Dynamické zkoušky sportovních povrchů a dětských hřišť

Roman Dlabaja

www.itczlin.cz

Obsah přednášky

- Oblast zkušebnictví dětských hřišť a sportovních povrchů v ITC
- Legislativa a normalizace
- ČSN EN 14808: Povrchy pro sporoviště – Stanovení absorbce nárazu
- ČSN EN 14809: Povrchy pro sportoviště – Stanovení vertikální deformace
- ČSN EN 1177: Povrch dětského hřiště tlumící náraz - Stanovení kritické výšky pádu (HIC)

Co spadá do oblasti zkušebnictví v tomto oboru?

- **dětská hřiště** (mateřské školky a školy, města, obce, ZOO, koupaliště, aquaparky, čerpací stanice,…..)
- **sportovní hřiště**
- **fitness hřiště**
- **skateparky**
- **hřiště pro seniory**
- **multifunkční volnočasové areály**
- **vnitřní -** velké herní haly, školky, nákupní střediska, obchodní domy, hotely, restaurace a jako doplněk do dětských koutků a center.

Find the way home!

C
D
E
F

Zařízení pro volnočasové aktivity

Nařízení vlády 163/2001, 190/2001 Sb. – stavební výrobky

- vnitřní povrchy pro sportovní haly a tělocvičny
- kazetové sportovní povrchy
- sportovní povrchy na bázi gumového granulátu
- syntetické trávníky pro pozemní hokej, ragby, golfová odpaliště, celoroční lyžování
- syntetické fotbalové trávníky
- přírodní fotbalové trávníky
- venkovní tenisové koberce s plněnou nebo neplněnou vlasovou vrstvou
- dřevěné sportovní podlahy
- vnitřní povlakové povrchy
- vnitřní koberce hladké nebo s PU vsypem

Zařízení pro volnočasové aktivity

Nařízení vlády 173/1997 Sb. – tzv. vybrané výrobky

- **Zařízení veřejných dětských hřišť ve městech a obcích**

  školy, školky , mateřská centra, hrací koutky v nákupních centrech…

- **Lanová centra, skateová centra, skákací hrady**,

- **Skluzavky a tobogány**…

- **Prostředky lidové zábav**y pro lunaparky apod…..

Zařízení pro volnočasové aktivity

- **Zákon č.102/2001 Sb. o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů**
- zásadní zákon jehož účelem je zajistit, aby výrobky uváděné na trh byly bezpečné. Za bezpečný výrobek se považuje ten, který splňuje požadavky zvláštního právního předpisu, nejlépe v souladu s právem Evropských společenství. Pokud takový předpis neexistuje posuzuje se bezpečnost výrobku podle:

- **a)** české technické normy,která přejímá jinou příslušnou evropskou normu
- **b)** národní technické normy členského státu Evropské unie, ve kterém je výrobek uveden na trh,
- **c)** doporučení Komise stanovující pokyny pro posuzování bezpečnosti výrobku,
- **d)** pravidel správné praxe bezpečnosti výrobku uplatňovaných v příslušném oboru,
- **e)** stavu vědy a techniky,
- **f)** rozumného očekávání spotřebitele týkajícího se bezpečnosti.

Testování bezpečnosti

- Pro účely testování bezpečnostních ukazatelů zařízení volnočasových areálů existují nezávazné normy:
  - harmonizované k nařízení vlády 173/1997 Sb.
  - harmonizované k zákonu č.102/2001 Sb.
  - harmonizované k NV 163/2002, 190/2002 (CPR…..stavební výrobky……
  - ostatní

Za bezpečný výrobek se považuje ten, který splňuje požadavky zvláštního právního předpisu, nejlépe v souladu s právem Evropských společenství. Pokud takový předpis neexistuje posuzuje se bezpečnost výrobku podle současného stavu vědy a techniky, popř. rozumného očekávání spotřebitele týkajícího se bezpečnosti..

Dobrovolné značení Bezpečné hřiště

- Služba je určena pro subjekty, mající zájem o komplexní servis zahrnující dlouhodobý nezávislý dohled nad bezpečností a hygienou provozovaného hřiště nebo více hřišť

- Podmínkou udělení licence na užívání dobrovolného značení „Bezpečné hřiště“ je realizace komplexního nezávislého dohledu auditory schválenými v ITC Zlín (tzv. oprávněné osoby) zahrnujícího:

  - **pravidelnou kontrola min. 1 x ročně** v rozsahu ČSN EN 1176-7
  - **provedení vybraných zkoušek** ověřujících mikrobiologické, parazitologické a chemické znečištění
  - **Určení rozsahu neshod a návrh nápravných opatření**

- Provozovatel hřiště uzavírá s ITC licenci na používání tabule se značkou „Bezpečné hřiště“, informujícího veřejnost o zajištění pravidelném dohledu.

ČSN EN 14808: Stanovení absorbce nárazu

Absorpce nárazu *(shock absorption)*
schopnost sportovního povrchu snižovat působení síly při dopadu člověka na povrch

Princip:
Závaží se nechá dopadnout na pružinu umístěnou na zkušebním vzorku a zaznamenává se největší aplikovaná síla. Rozdíl mezi touto silou a největší změřenou silou na tvrdém povrchu se udává jako redukce síly.

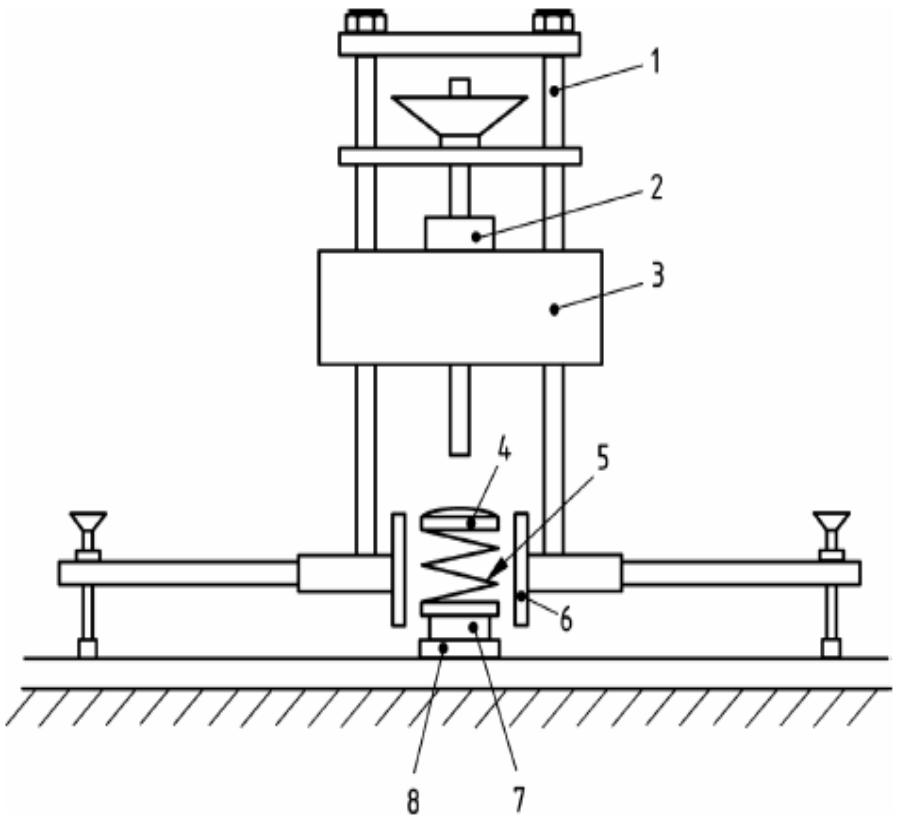
$$R=\left(1-\frac{F_t}{F_r}\right)\times 100$$

