

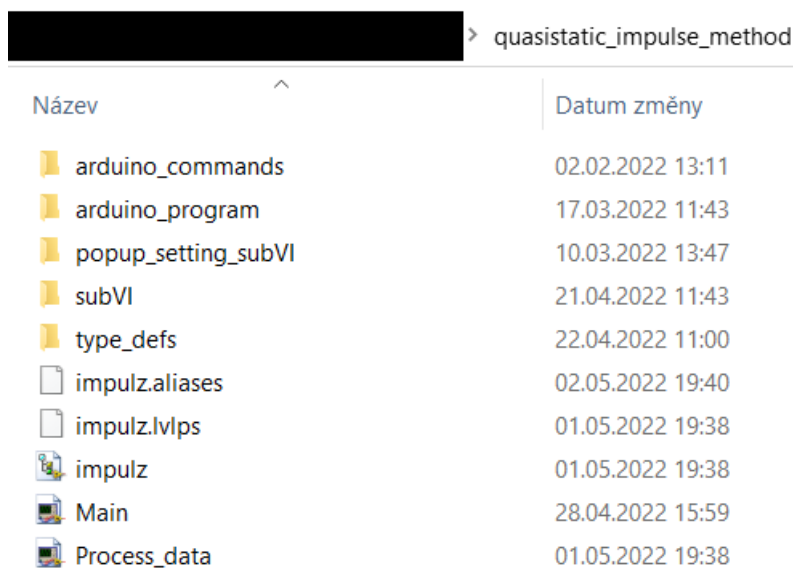
System měření d_{33} s jednorázovou změnou mechanického namáhání

Uživatelská příručka

1 Obsah

2	Bezpečnostní upozornění.....	3
3	Potřebný software	3
4	Schéma zapojení	3
5	Organizace projektu.....	3
6	Front panel.....	5
6.1	Oblast Arduino na front panelu	5
6.2	Oblast Reference measurement na front panelu.....	5
6.3	Oblast Fileinfo na front panelu	6
6.4	Oblast measurements results.....	6
7	Uložení měřeného vzorku do konstrukce	6
8	Spuštění měření	7
8.1	Nahrání programu do Arduino Uno.....	7
8.2	Nastavení control panelů ve front panelu	8
8.3	Nastavení referenčního signálu	8
8.4	Nastavení startovního bodu vačky	9
8.5	Nastavení počtu měření	10
9	Zpracování naměřených dat	11

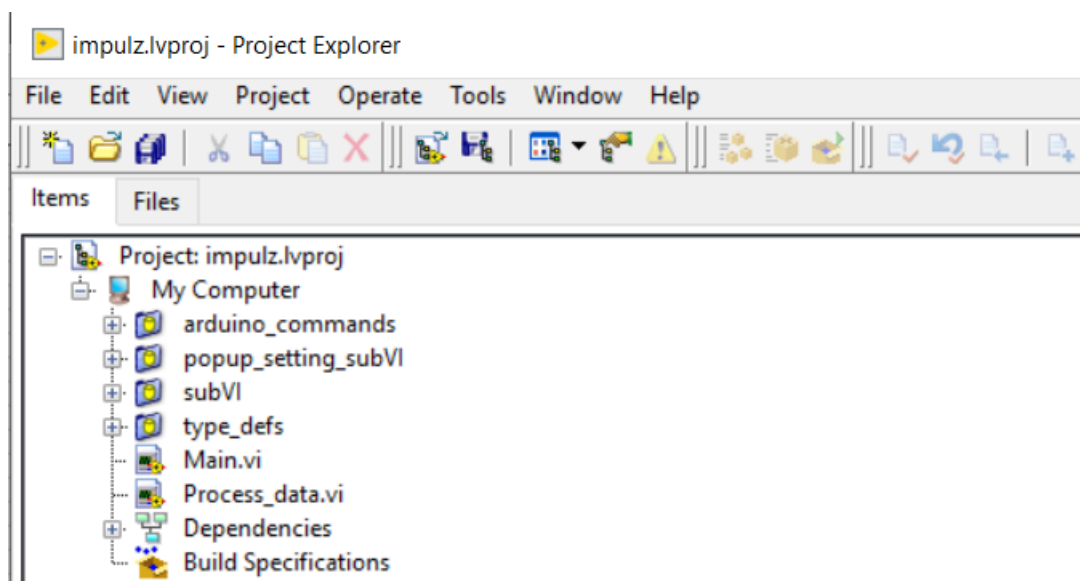
momentálně nejdůležitější objekt *impulz.vproj*. Jedná se o projekt v programovacím prostředí LabVIEW, přes který je doporučeno spouštět jednotlivá subVI.



