

Experimentální **A**nalýza **N**apětí **2003**

EXPERIMENTAL MODELLING GEARBOX 'S SERVICE

SUPPORTED VIRTUAL INSTRUMENTS

EXPERIMENTÁLNÍ MODELOVÁNÍ PROVOZU PŘEOVODOVÝCH MECHANISMŮ S PODPOROU VIRTUÁLNÍ INSTRUMENTACE

Vojtěch Dinybyl

To transfer the power during required service life is the first duty of gearboxes. The efficiency of this transfer is one of important parameter. It depends on service wear, which changes during service life influence distribution of load in the mechanism. Having some service distribution of loads every parts of mechanisms show some changes during service life. The wear of them caused changes of transferring of power. They can be evaluated with measuring of efficiency.

Key words: gearbox, experimental simulation of service, efficiency, virtual instruments

Klíčová slova: převodovky, experimentální simulace, účinnost, virtuální instrumenty

1. Úvod

Současná průmyslová praxe přináší stále narůstající nároky na rychlost vývoje nových výrobků a efektivní optimalizaci a inovaci výrobků stávajících. V silné konkurenci se prosazují jen produkty nejvyšší kvality a to s ohledem na bezchybnou funkci, dlouhou životnost, výhodnou ekonomičnost, vysokou ekologičnost a v neposlední řadě je důraz kladen na kvalitní design. V tomto interaktivním procesu jsou zúčastnění vystaveni silnému tlaku, který celou činnost urychluje. Současná nejmodernější výpočetní technika umožňuje dynamický, vysoce komunikativní přístup k řešení těchto úkolů.

Vlastní technická činnost je obvykle předcházena činností obchodní a společenskou, které jsou zdrojem inspirací pro technický vývoj. Sledují se požadavky trhu v celosvětovém měřítku a hledají se nejvhodnější cesty jak na tyto požadavky odpovědět. Na technické zpracování problematiky je obvykle vyvíjen časový, ale i ekonomický tlak ve smyslu rychlého návrhu ekonomicky nejvýhodnější varianty.

Vývoj nového produktu probíhá v etapách a vrcholem by mělo být ověření celého návrhu na prototypu. Všechny etapy vývoje, tj. návrhová fáze, výpočtové postupy, počítačové modelování, konstrukční řešení a návrh technologií se mohou opírat o základnu danou zkušeností a o základnu experimentálního ověřování. I když definitivní ověření návrhu proběhne až provozem prototypu v praktické aplikaci u zákazníka musí mu předcházet experimentální ověření výrobcem. Ze zkušeností lze říci, že přístup k tomuto postupu se velmi liší.

Na jedné straně jsou firmy s velmi vybavenou experimentální základnou, na straně druhé firmy, které se experimentálním ověřováním vlastností produktu vůbec nezabývají a tuto činnost nechávají na aplikaci u zákazníka.

2. Metodika měření účinnosti

V případě převodových mechanismů je jednou ze základních vlastností produktu účinnost soustavy. K jejímu stanovení musí být provedena analýza přenosu silových a kinematických veličin. Touto problematikou se zabývají střednědobé zkoušky (trvají cca hodiny), které zjišťují přímo účinnost soustavy a nepřímo velikost ztrát pomocí měření teplot. Vlivem napjatosti součástí lze v průběhu provozu sledovat změny způsobené opotřebením, které jsou velmi často příčinou změn v přenosu výkonu. Typickým příkladem je doba „záběhu“, během které dojde k „doladění“ montáže a k mírnému zvýšení účinnosti. Naopak snižování účinnosti bývá podmíněno opotřebením součástí. V tomto kontextu lze tedy měření účinnosti použít jako aparát k případné predikci provozních změn soustavy.