Padající závaží m = 20 kg, pádová výška h = 55 mm, spirálová pružina k = 2000 N/mm

Redukce síly $R=(1-F_t/F_r) \times 100$

ČSN EN 14808: Stanovení absorbce nárazu

ČSN EN 14808



Legenda

1 vedení pro padající závaží
2 elektromagnet
3 padající závaží
4 hodní deska
5 pružina
6 vodicí trubka
7 zařízení na snímání síly
8 spodní deska

Obrázek 1 – Zařízení Umělý sportovec

ČSN EN 14809: Stanovení vertikální deformace

vertikální deformace: deformace sportovního povrchu při působení normalizovaného zatížení

Zkušební závaží m = 20 kg, spirálová pružina k = 40 N/mm, výška pádu h = 120 mm

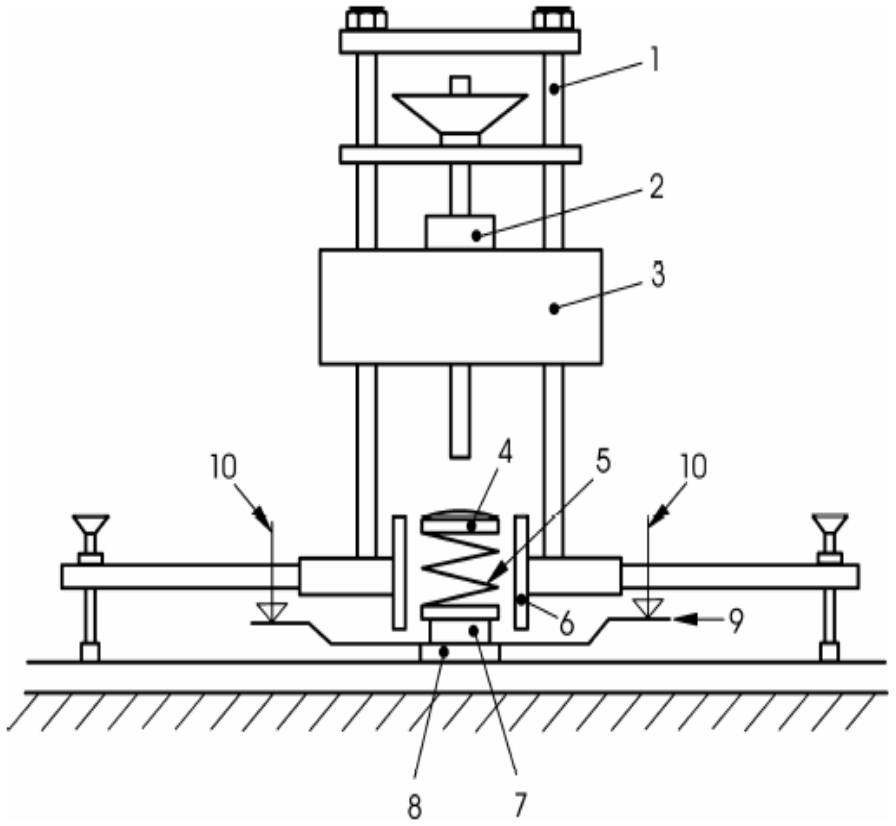
Vertikální deformace $D = (1500/F_{MAX}) \times \delta_{max}$

Záznam maximální síly F_{MAX} (N) a maximální hodnoty deformace v ose závaží (mm)

Náraz celkem 3x v intervalu 1 minuty (pro jeden zkoušený bod), výsledek se určí jako průměrná hodnota ze 2. a 3. nárazu.

ČSN EN 14809: Stanovení vertikální deformace

ČSN EN 14809



Legenda

1 vodítko pro padající závaží	6 vodicí trubice
2 elektromagnet	7 zařízení pro snímání síly
3 padající závaží	8 spodní deska
4 horní deska	9 horizontální plošky
5 pružina	10 senzory (snímač)

Obrázek 1 – Zařízení Umělý sportovec

HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení

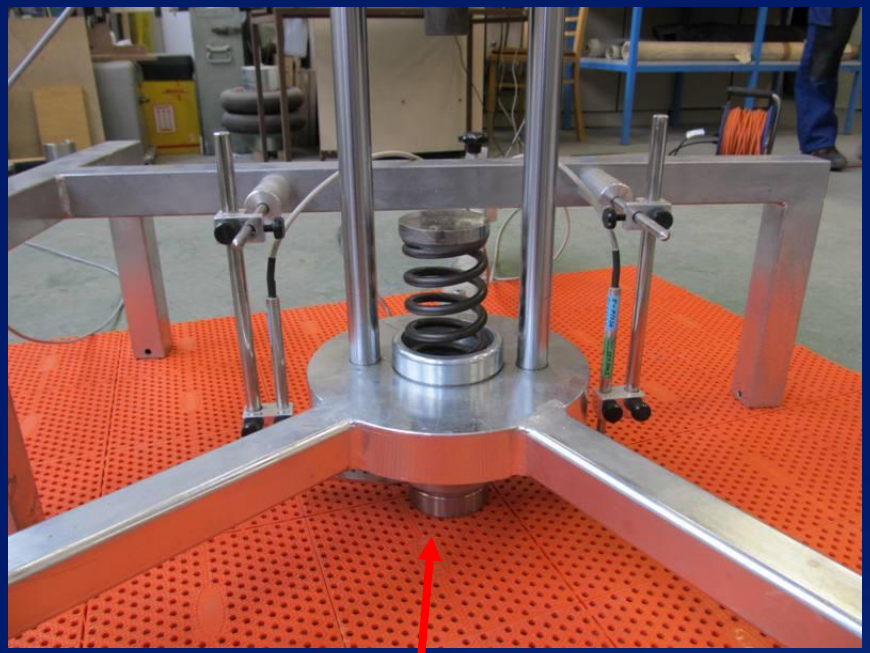
Mobilní zkušební zařízení pro zkoušky v laboratoři i v terénu (in-situ)

HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení

Elektromagnet – spuštění závaží el. signálem z ovládací jednotky

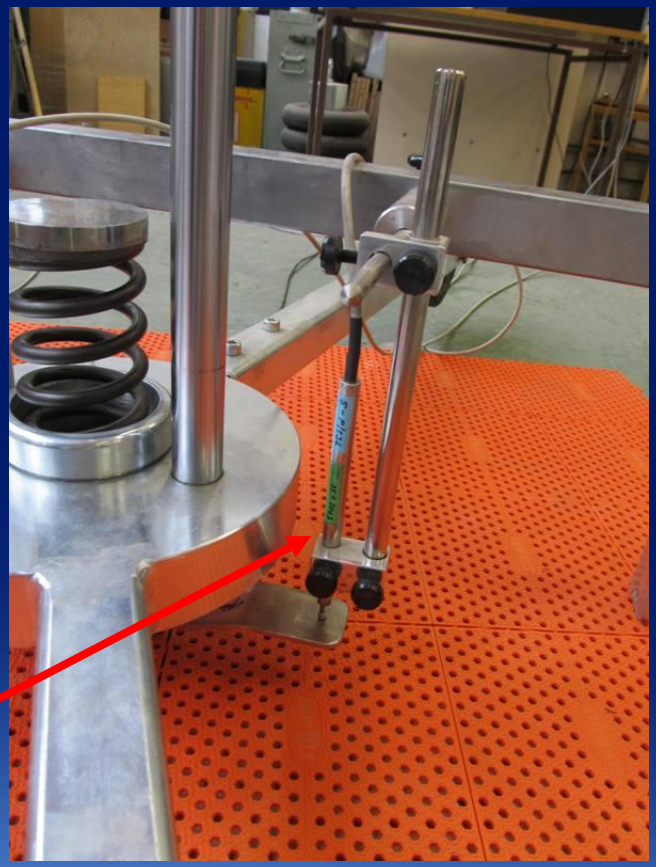
Zkušební závaží

HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení

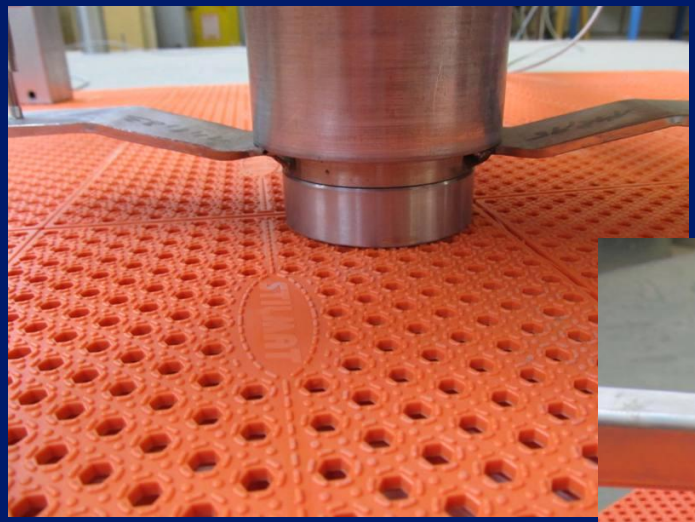


Zkušební noha se snímačem síly

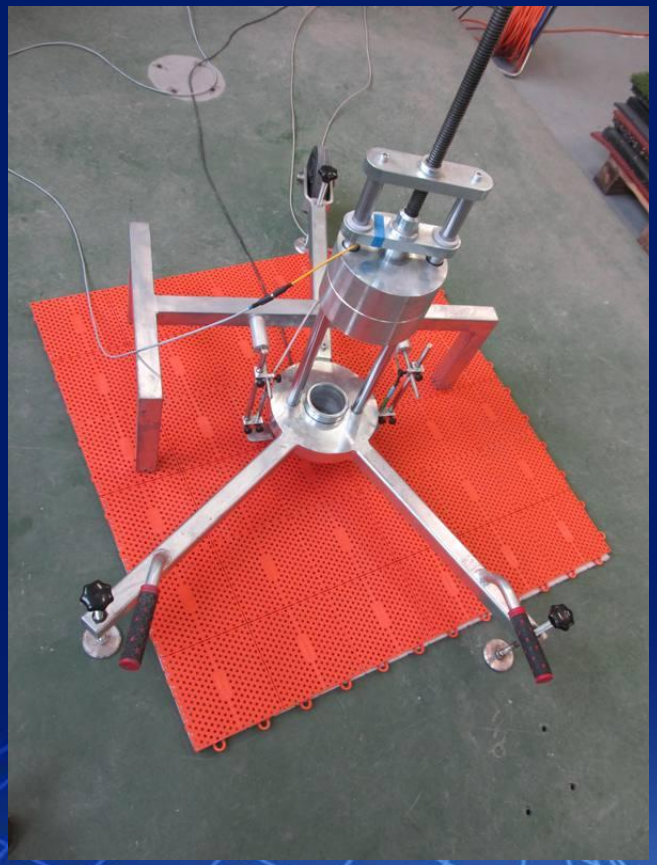
Snímač deformace

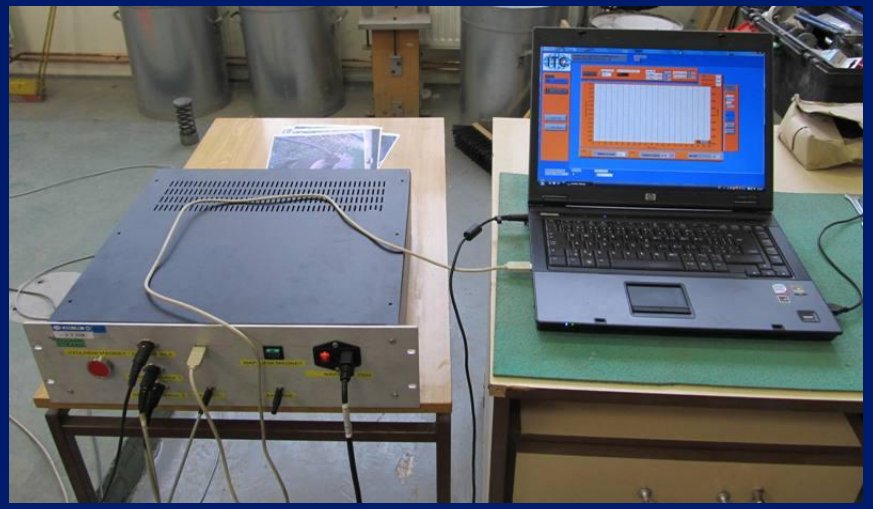


HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení - příslušenství



HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení - elektronika

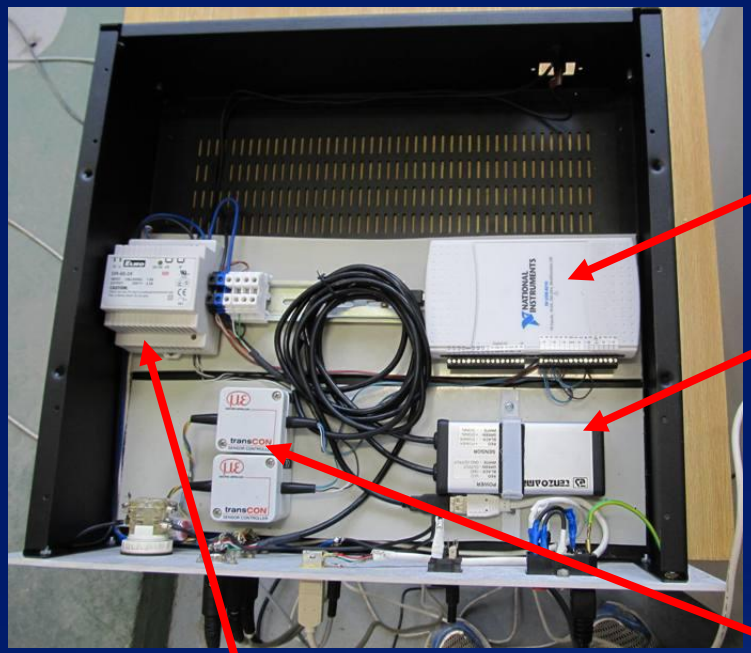




Analogové signály, ovládání spouštění, napájení – kovová skříň typu rack, napojení na PC

HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení - elektronika

HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení - elektronika



NI-USB 6210

Zesilovač pro snímač síly 0-10 kN

Převodníky signálu pro snímače deformace LVDT,
typ DTA-10G-3-CA (micro-epsilon)

Spínaný zdroj DC 24 V

HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení - elektronika

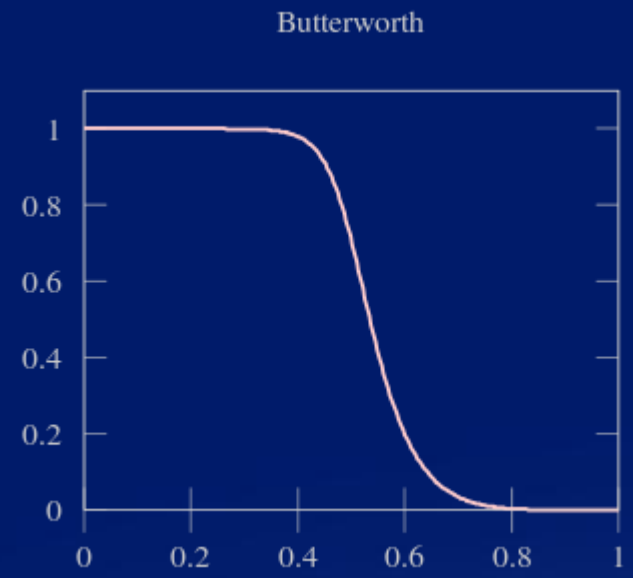
NI-USB 6210:

- 16 analogových vstupů (16bit, 250 kS/s)
- 4 DO a 4 DI
- 2x 32 bit čítač
- Bus powered
- High-speed data streaming

Požadavek normy:
Vzorkování > 1kHz

Realizace:
Vzorkování 10 kHz, simultánně všechny měřené AI

HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení - elektronika

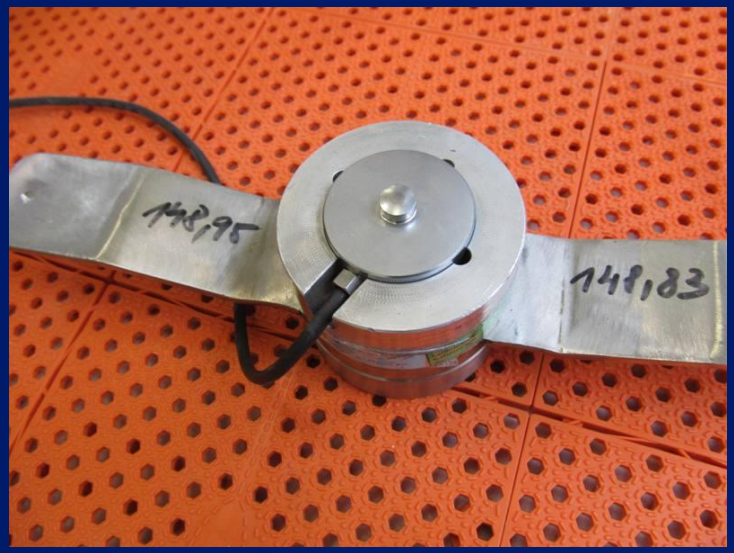


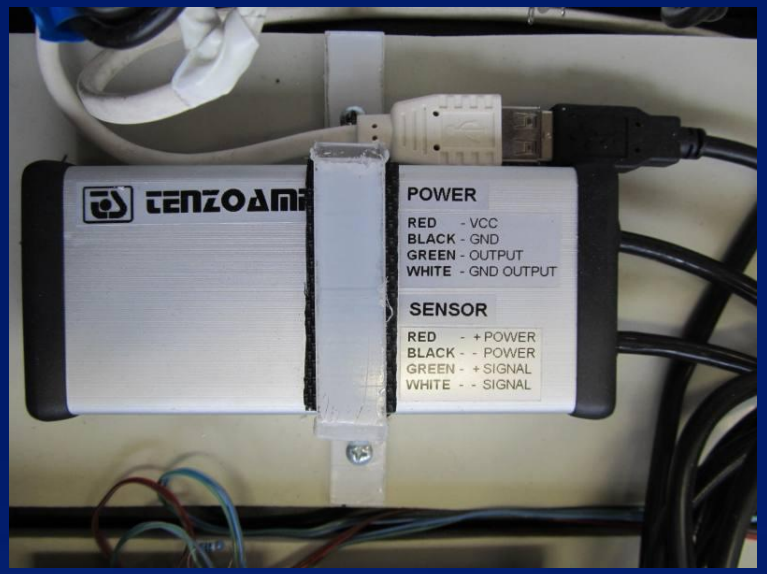
Filtrování analogových signálů:

Butterworthův filtr – dolní propust 120 Hz druhého řádu s -3dB

Realizace v SW pomocí vestavěné knihovny LW

HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení - elektronika



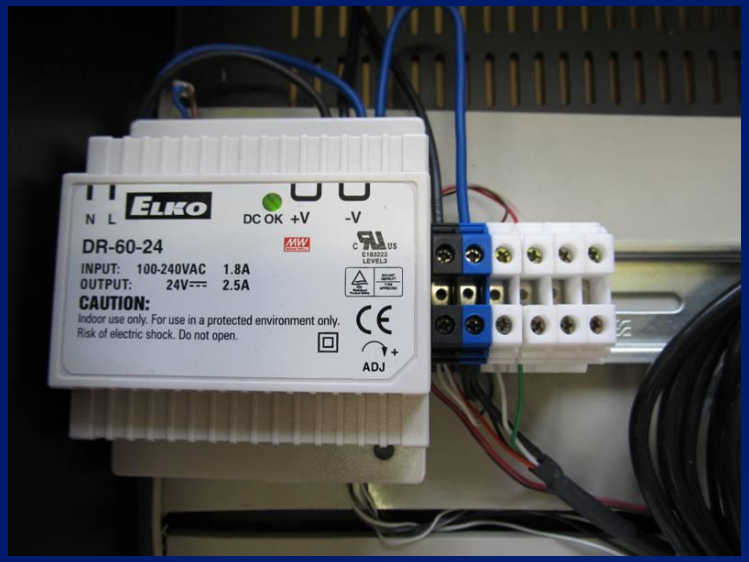


Senzor síly 0-10 kN

Přesnost 0,2 %

Napájení senzoru a úprava výstupního signálu 0-8 V

HW řešení – konstrukce zkušebního zařízení - elektronika



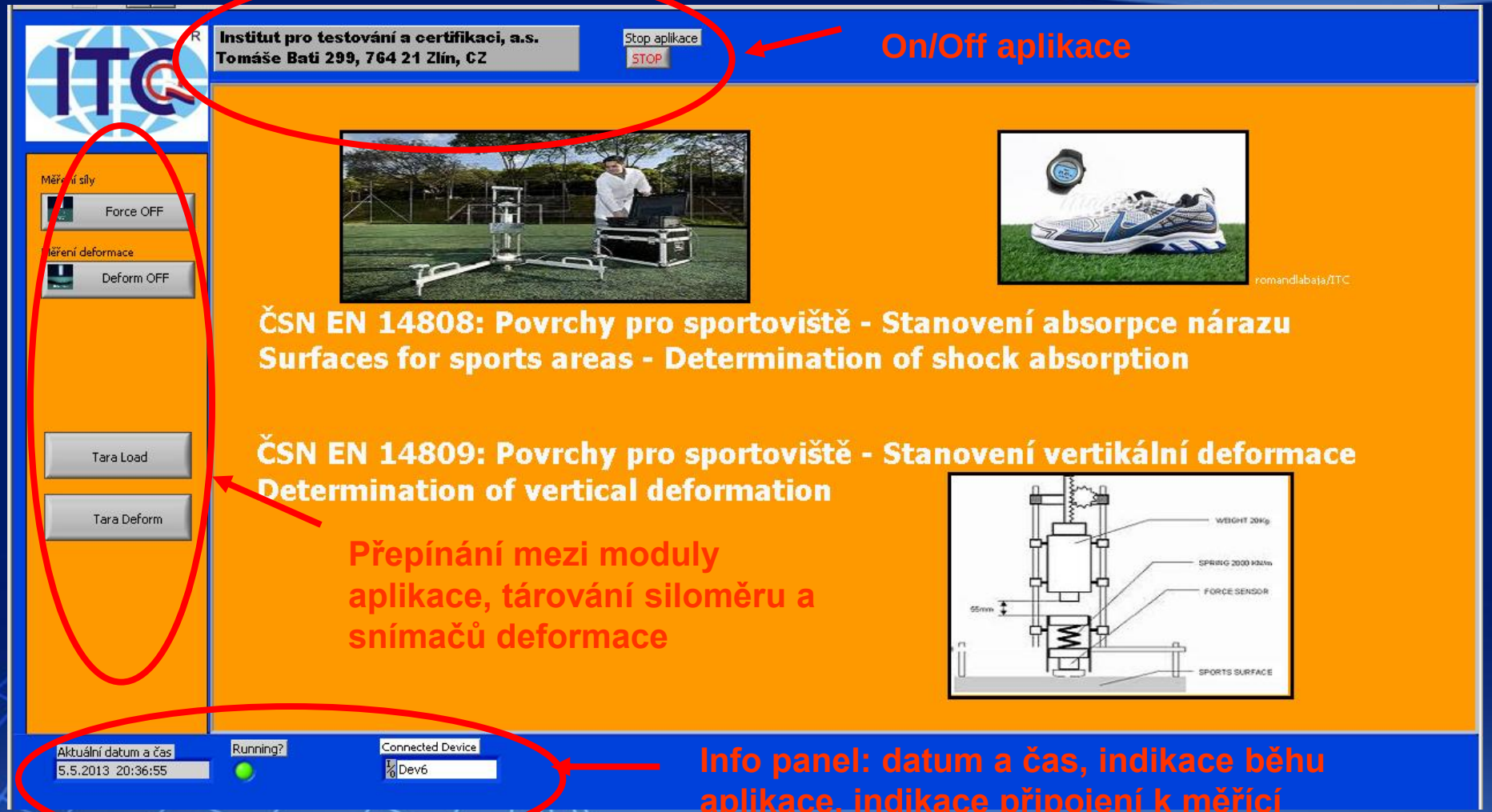
Spínaný zdroj DC 24 V

Buzení LVDT senzorů deformace a výstupního signálu 4-20 mA

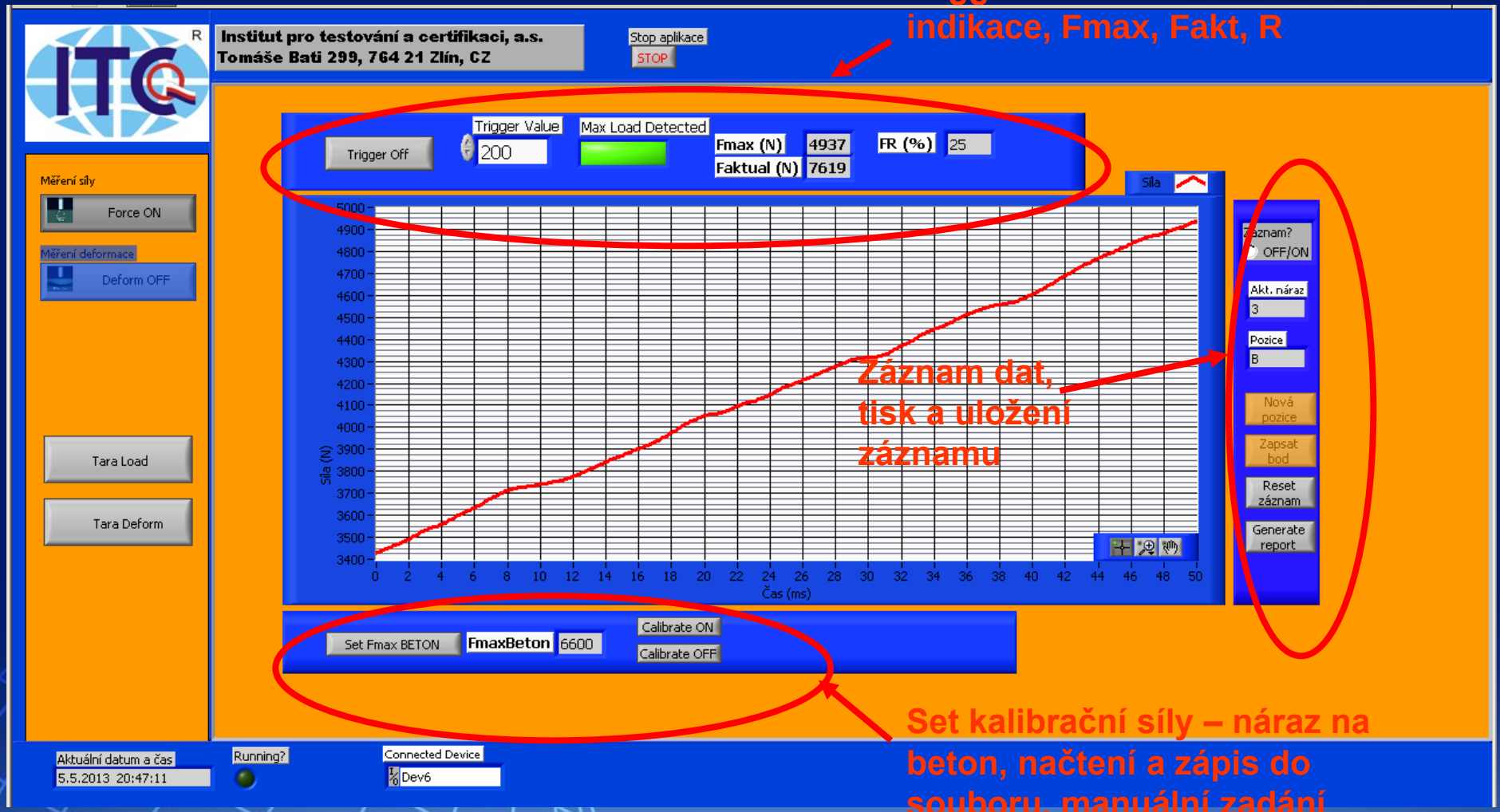
SW řešení – aplikace v prostředí LabView

- Modulární aplikace
- Doplnění nových modulů umožňuje snadné rozšíření a údržbu aplikace (v budoucnu měření pomocí akcelerometru – metodika FIFA, výška odskoku při odrazu míče – signál z ruchového mikrofonu, ….)
- Stavový automat (State Machine), paralelní běh jednotlivých modulů
- Komunikace AMC (asynchronous message communication) – posílání commands
- Data streaming pomocí tzv QUEUs – tzv. non–blocking komunikace
- Využití „triggerování“ – automatický start akvizice dat a následné zpracování (výpočet, redukce dat, graf, protokol)