Název	Datum změny
arduino_commands	02.02.2022 13:11
arduino_program	17.03.2022 11:43
popup_setting_subVI	10.03.2022 13:47
subVI	21.04.2022 11:43
type_defs	22.04.2022 11:00
impulz.aliases	02.05.2022 19:40
impulz.lvps	01.05.2022 19:38
impulz	01.05.2022 19:38
Main	28.04.2022 15:59
Process_data	01.05.2022 19:38

Obrázek 2 Složka obsahující LabVIEW projekt

Po otevření projektu *impulz.vproj* se objeví otevřený projekt viz následující obrázek.



Obrázek 3 Organizace projektu

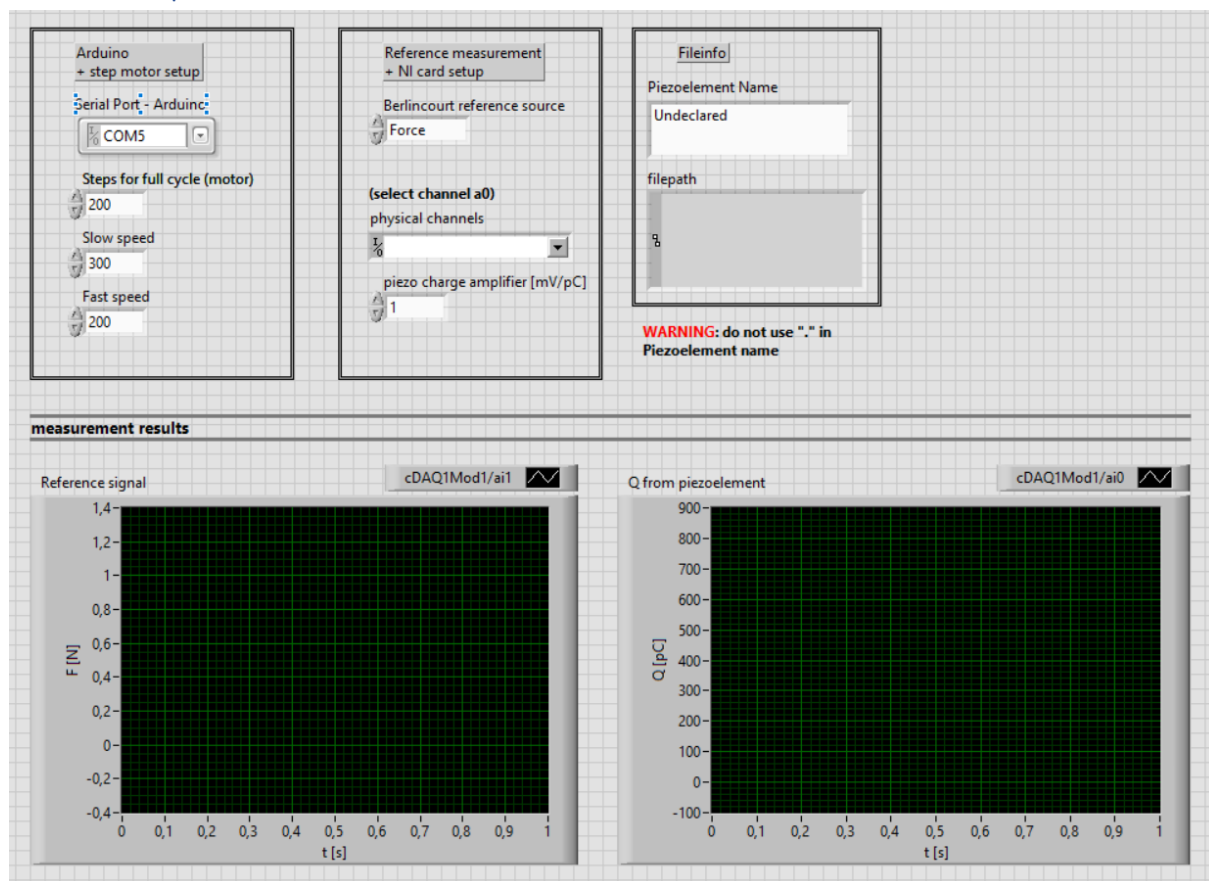
Z objektů projektu jsou důležité subVI *Main.vi* a *Process_data.vi*. *Main* slouží ke spouštění měření, *Process_data* slouží ke zpracování naměřených dat.

