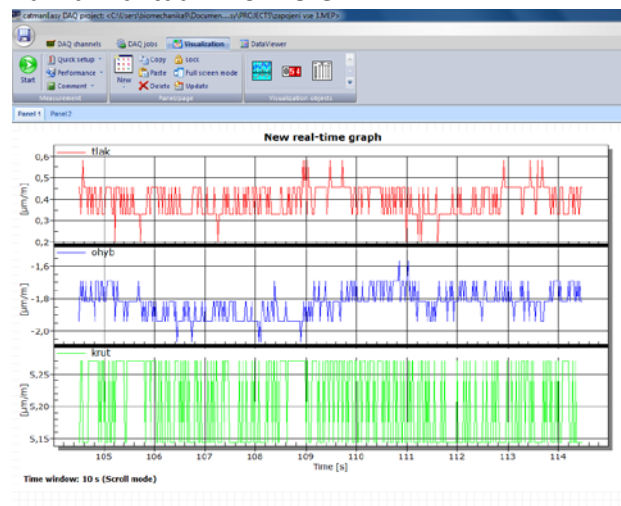
Před započítím měření je potřeba systém "vynulovat":



Spuštění měření tlačítkem „Start“.



Záznam aktuálního měření.

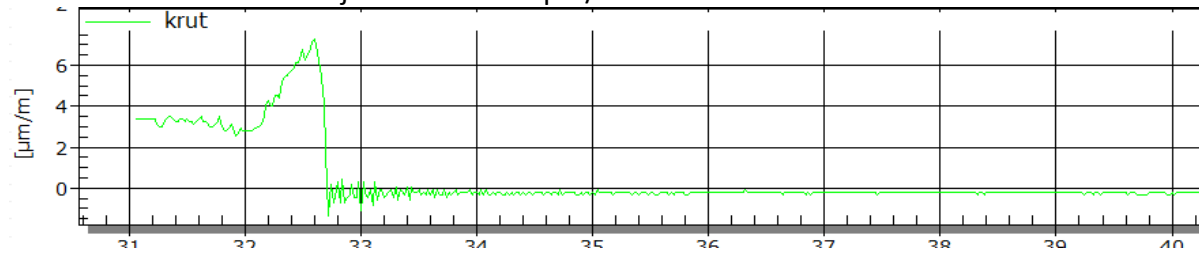


V programu CatmanEasy DAQ na záznamu měření (grafu) studenti počkají na ustálení hodnoty deformace při krutu a odečtou ji. Hodnoty deformace se (dle zadání) zjišťují: bez zatížení, zatížení 0,5 kg na rameni 50 mm, zatížení 1 kg na rameni 50 mm, zatížení 0,5 kg na rameni 250 mm, zatížení 1 kg na rameni 250 mm a při zatížení krutem dlaní probanda.

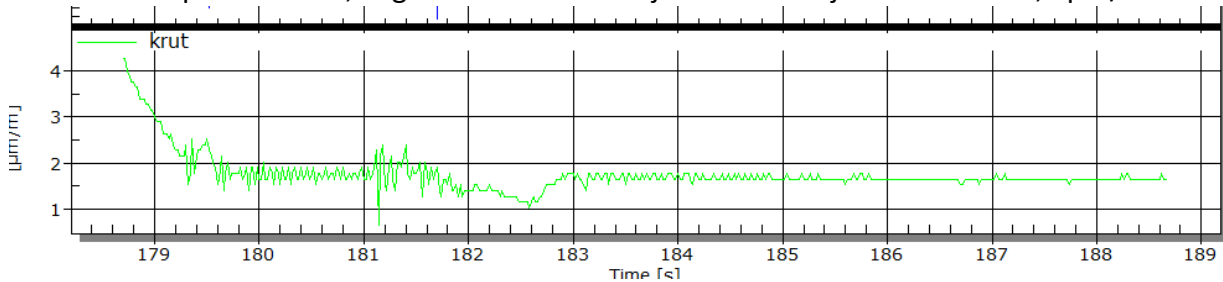
Záznam na obrazovce má trvání 10 s a je-li dostatečně dlouho „neměnný“, tak se automaticky mění měřítko a je obtížnější odhadnout výslednou hodnotu – fluktuace signálu „zaplní“ celý zobrazený graf a špatně se odhaduje průměrná hodnota.