SW řešení – aplikace v prostředí LabView

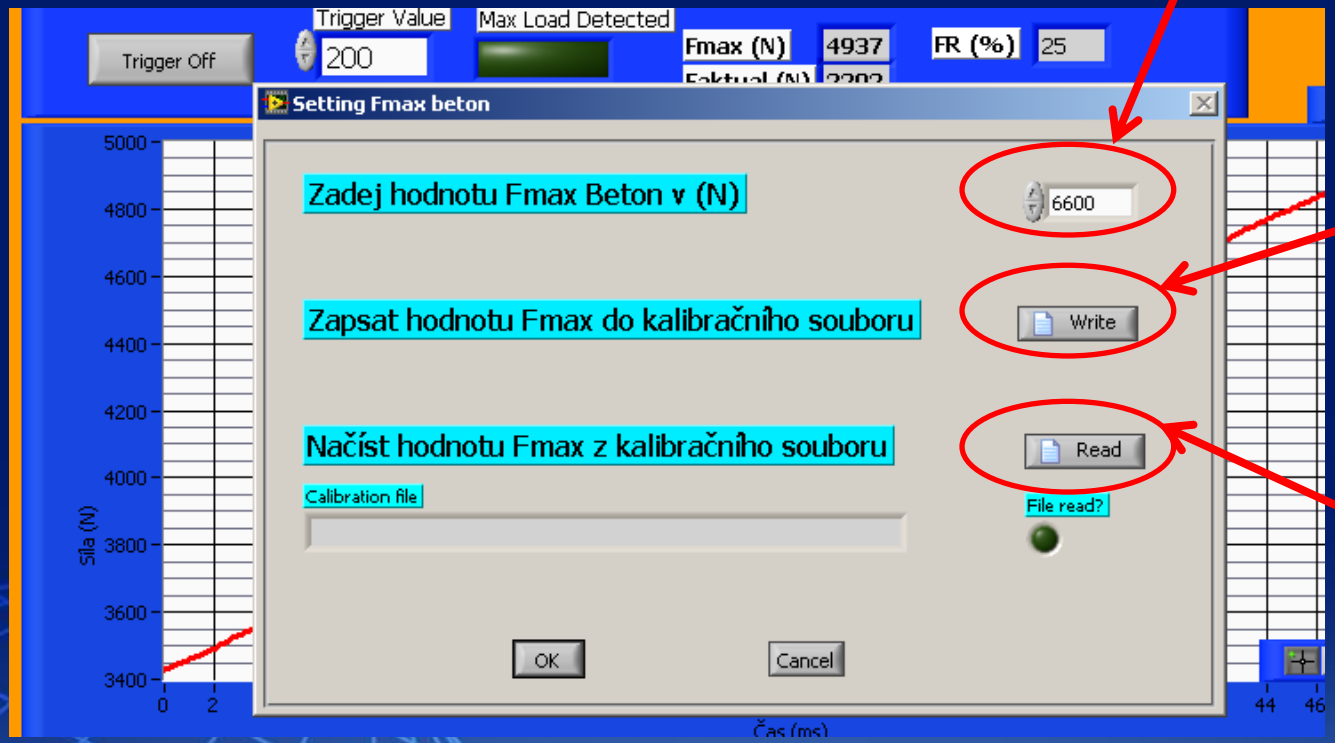


SW řešení – modul absorpce síly



SW řešení – dialogové okno zadání kalibrační síly – náraz na beton

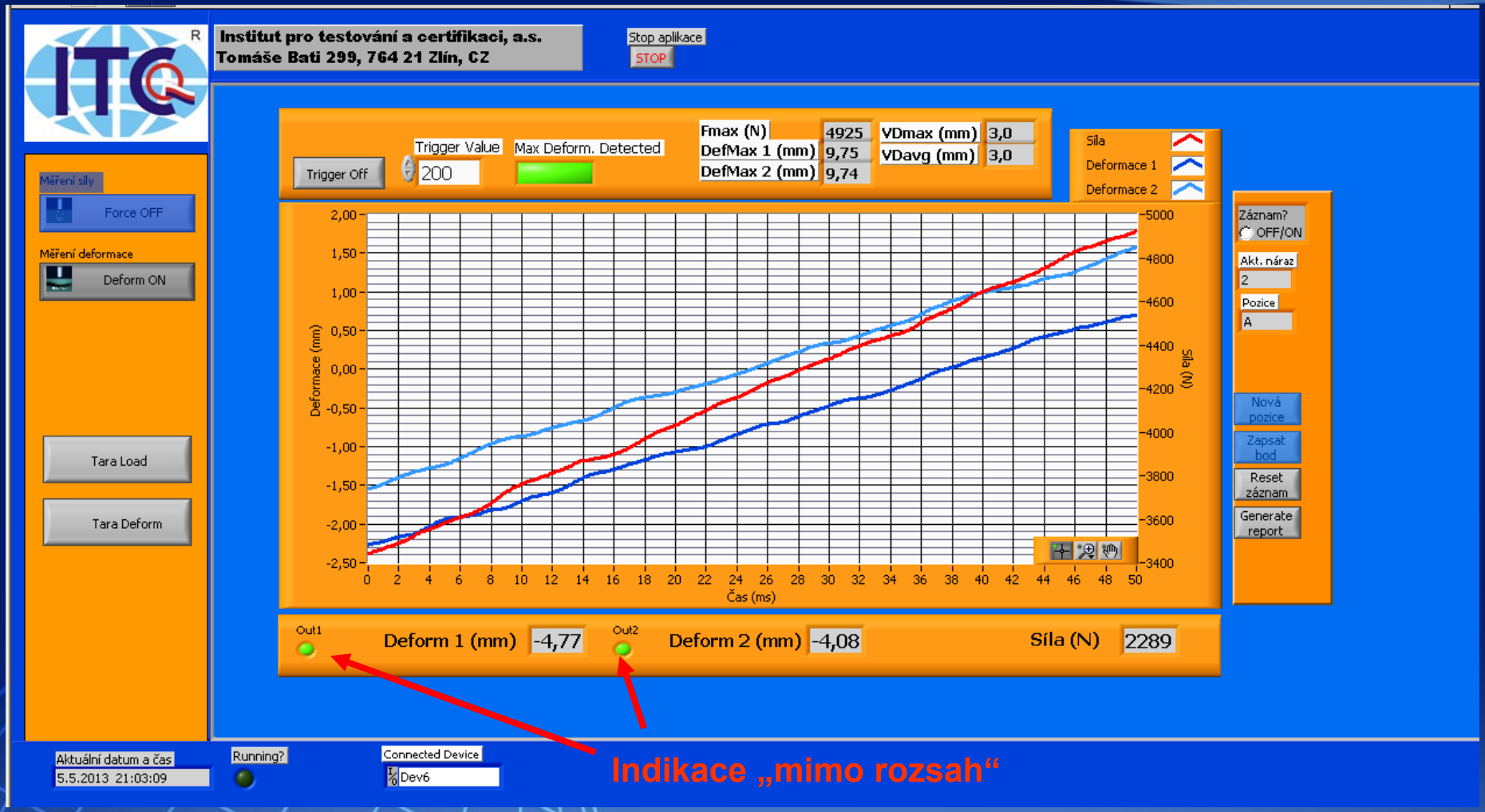
Manuální zadání



Zapsat do souboru

Načíst ze souboru

SW řešení – modul deformace



SW řešení – tisk protokolu

Datum, čas: 5.5.2013 21:09

Institut pro testování a certifikaci, a.s.

AZL 1004

třída Tomáše Bati 299
764 21 Zlín-Louky, CZ

ČSN EN 14808: Povrchy pro sportoviště - Stanovení absorpce nárazu
Surfaces for sports areas - Determination of shock absorption