Před spuštěním měření je důležité založit složku *ImpulzData* na stejné úrovni jako je složka *quasistatic_impulse_method* obsahující program. **Do této složky se ukládají výsledky měření a bez této složky data nejsou uložena!!**

Název	Datum změny
ImpulzData	02.05.2022 19:45
quasistatic_impulse_method	02.05.2022 19:44

Obrázek 4 Umístění a název složky pro ukládání naměřených dat

6 Front panel



Obrázek 5 Front panel

6.1 Oblast Arduino na front panelu

Serial Port – Arduino – komunikační port na kterém je připojeno Arduino Uno

Steps for full cycle (motor) – počet kroků krokového motoru pro plnou otáčku

Slow speed – čas čekání po kroku při pomalých otáčkách ($\text{delay} = x \cdot 100 \mu\text{s}$)

Fast speed – čas čekání po kroku při rychlých otáčkách ($\text{delay} = x \cdot 100 \mu\text{s}$)

6.2 Oblast Reference measurement na front panelu

Berlincourt reference source – typ použitého referenčního signálu, na výběr je síla (Force) nebo známý piezoelektrický element (Piezo)

Physical channels – výběr fyzického kanálu s měřicí kartou (*POZOR! Musí být vybrán kanál a0*)

Piezo charge amplifier – převodní konstanta nábojového zesilovače do kterého je přiveden výstup z měřeného piezoelektrického elementu v mV/pC

6.3 Oblast Fileinfo na front panelu

Piezoelement Name – název měřeného piezoelektrického elementu

Filepath – cesta k vytvořenému souboru

Upozornění: piezoelement name slouží k pojmenování vytvořeného souboru. Aby nedošlo k přespání existujícího souboru, je použito verzování. Při verzování ovšem dochází ke smazání částí za “.”, proto není doporučováno tečku využívat v názvu.

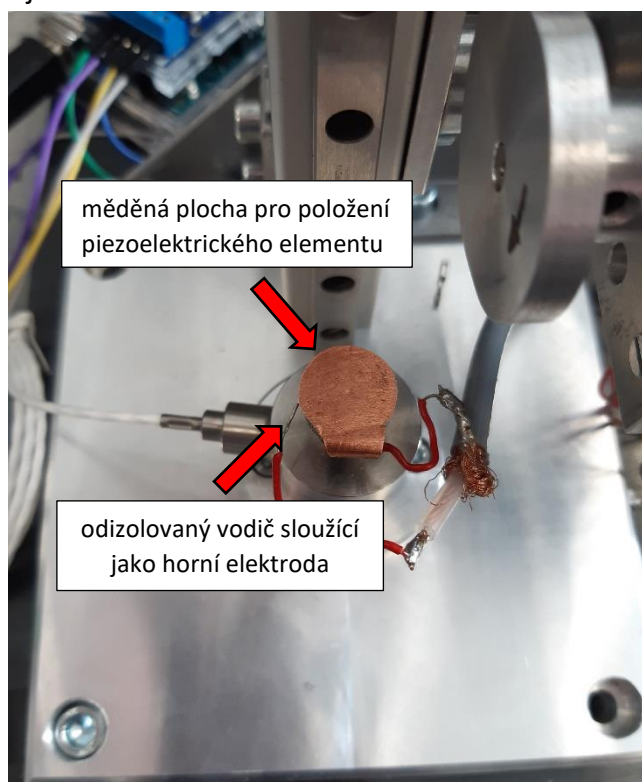
6.4 Oblast measurements results

Reference signal – graf zobrazující veškeré naměřené referenční signály

Q from piezoelement – graf zobrazující veškeré naměřené signály náboje z měřeného piezoelektrického elementu

