



**Experimentální Analýza Napětí 2001**

Experimental Stress Analysis 2001

**39<sup>th</sup> International Conference**

June 4 - 6, 2001 Tábor, Czech Republic

## **OPTIMIZATION OF SENSITIVITY OF FLAT PRESSURE TRANSDUCER**

### **OPTIMALIZACE CITLIVOSTI PLOŠNÉHO TLAKOVÉHO SNÍMAČE**

Karel VÍTEK\*, Jaromír VOLF, Josef VLČEK, Stanislava PAPEŽOVÁ

***Abstract:** For the transducer's testing in contact with the shape-various areas, two types of the flat areas (circle and triangle) have been used. Having been used, either the tested areas in 13 levels for the range from 1cm<sup>2</sup> to 250 cm<sup>2</sup>, and either the pressure forces in 12 levels in the range from 5N to 200 N, so that the average pressure has been held in the relation with the transducer's loading capacity. Due to this fact, the measurement hasn't been realized for each area's size, but only for the adequate area (with respect to the pressure). The measured „greyiness“ levels are in the range from 50 to 220. These dates have been analysed, either with respecting the convenient regression criterion on the base of the regression coefficient; and either with respecting to the mutual relative deviation of the measured dates always for the both areas types (it means: either for the same area S, and either for the same force F, to be used the same pressure). The transducer's signal level as the function of the area- limitation can be seen as the signal difference from the same areas with the various type-limitation. It has been set the differences (from both types measurements) from theirs common average value for each of 12 measured couples, (each from the calibrated curves corresponds for one level of the pressure force, and only for the one area's limitation from both used types). The signals differences from the average value are about 10 percentage (than the mutual difference is about 20 percentage from both measurements).*

**Keywords:** flat pressure transducer, sensitivity, signal difference, contour of flat

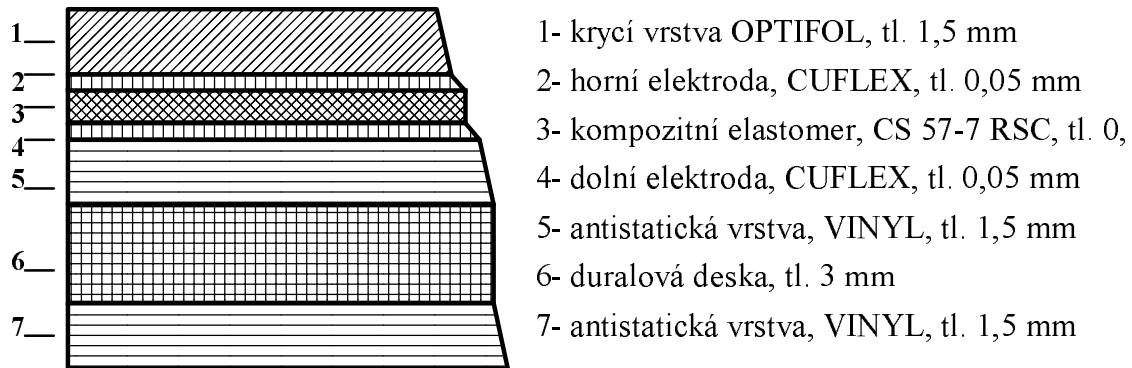
K měření kontaktních tlaků jsme vyvinuli speciální tlakový snímač, kde v jednotlivých senzorech jmenovitého rozměru 3x3 mm využíváme plošky vodivé gumy, která v závislosti na tlaku mění elektrický odpor. Snímač se 7000 senzory umožňuje aplikovat jak statická, tak i dynamická měření, u kterých vzorkovací frekvence dosahuje 2,5 MHz a s ní spojená snímková frekvence 300 Hz. Snímače jsou využitelné především v oblasti biomechaniky ke snímání různých typů kontaktních tlaků s jejich následnou vizualizací odstíny šedi B[div].

