

REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY MEASUREMENT SYSTEM EVALUATION

Zdeněk PEŠINA, Master Degree Programme (5)
Dept. of Microelectronics, FEEC, BUT
E-mail: zddp@email.cz

Supervised by: Ing. Radovan Novotný

ABSTRACT

The article deals with the importance of application of measurement system analysis in process of getting experimental data. It presents the repeatability and reproducibility study results for evaluation of originated measurement system for quality parameters evaluation.

1 TEORETICKÝ ÚVOD

Zákonitosti reálného světa lze studovat prostřednictvím dat získávaných měřeními nebo pozorováními. Před použitím samotných dat je zapotřebí vždy hodnotit, zda používaný systém měření poskytuje data, která adekvátně popisují sledovaný jev. Jedině tak lze předejít nesprávným závěrům a chybným rozhodnutím, jejichž příčinou jsou data získaná nezpůsobilým systémem měření. Adekvátnost používaných systému měření lze tedy označit za nezbytný předpoklad při řešení vědeckých i technických problémů využívajícím empirických dat.

1.1 VLASTNOSTI SYSTÉMU MĚŘENÍ

Kvalita dat je dána jejich přesností a správností, přičemž za účelem zajištění přesnosti a správnosti měření se vytváří metrologický informační systém. U konkrétního systému měření lze posuzovat rozlišitelnost, stálost, linearitu, strannost, reprodukovatelnost a opakovatelnost.

Rozlišitelnost je nejmenší rozdíl mezi indikacemi zobrazovacího zařízení, který může být prokazatelně rozlišován. [2]

Stálost je definována jako schopnost měřidla zachovávat svoje metrologické charakteristiky konstantní v závislosti na čase. [2]

Linearita je vztah, který určuje jak velikost měřené veličiny ovlivňuje přesnost systému měření. Je to rozdíl mezi pravými hodnotami a hodnotami udávané měřidlem v pracovním rozsahu měřidla. [1]

Stranností se nazývá systematická chyba indikace měřícího přístroje. [2]

Reprodukovatelnost je těsnost shody mezi výsledky měření téže veličiny provedených za změněných podmínek.[2].

Opakovatelnost je těsnost shody mezi výsledky po sobě následujících měření téže veličiny provedených za stejných podmínek měření. [2]

Poslední dvě uvedené vlastnosti systému měření jsou základem analýzy reprodukovatelnosti a opakovatelnosti, která je předmětem tohoto příspěvku.

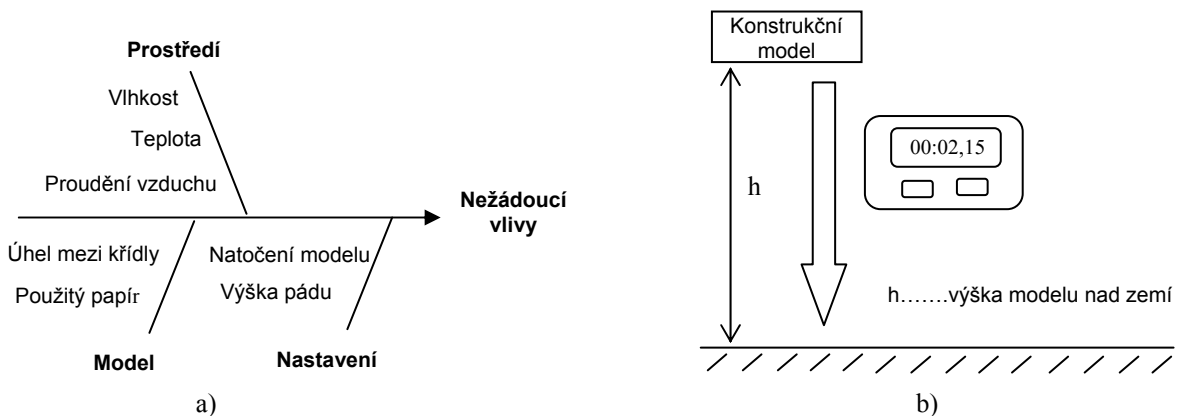
1.2 ANALÝZA SYSTÉMU MĚŘENÍ Z HLEDISKA REPRODUKOVATELNOSTI A OPAKOVATELNOSTI

Analýza systému měření (angl. Measurement System Analysis – odtud zkratka MSA) umožňuje prověřit způsobilost používaného systému měření a ověřit, zda je používaný systém měření pro daný účel adekvátní. Základem analýzy systému měření je aplikace vhodných statistických metod na analýzu dat generovaných systémem měření podle vhodně připraveného experimentálního plánu. Při samotné analýze systému je posuzována variabilita získaných dat, přičemž nejčastěji používanými metodami je metoda “průměr-rozpětí” (X-R) a metoda ANOVA. Tyto metody umožňují určit, nakolik variabilita vlastního systému měření ovlivňuje celkovou variabilitu dat.