7 Uložení měřeného vzorku do konstrukce

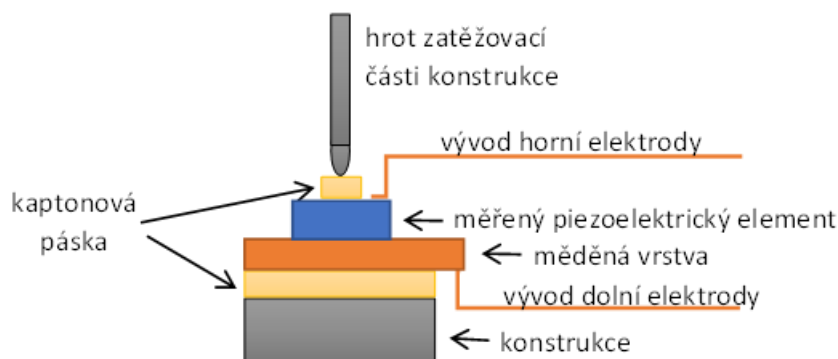
Měřený piezoelektrický element je třeba položit na spodní elektrodu v rámci konstrukce zobrazenou na následujícím obrázku.



Obrázek 6 Měřící elektrody

Jako horní elektroda slouží odizolovaná část vodiče. Tato elektroda je třeba položit na měřený vzorek tak, aby byl zajištěn kontakt v celé době měření. Jelikož je třeba měřený

piezoelektrický element odizolovat od zatěžovacího tělesa, jako nejvhodnější řešení je přilepení vodiče na horní stranu piezoelektrického elementu pomocí kepsionové pásky tak, aby páska zakrývala bod doteku elementu se zatěžovacím tělesem a aby zároveň držela vodič mimo bod doteku.



Obrázek 7 Uložení měřeného piezoelektrického elementu mezi elektrody

8 Spuštění měření

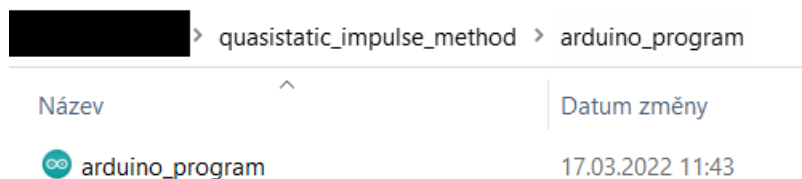
Před spuštěním měření je důležité mít založenou složku *ImpulzData* pro ukládání dat, viz kapitola **Organizace projektu**.

Postup:

1. Připojení všech zařízení dle **Schéma zapojení** a zapnutí přístrojů
2. Pokud nebyl nahrán příslušný program do desky Arduino Uno, nebo byl program přehrán – **Nahrání programu do Arduino Uno**
3. **Nastavení control panelů ve front panelu** programu v LabVIEW
4. **Nastavení referenčního signálu** v pop-up okně
5. **Nastavení startovního bodu vačky** v pop-up okně
6. **Nastavení počtu měření**
7. Vyčkání do doběhnutí zadaného počtu měření
8. **Zpracování naměřených dat**

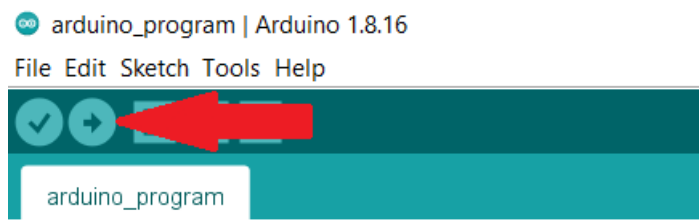
8.1 Nahrání programu do Arduino Uno

Pro nahrání programu do Arduino Uno je nejdříve zapojit desku pomocí USB do počítače. Program v prostředí Arduino je uložený ve složce obsahující program tohoto systému měření ve složce *arduino_program*, viz následující obrázek.



Obrázek 8 Umístění Arduino programu

Po otevření programu se otevře prostředí Arduino s vybraným programem. Pro nahrání je třeba zmáčknout tlačítko *Upload*, viz následující obrázek.