Změřená data:

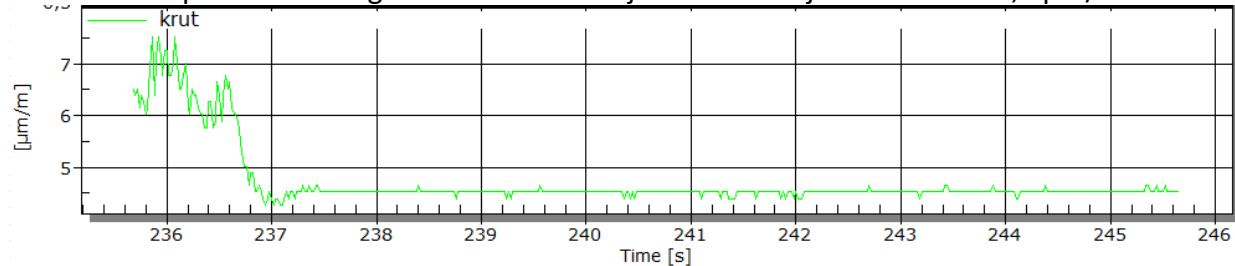
Měření č. 1 - bez zatížení je deformace 0 $\mu\text{m}/\text{m}$



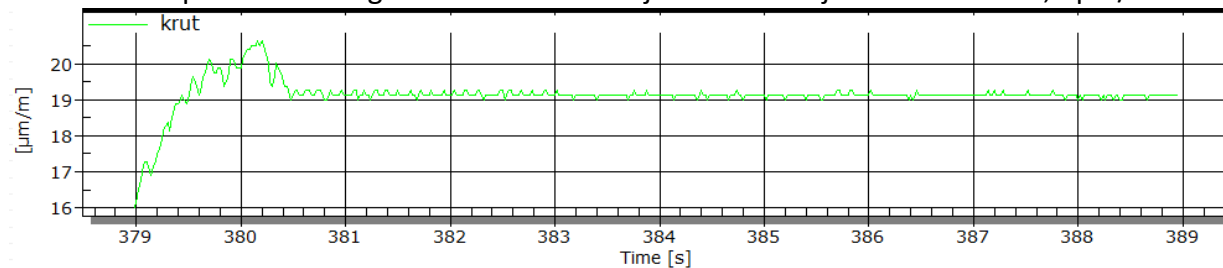
Měření č. 2 - při zatížení 0,5 kg na rameni 50 mm je dle následujícího obrázku 1,7 $\mu\text{m}/\text{m}$.



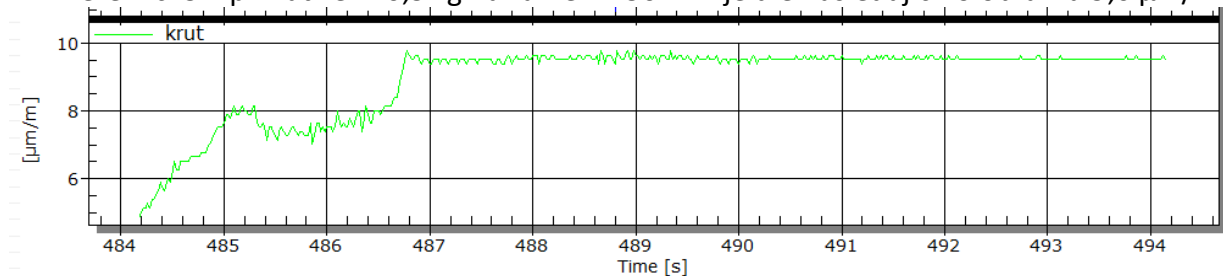
Měření č. 3 - při zatížení 1 kg na rameni 50 mm je dle následujícího obrázku 4,5 $\mu\text{m}/\text{m}$.



Měření č. 4 - při zatížení 1 kg na rameni 250 mm je dle následujícího obrázku 19,1 $\mu\text{m}/\text{m}$.



Při Měření č. 5 – při zatížení 0,5 kg na rameni 250 mm je dle následujícího obrázku 9,6 $\mu\text{m}/\text{m}$.