Postup provedení MSA lze stručně shrnout do následujících kroků [1]: stanovení počtu a výběr operátorů, stanovení počtu vzorků a výběr vzorků, stanovení počtu opakování měření, provedení měření a samotná analýza získaných dat. Analýza reprodukovatelnosti a opakovatelnosti systému měření uvedená v následující části práce je provedena podle tohoto postupu.

2 VÝSLEDKY OVĚŘENÍ SYSTÉMU MĚŘENÍ

Ověřovaný systém měření má vyhodnocovat dobu volného pádu konstrukčního modelu. Doba pádu konstrukčního modelu je kritickým znakem jakosti, který je sledován za účelem rozboru dopadů konstrukčních změn parametrů modelu na dobu pádu, viz. obr. 1b. Před samotnou analýzou systému měření byly analyzovány možné vlivy ovlivňující proces měření a naměřené výsledky. Tyto vlivy shrnuje diagram příčin a následků uvedený na obrázku 1a.



Obr. 1: a) Diagram příčin a následků shrnující vlivy působící na systém měření
b) Systém měření doby volného pádu modelu

Sběr dat byl proveden dle předem připraveného plánu vytvořeného metodikou

uvedenou v [1]. Měření prováděl pouze jeden operátor, ale z důvodu možnosti použití standardní procedury hodnocení prováděl měření dvakrát (operátor A a operátor B). Za vhodný počet opakování bylo zvoleno 5 měření každého vzorku oběma operátory.

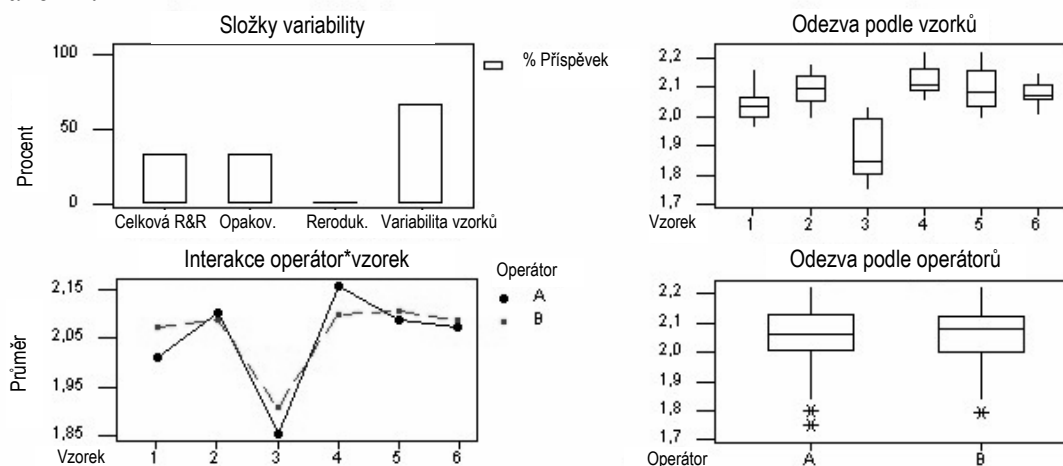
Získaná data jsou s využitím spočtených výběrových statistik prezentována v tabulce 1.

C	M	P [s]	s
1	10	2,04	0,054
2	10	2,10	0,060
3	10	1,88	0,097
4	10	2,13	0,051
5	10	2,10	0,069
6	10	2,08	0,040

C...číslo vzorku
M...počet měření
P...výběrový průměr
s...výběrová směrodatná odchylka

Tab. 1: Tabulka zachycující popisnou statistiku změřených hodnot

Samotná analýza dat byla provedena metodou ANOVA. Byly zjištěny následující procentuální příspěvky jednotlivých složek variability k celkové variabilitě: opakovatelnost 32,51 %, reprodukovatelnost 0 %, variabilita vzorků 67,49 %. Skutečnost, že příspěvek reprodukovatelnosti nebyl prokázán odráží fakt, že měření bylo ve skutečnosti prováděno pouze jedním operátorem. Grafické výstupy provedené analýzy systému měření uvádí obrázek 2.



Obr. 2: Grafické výstupy analýzy R&R provedené v programu Minitab

3 ZÁVĚR

Z provedených výpočtů i grafických výstupů analýzy vyplývá, že nejvíce variabilitu dat ovlivňuje vlastní variabilita vzorků (67,5 %), ale příspěvek opakovatelnosti není zanedbatelný (32,5 %). Z tohoto důvodu je třeba systém měření považovat za nepřijatelný a před jeho použitím bude zapotřebí ho zlepšit.

LITERATURA

- [1] Novotný, R., Bradík, J. Řízení a zabezpečování jakosti. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2003. 149 stran. ISBN 8021424605
- [2] Mezinárodní slovník základních pojmů a všeobecných termínů v metrologii, ČSN 01 0115