Obrázek 9 Nahrání Arduino programu

Po zmáčknutí tlačítka je pouze třeba počkat na dokončení nahrávání programu, žádný další zásah není třeba.

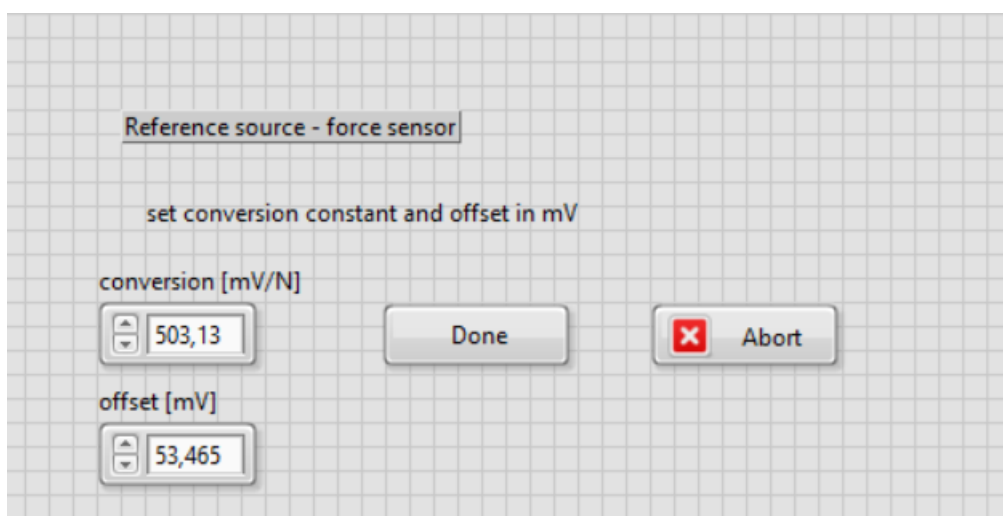
8.2 Nastavení control panelů ve front panelu

Před spuštěním programu *Main.vi* je třeba zadat požadované parametry měření do control panelů, jejichž význam je popsán v kapitole **Front panel**.

8.3 Nastavení referenčního signálu

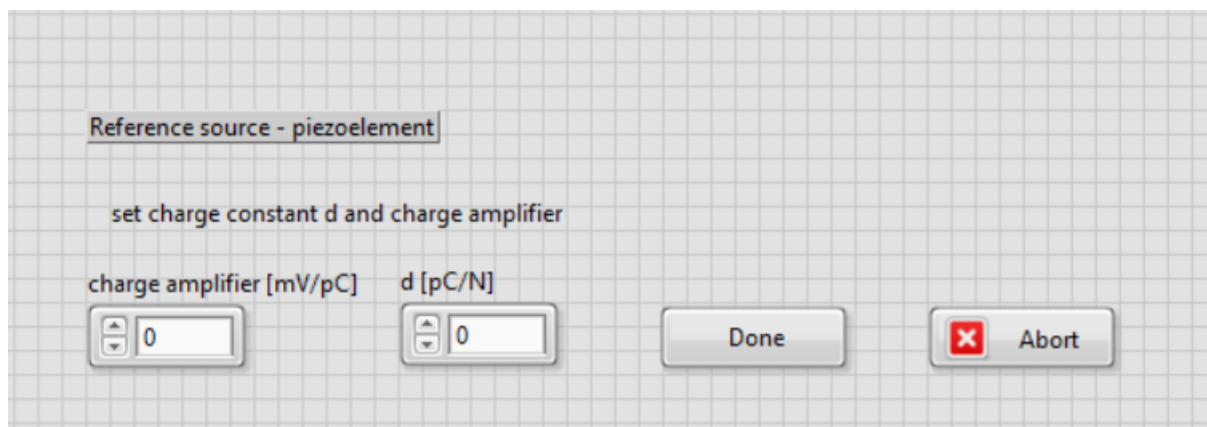
Po spuštění programu *Main.vi* je chvíli čekáno, než je zahájena komunikace mezi Arduino Uno a počítačem. Následovně se objeví dialogové okno na základě vybraného typu referenčního signálu.