Základní konstrukční uspořádání snímače je znázorněno na obr. 1. Jádrem snímače je fólie vodivého elastomeru 3. Použita byla fólie tl. 0,5 mm z materiálu CS 57-7 RSC firmy Yokohama Rubber Co. [1]. Tento materiál má pro toto použití výhodné vlastnosti, zejména z hlediska mechanické odolnosti a stability elektrických i mechanických vlastností. Elektrody jsou tvořeny pozlacenou Cu fólií na polymerním nosiči (viz pozice 2 a 4 na obr. 1). Z důvodů maximálně přesného zachování požadované geometrické struktury elektrod byly elektrodové

---

\* Ing. Karel VÍTEK, CSc.: ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, Odbor pružnosti a pevnosti, Technická 4, 166 07 PRAHA 6. Tel.: 02/24352520, Fax: 33322482, e-mail: [VITEK@FSID.CVUT.CZ](mailto:VITEK@FSID.CVUT.CZ),  
Doc. Ing. Jaromír Volf, CSc., Ing. Josef VLČEK, CSc., Ing. Stanislava PAPEŽOVÁ, CSc.: ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav přístrojové a řídicí techniky, Odbor elektrotechniky, Technická 4, 166 07 PRAHA 6. Tel.: 02/24352737, e-mail: [VOLF@FSID.CVUT.CZ](mailto:VOLF@FSID.CVUT.CZ)

systemy zhotoveny fotolitografickou technologií z plátovaných fólií CUFLEX. Ochrana snímače před poškozením je zabezpečena krycí fólií 1. Vliv nerovnosti podložky na snímač je vyloučen vloženou duralovou deskou 6, která je obložena poddajnými fóliemi 5 a 7. Nejdůležitější parametry realizovaného vzorku snímače jsou uvedeny v Tab 1.



**Obr. 1**

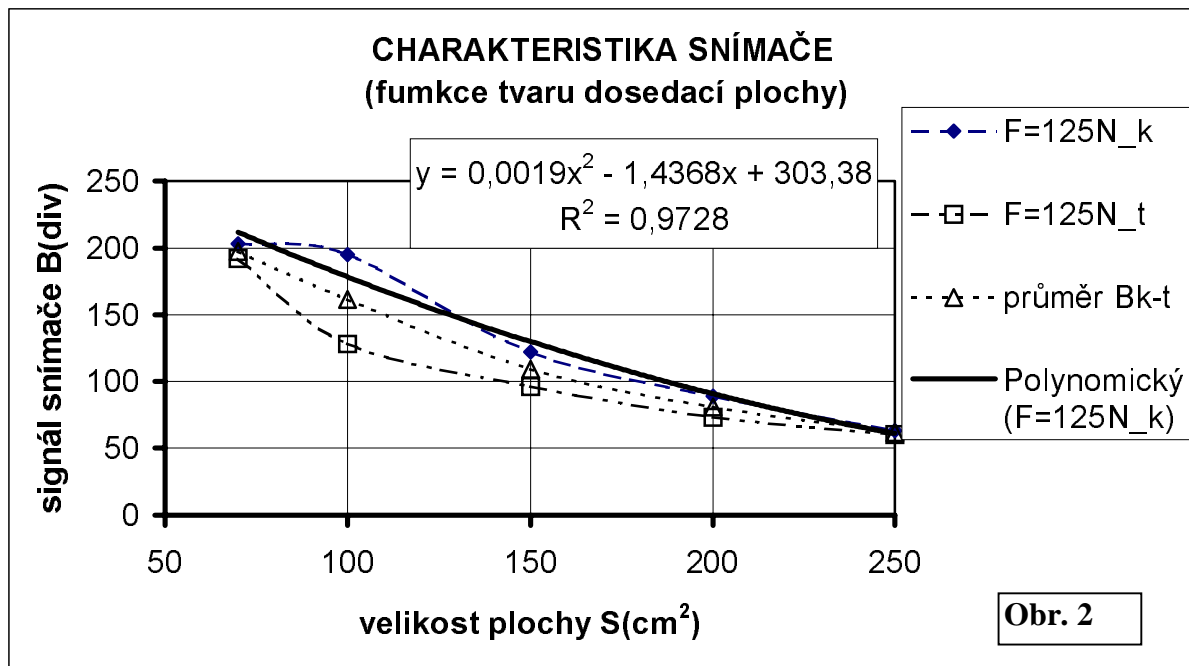
Tab. 1 Základní parametry maticového snímače dynamického tlaku.

Hmotnost pacienta .....	do 120 kg
Rozsah tlaků .....	5 - 80 kPa
Trvalé přetížení .....	1.4 Mpa
Aktivní pole snímače .....	400 x 300 mm
Celkové rozměry snímače.....	750 x 650 mm
Počet čidel .....	7500
Napájecí napětí snímače.....	+ 5V; + 12 V
Analogový výstup ze snímače.....	do 1V
Digitální výstup .....	256 úrovní
Vzorkovací frekvence.....	2.5 MHz
Snímková frekvence .....	300 Hz
Řádková frekvence.....	25 kHz

Při realizaci snímače je třeba kalkulovat – vzhledem k užitému rozměru senzoru – s odpovídající plošnou citlivostí a zároveň ověřit vztah snímače k různému typu kontaktních povrchů. V ideálním případě by citlivost snímače na tvaru obrysu kontaktního povrchu neměla být závislá, proto hledáme cesty, jak tuto závislost identifikovat a následně úroveň technického řešení dále vylepšit, abychom se k ideální funkci přiblížili.