Operátor: Novák

Místo zkoušky: Laboratoř ITC, Zlín

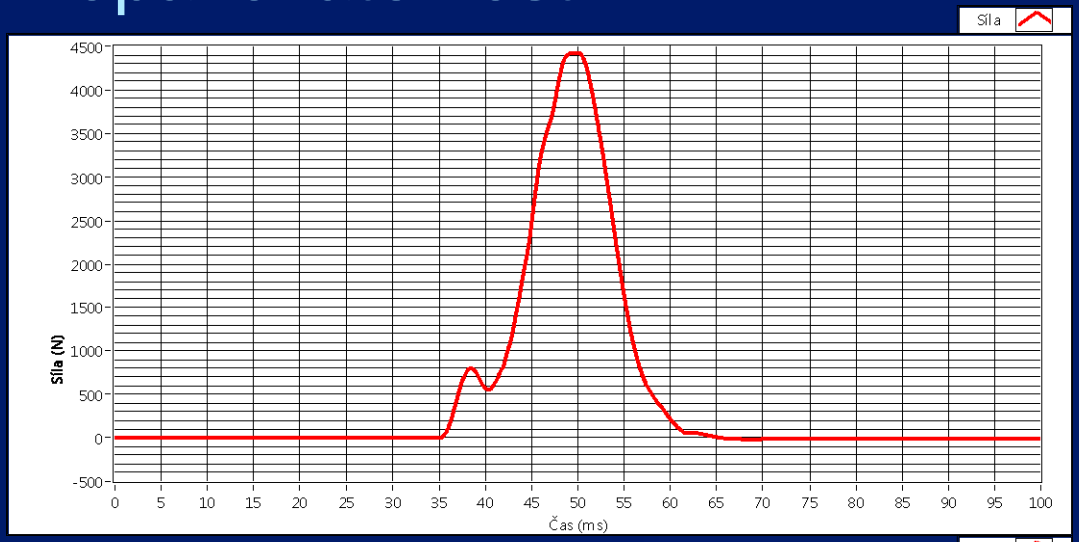
Vzorek: Sportovní povrch XYZ

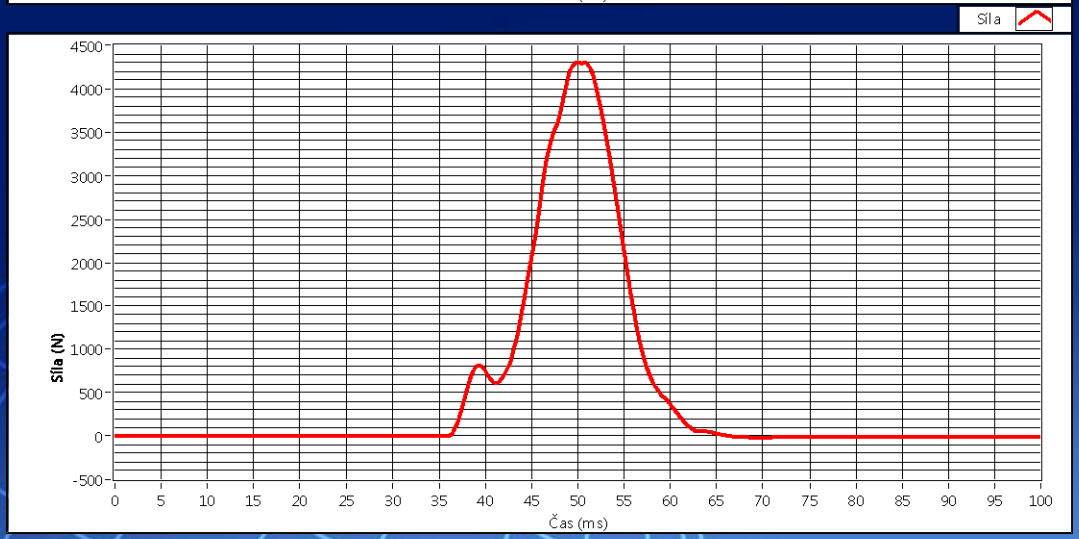
Místo dopadu	Popis	Útlum (%)
A	Měření v pozici 1	25,44
.	.	24,93
.	.	25,27
.	Střední hodnota:	25,21
B	Pozice v bodě 2	25,11
.	.	25,32
.	.	25,24
.	Střední hodnota:	25,22
C	Měření v bodě 3	25,32
.	.	25,48
.	.	25,47
.	Střední hodnota:	25,42

- Formát HTML
- Uložení do archivu
- Generování tabulky s popisem bodů a vypočtenými středními hodnotami

SW řešení – záznam průběhu síly

SW řešení – záznam absorbce síly, opakovatelnost





Záznam průběhu síly při zkoušce absorpce síly – opakovatelnost. 1. a 3. náraz do téhož místa

ČSN EN 1177: Povrch dětského hřiště tlumící náraz - Stanovení kritické výšky pádu (HIC)

kritická výška pádu *(critical fall height)*

maximální výška volného pádu, pro kterou poskytne úprava povrchu přijatelnou úroveň tlumení (HIC = 1000)

hodnota kritéria poranění hlavy (HIC) *(head injury criterion (HIC) value)*

kritérium pro poranění hlavy způsobené pády

$$HIC = \left[\left(\frac{\int_{t_1}^{t_2} a \times dt}{t_2 - t_1} \right)^{2.5} \times (t_2 - t_1) \right]_{\max}$$

a: zrychlení (g)
t_1, t_2: čas (ms)
$(t_2 - t_1) \geq 3\ ms$

ČSN EN 1177: Povrch dětského hřiště tlumící náraz - Stanovení kritické výšky pádu (HIC)

EURO NCAP: European New Car Assessment Programme – obdobná definice veličiny HIC

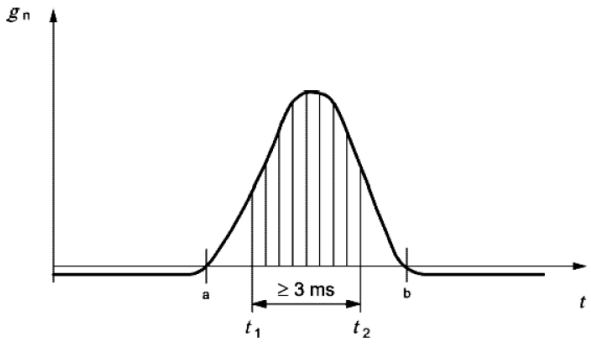
11.2.5.4 Calculate the Head Injury Criterion (HIC) according to:

$$HIC = (t_2 - t_1)\left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} A_R \, dt}{(t_2 - t_1)}\right]^{2.5}$$

Values for HIC for which the time interval (t_2-t_1) is greater than 15 ms are ignored for calculating the maximum value.

ČSN EN 1177: Povrch dětského hřiště tlumící náraz - Stanovení kritické výšky pádu (HIC)

Typické příklady průběhu zrychlení v závislosti na čase a křivka hodnot HIC jako funkce výšky pádu

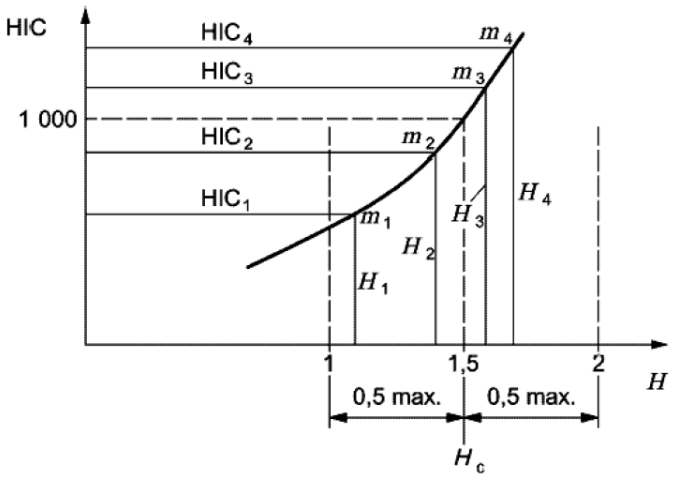


Legenda

g_n zrychlení
t čas
a t_z
b t_k

Obrázek B.1 – Typický průběh zrychlení jako funkce času

Rozměry v metrech



Legenda

m měření nárazu
H výška pádu
H_c kritická výška pádu

Obrázek B.2 –Typická křivka hodnot HIC jako funkce výšky pádu

HIC - realizace

Zkušební vzorek: povrch dětského hřiště (sporovního povrchu), často ve formě dlaždice (500×500) mm například pryžového kompozitu s PUR matricí
Zkouší se střed dlaždice i místa spojů