Pop-up okno při referenčním signálu ze snímače síly:



Obrázek 10 Pop-up okno pro nastavení referenčního signálu síly

Pop-up okno při referenčním signálu z piezoelektrického elementu se známými koeficienty:



Obrázek 11 Pop-up okno pro nastavení referenčního piezoelektrického elementu

Potvrzení zadaných hodnot parametrů je provedeno přes zmáčknutí tlačítka *Done*. Zmáčknutím tlačítka *Abort* dojde k ukončení běhu celého programu měření.

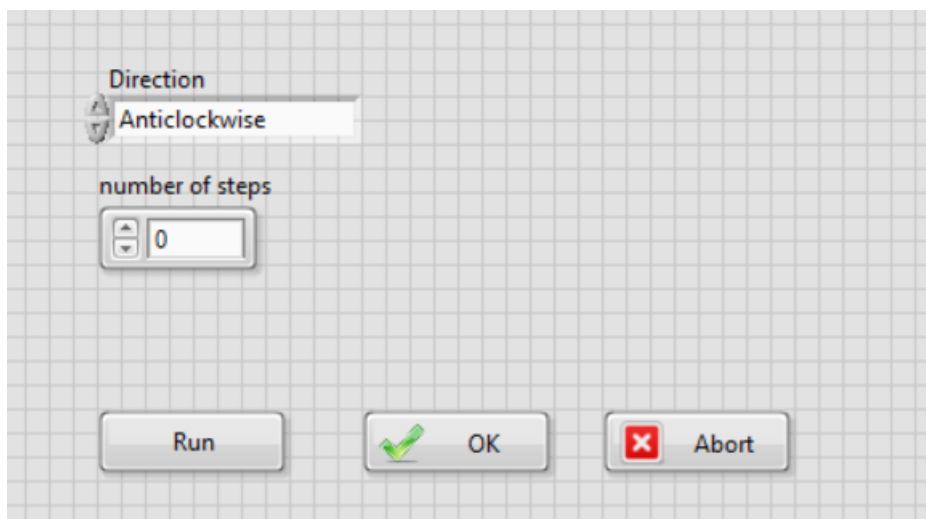
8.4 Nastavení startovního bodu vačky

Po potvrzení parametrů referenčního signálu se objeví dialogové okno pro nastavení startovní pozice vačky před začátkem měření.



Obrázek 12 Startovní pozice vačky

Motor se při měření otáčí v negativním směru, je tedy třeba aby při první čtvrtině otáčky došlo k nadzvednutí zatěžovacího tělesa. Výčnělek zatěžovacího tělesa nemusí přesně doléhat na povrch vačky. Postačí, když bude při pohybu nadzvednuto. Pokud je vačka (a tedy motor) příliš nízko nebo vysoko, je možné posunout nahoru a dolů. Pro posunutí je potřeba uvolnění šroubů držící motor v pevné pozici na konstrukci, načež je možné motorem pomocí pojízdných jezdců nastavovat výšku.



Obrázek 13 Pop-up okno pro nastavení startovní pozice vačky

Direction nastavuje směr otáčení (Anticlockwise/clockwise)

Number of steps nastavuje požadovaný počet kroků motoru

Tlačítkem *Run* je zahájen požadovaný pohyb

Tlačítko *OK* slouží k potvrzení, že došlo k nastavení vačky do startovní pozice

Tlačítkem *Abort* je možné ukončit běh celého programu měření.

Upozornění: Nastavování startovní pozice vačky je vhodné pro kontrolu zda dochází ke správnému napájení krokového motoru, čili je program schopný jím otáčet.

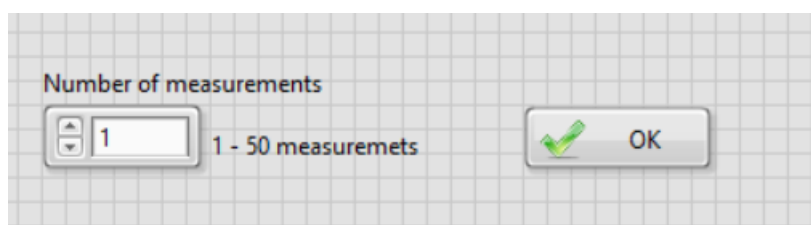
8.5 Nastavení počtu měření

Po potvrzení nastavení vačky do startovní pozice vyskočí dialogové okno pro typ měření.