Testování snímače kontaktem s plochami tvarově rozdílnými bylo realizováno dvěma různými tvary (kruh a trojúhelník) s různou plochou. Tyto plochy byly voleny ve 13 hladinách od 1 cm<sup>2</sup> do 250 cm<sup>2</sup> v kombinacích s 12 velikostmi přitlačných sil od 5N do 200N tak, aby průměrný tlak odpovídal únosnosti snímače. Proto s každou velikostí síly nebylo měřeno na každé velikosti plochy, ale pouze na ploše (dle tlaku) přiměřené. Naměřené odstíny šedi B[div] v rozmezí od 50 do 220 úrovní byly na základě velikosti regresního koeficientu vyrovnány vhodnou regresí. Obr.2 zobrazuje princip zpracování dat jak z hlediska regrese, tak z pohledu odezvy snímače na rozdílný tvar zatěžovací plochy. Nejvýše položená ze tří křivek odpovídá naměřeným datům zatěžování kruhovými plochami (index\_k) při stálé síle 125N. Dolní křivka dokumentuje odezvu snímače na plochy ohraničené trojúhelníkem (index\_t) a střední hladina představuje aritmetický průměr obou měření. Charakteru dat ze standardních regresních funkcí odpovídá prakticky ve všech 24 analyzovaných závislostech polynom

druhého stupně s hodnotou regresního koeficientu  $R > 0,95$ . V některých grafech byla alternativní regresní křivkou, která byla nalezena jako přesnější vzhledem k polynomu 2. stupně (mocnná funkce, nebo polynom 3. stupně).



Úroveň signálu snímače jako funkci typu ohraničení plochy, což je jedním z kritérií jeho kvality je možno posoudit v grafu na obr.3, ve kterém jsou vyneseny absolutní velikosti odchylek obou typů měření od jejich společné střední hodnoty pro reprezentativní výběr ze všech měření (každá z křivek odpovídá jedné hladině tlakové síly a oběma z obou typů ohraničení ploch). Rozdíly signálů od střední hodnoty kolísají a většinou jsou větší než 10 procent. Kvalitu konstrukce snímače z hlediska nezávislosti úrovně signálu na typu snímané plochy je třeba řádově zvýšit a proto na základě získaných zkušeností v další etapě přikročíme ke zkouškám s gumou proměnné tloušťky, která zpřesní měřenou informaci jednak na mechanickém principu, kdy snížením tloušťky gumy na přechodech mezi elektrodami vytvoříme nižší tuhosti přechodů gumy a tím omezíme přenos deformace (rozptyl signálu) od lokálně stlačovaného místa gumy do okolí, což bude znásobeno funkcí elektrického principu, při kterém tenčí guma v mezeře mezi elektrodami bude v kontaktu méně stlačována a tím si ponechá vysoký elektrický odpor, což umocní mechanický účinek separace každého z měřících bodů snímače a lze proto očekávat i nižší diferenci citlivosti snímače na varianty zatěžujících ploch.

Tento výzkum byl podporován výzkumným záměrem : J04/98\_212200008 - „Rozvoj metod a prostředků integrovaného strojního inženýrství“ a dále grantem: GAČR: 106/00/1464.

## Literatura

- [1] Technical documentation of the conductive composite elastomer CS 57-7 RSC, Yokohama Rubber Co.Ltd.Japan - 1980
- [2] VOLF, J., HOLÝ, S., VLČEK, J. Using of Tactile Transducer for Pressure Distribution Measurement on Sole Sensors and Actuators A62. Physical, ELSEVIER SEQUOIA S.A., Lausanne, Switzerland, 1997, pp. 556-561

ABSOLUTNÍ HODNOTY PROCENTUÁLNÍHO ROZDÍLU ZMĚŘENÍ KRUHEM A  
TROJÚHELNÍKEM VZTAŽENÉ K PRŮMĚRNÉ HODNOTĚ DAT OBOU TYPŮ MĚŘENÍ

Obr. 3