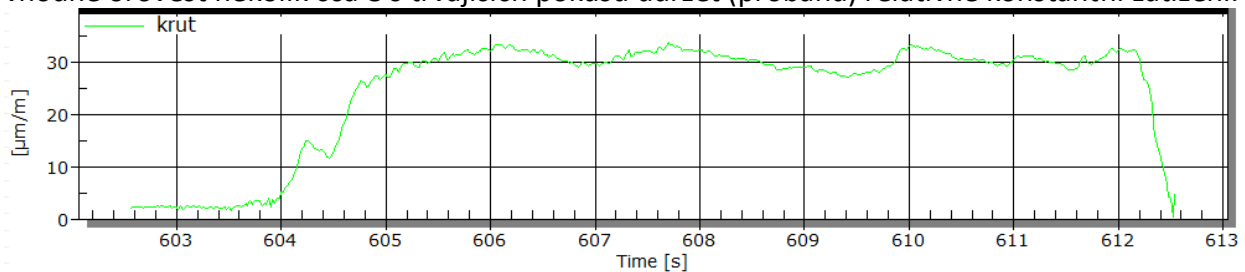


Time window: 10 s (Scroll mode)

Měření č. 6 - při krutu dlaní probanda odpovídá zatížení dle následujícího obrázku kolem 30 $\mu\text{m}/\text{m}$, a je obtížné udržet po dobu několika sekund stabilní hodnotu krutu.

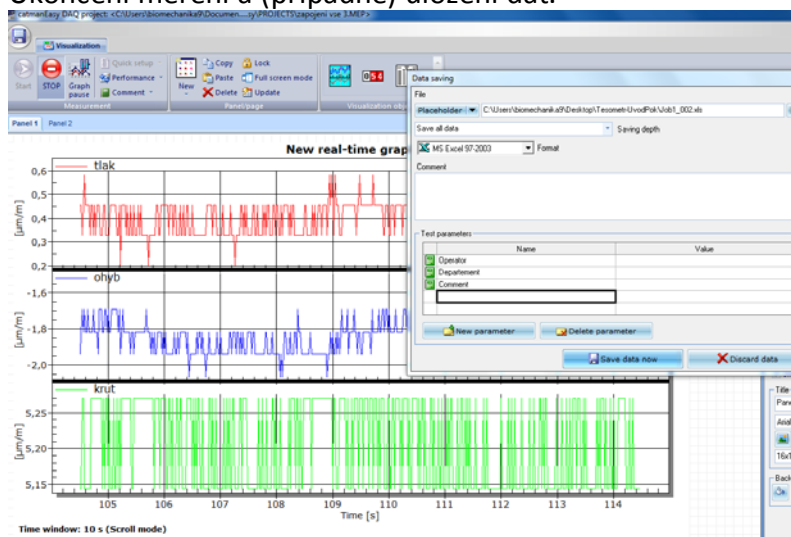
Z následujícího obrázku je dobře vidět, že udržet dlaní stálou hodnotu krutu je velmi obtížné – je

vhodné orovést několik cca 8 s trvajících pokusů udržet (proband) relativně konstantní zatžení.



Time window: 10 s (Scroll mode)

Ukončení měření a (případně) uložení dat.



Výpočet namáhání v krutu:

Pro měření 1 ÷ 5 se spočte kroutící moment, průřezový modul v krutu dle vzorce [A s103,kap. 4.1] vzorec (25) pro nosný element protězy $W_k = 2.3105e-6 \text{ m}^3$, dále spočteme tangenciální napětí τ_k dle [A s103,kap. 4.1] vzorec (23).

Kroucený prvek (nosný element protězy dolní končetiny je vyroben z oceli, materiálové vlastnosti: $E = 200\,000 \text{ MPa}$, $\mu = 0.3 \Rightarrow$ dle [A s102,kap. 4.1] vzorec (22) $G = 76\,923 \text{ MPa}$.

Celkové přetvoření od kroutícího momentu ϵ_v vypočteme dle [A s103,kap. 4.1] tab.3.

Pro měření č. 6 se stanoví z celkového přetvoření vypočítaného ze skutečného zatžení (kroutícího momentu) a změřené deformace korekční koeficient. Velikost celkového přetvoření se získá vydělením změřené deformaci korekčním koeficientem. Dle [A s103,kap. 4.1] tab.3 se spočte tangenciální napětí a z něj dle [A s103,kap. 4.1] vzorec (23) zjistíme kroutící moment vyvinutý dlaní probanda na nosný element protězy.

Isometrická síla vyvinutá svaly na dosažení zjištěného momentu (kroutící moment při měření č. 6) se spočítá dle [A s35,kap. 3.1] vzorec (1), k tomu je třeba odhadnout vzdálenost nositelky síly svalů od okamžité osy otáčení (u probanda bylo odhadnuto na 15 mm).

Při měření jsou poměrně velké problémy s kalibrací tensometrických snímačů (jejich stabilitou v delším čase).

Vypracování protokolu.

Použitá lit.

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