Možnosti jsou:

- Single (jedno měření)
- Multiple (n měření) – DOPORUČENO (z důvodu zpracování dat)

V případě výběru Multiple se objeví další dialogové okno pro zadání požadovaného počtu měření.

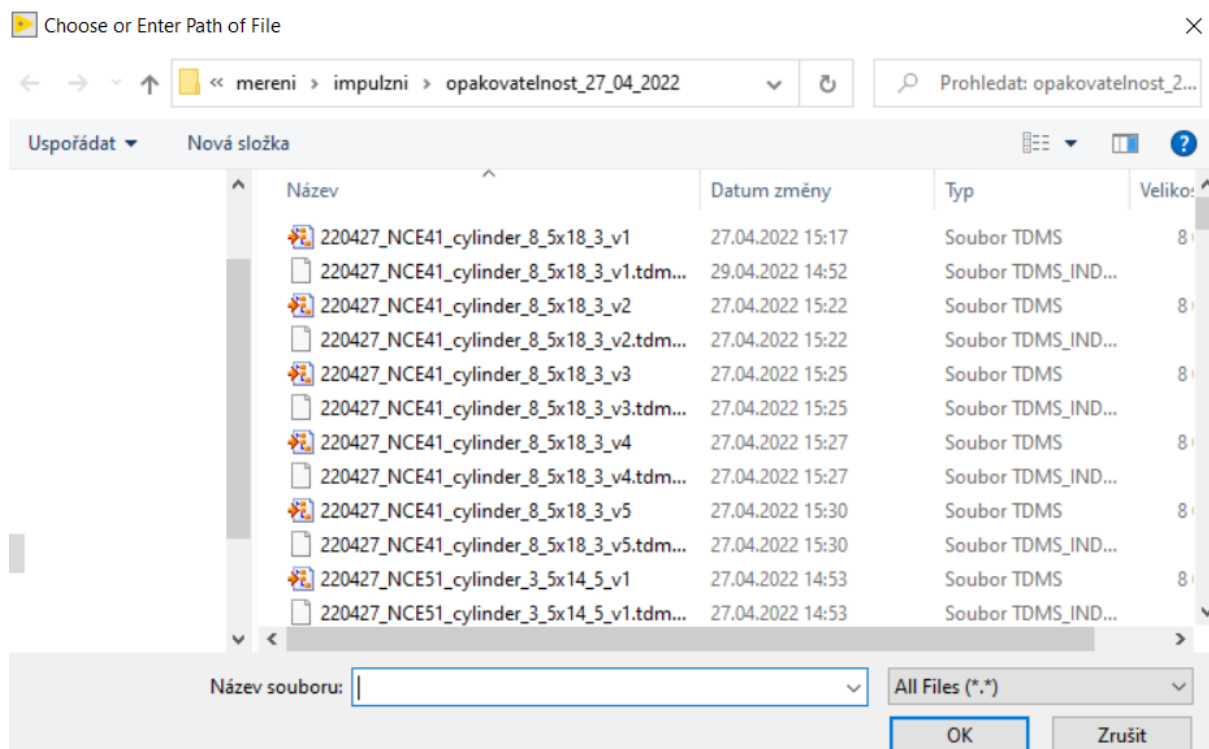


Obrázek 14 Pop-up okno pro nastavení počtu měření při volbě Multiple

Minimem je jedno měření, maximem 50 měření. Doporučována je hodnota 10.

9 Zpracování naměřených dat

Zpracování dat probíhá v programu *Process_data.vi*. Po spuštění programu se objeví dialogové okno pro výběr TDMS souboru s uloženými daty, viz následující obrázek. Po výběru souboru pro zpracování již není třeba žádného dalšího zásahu uživatelem, výpočet probíhá zcela automaticky na základě uložených dat.