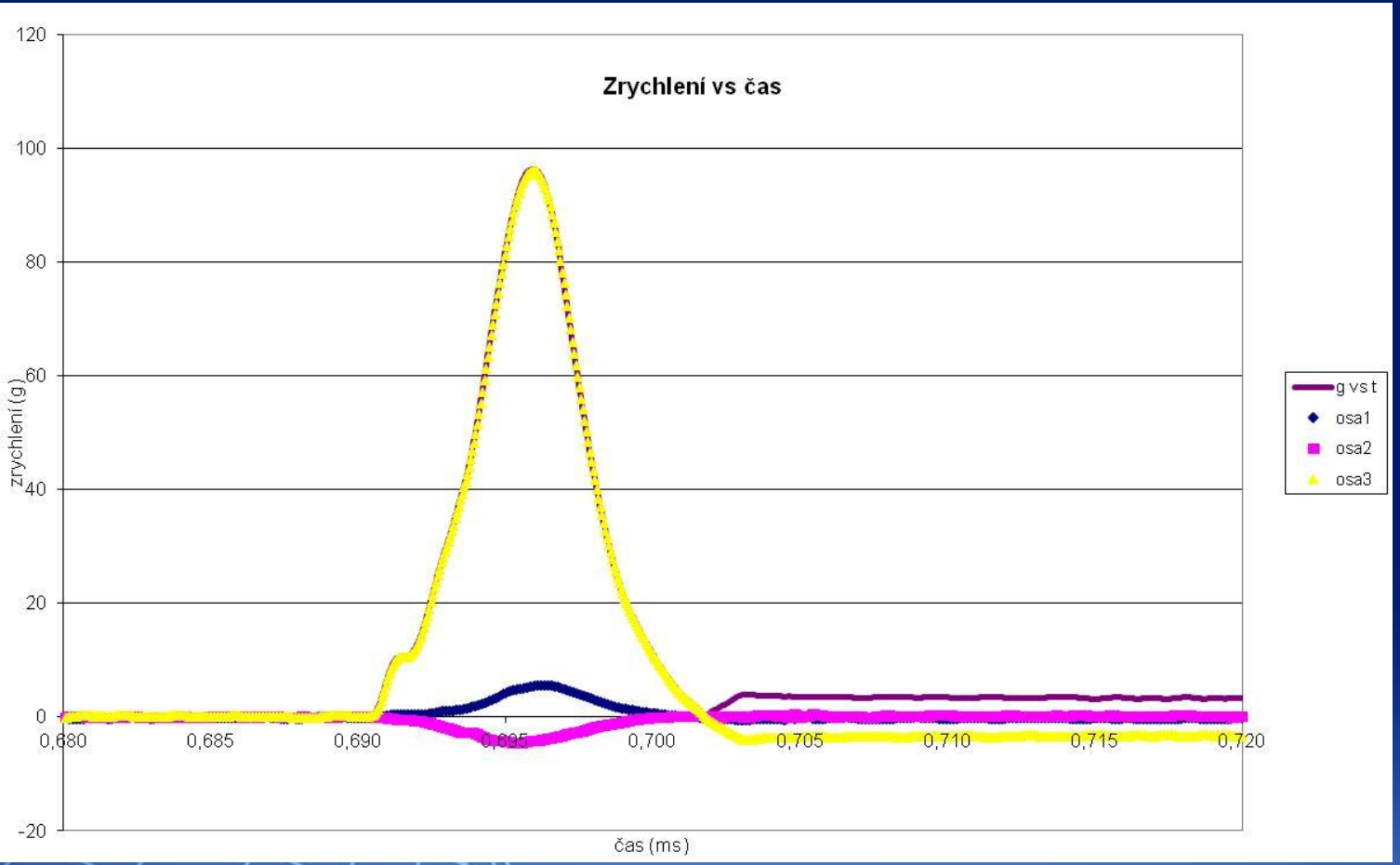
Dopadová hlava: Al slitina
ϕ160 mm, m = 4,6 kg
3 osý akcelerometr v těžišti

HIC - realizace

Zesilovač k 3 osému akcelerometru
Napajení pomocí DC zdroje 12V nebo akumulátor pro práci v terénu

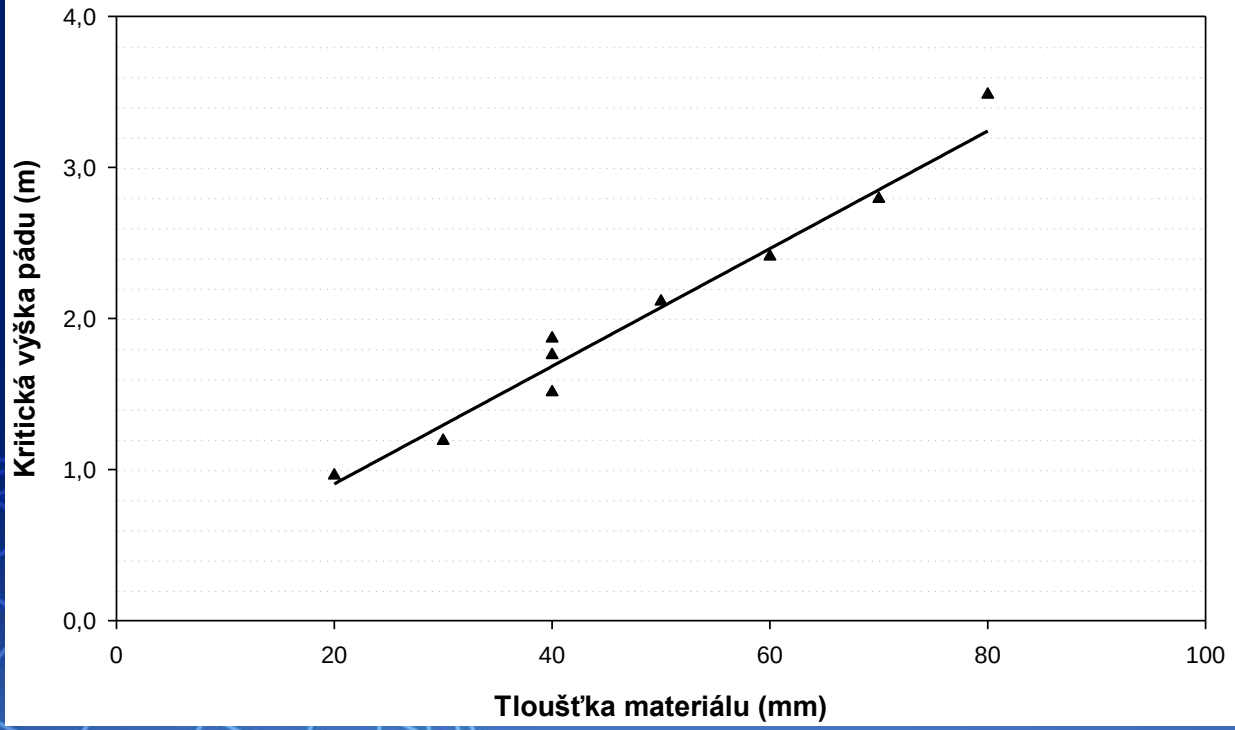
NI-9234
4 AI kanály 24 bit/51.2 kS/s, standard IEPE SW volitelné
Dynamický rozsah 102 dB
AC/DC vazba

HIC – záznam průběhu *a*



HIC vs tloušťka materiálu

Stanovení hodnot kritické výšky pádu (výška pádu pro hodnotu HIC = 1 000) na tloušťce zkoušeného pryžového kompozitu (bloku nebo dlaždice) podle ČSN EN 1177 (Povrch hřiště tlumící náraz. Bezpečnostní požadavky a zkušební metody)



Další vývoj?

Sportovní povrchy:

- Měření absorpce a vertikální deformace pomocí akcelerometru – metodika FIFA
- Stanovení výšky odrazu míče (fotbal, basketbal, …..)

ČSN EN 1069-1,2: Vodní skluzavky

- Měření zrychlení a rychlosti v průběhu jízdy na tobogánu
- Mobilní zařízení připnuté přímo na těle zkušebního jezdce se záznamem dat na SD kartu

Institut pro testování a certifikaci, a. s.

Adresa: Třída Tomáše Bati 299, 763 02 Zlín-Louky
Telefon: +420 577 601 238
Fax: +420 577 104 855
e-mail: itc@itczlin.cz
Internet: www.itczlin.cz