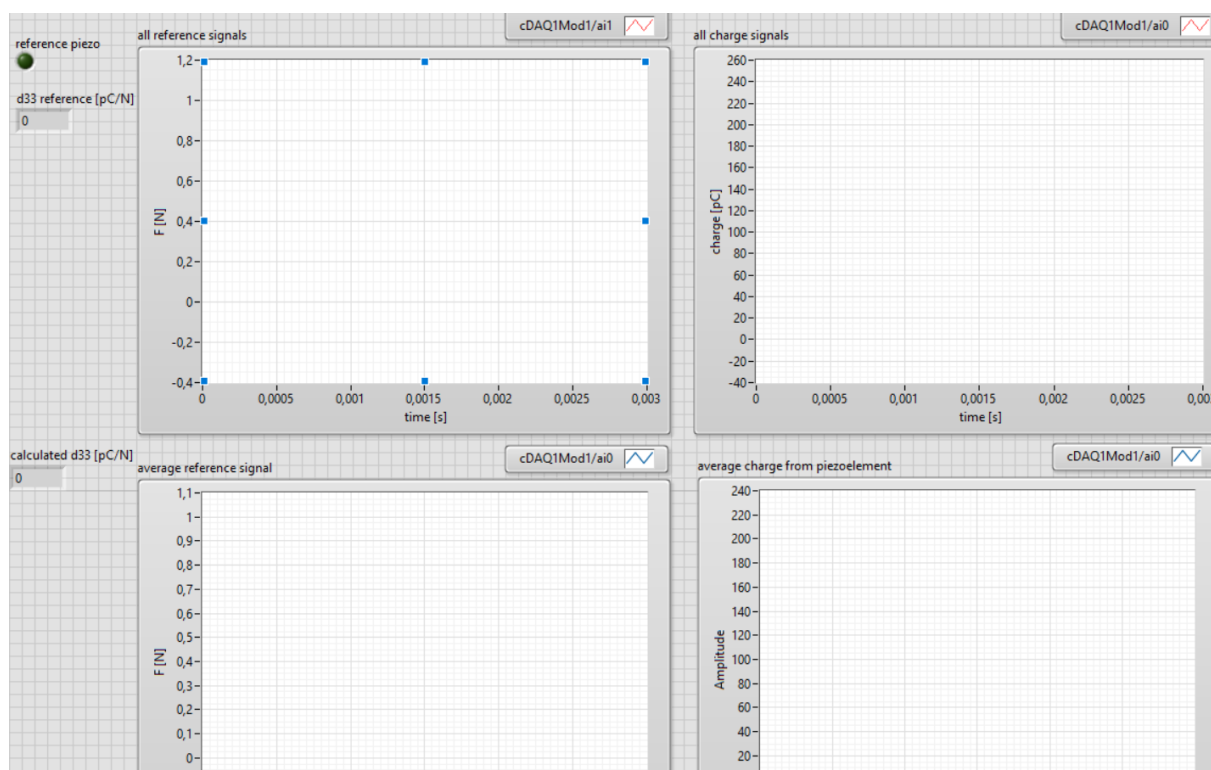


Obrázek 15 Dialogové okno pro výběr TDMS souboru

V rámci front panelu jsou důležité zejména 4 grafy a indikátor *calculated d33*, který ukazuje vypočtenou hodnotu piezoelektrického nábojového koeficientu v pC/N.

Grafy:

- All reference signals – krátké časové úseky obsahující skok v zatížení všech naměřených referenčních signálů
- All charge signals - krátké časové úseky obsahující skok v zatížení všech naměřených signálů náboje z měřeného piezoelektrického elementu
- Average reference signal – průměr krátkých časových úseků referenčních signálů, z tohoto průměrného signálu je počítán nábojový koeficient
- Average charge from piezoelement – průměr krátkých časových úseků nábojových signálů z měřeného piezoelektrického elementu, z tohoto průměrného signálu je počítán nábojový koeficient



Obrázek 16 Front panel Process_data.vi

Vzorce pro výpočet:

V případě referenčního signálu ze známého piezoelektrického elementu

$$d_{\text{calculated}} = d_{\text{reference}} \cdot \frac{Q_{\text{step unknown piezoelement}}}{Q_{\text{step reference piezoelement}}} [C \cdot N^{-1}]$$

V případě referenčního signálu ze snímače síly

$$d = \frac{Q_{\text{step}}}{F_{\text{step}}} [C \cdot N^{-1}]$$