Stanovení účinnosti přenosu výkonu se opírá a známě vztahy :

$$\eta = \frac{P_{\text{výstupní}}}{P_{\text{vstupní}}} . \quad (1)$$

Pro rotační převodové mechanismy platí :

$$P_{\text{výstupní}} = M_{kl} \cdot \omega_{II} \quad (2)$$

a

$$P_{\text{vstupní}} = M_{kl} \cdot \omega_I . \quad (3)$$

Protože:

$$\omega_I = \omega_{II} \cdot i_{12} , \quad (4)$$

bude účinnost :

$$\eta = \frac{M_{kl}}{M_{kl} \cdot i_{12}} . \quad (5)$$

Tento vztah platí za předpokladu, že převodový poměr $i_{12} = konst.$ Je-li pochybnost o tomto předpokladu, musí vztah (6) přejít do tvaru :

$$\eta = \frac{M_{kl} \cdot \omega_{II}}{M_{kl} \cdot \omega_I} . \quad (6)$$

Do hodnocení účinnosti tak vstupují další dvě reálně měřené veličiny a je třeba vzít v konkrétní aplikaci v úvahu, zda případné chyby jejich měření nezátíží výslednou účinnost více, než chyba převodu.

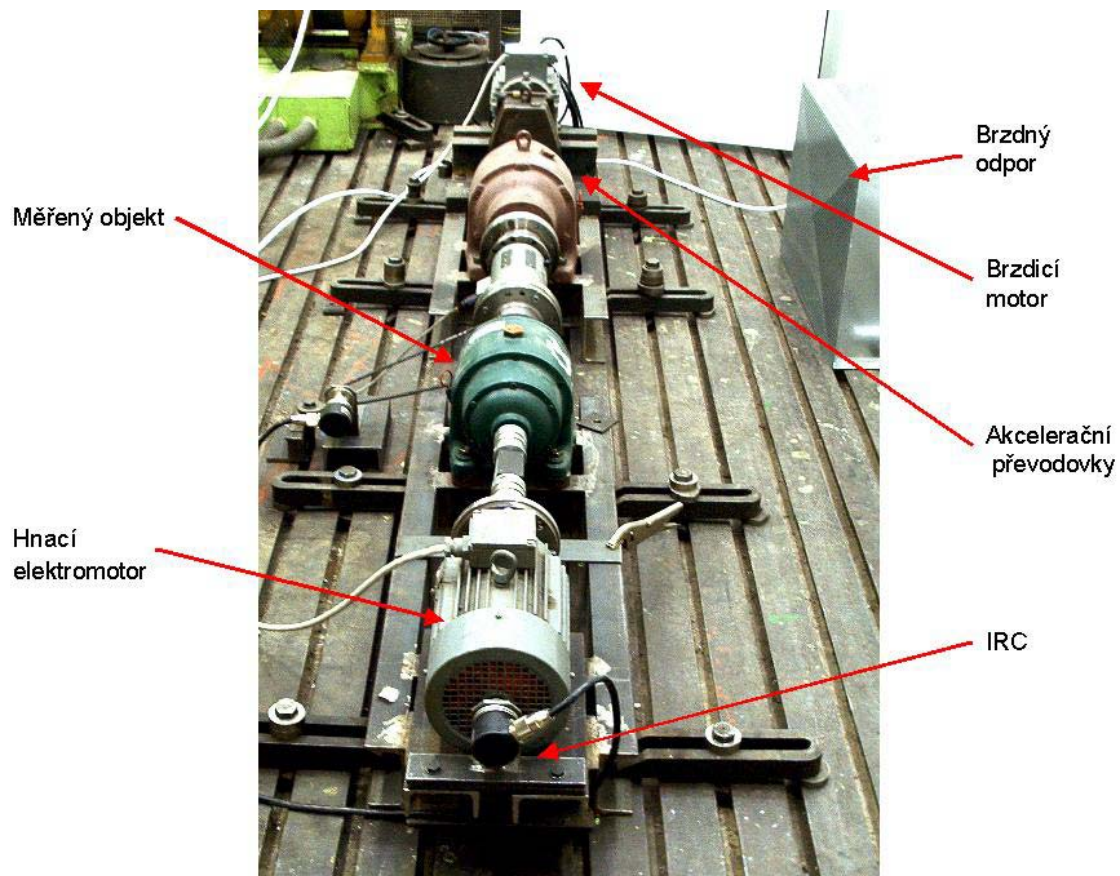
3. Měřicí stanoviště

Na měřicí stanoviště jsou kladeny tyto požadavky :

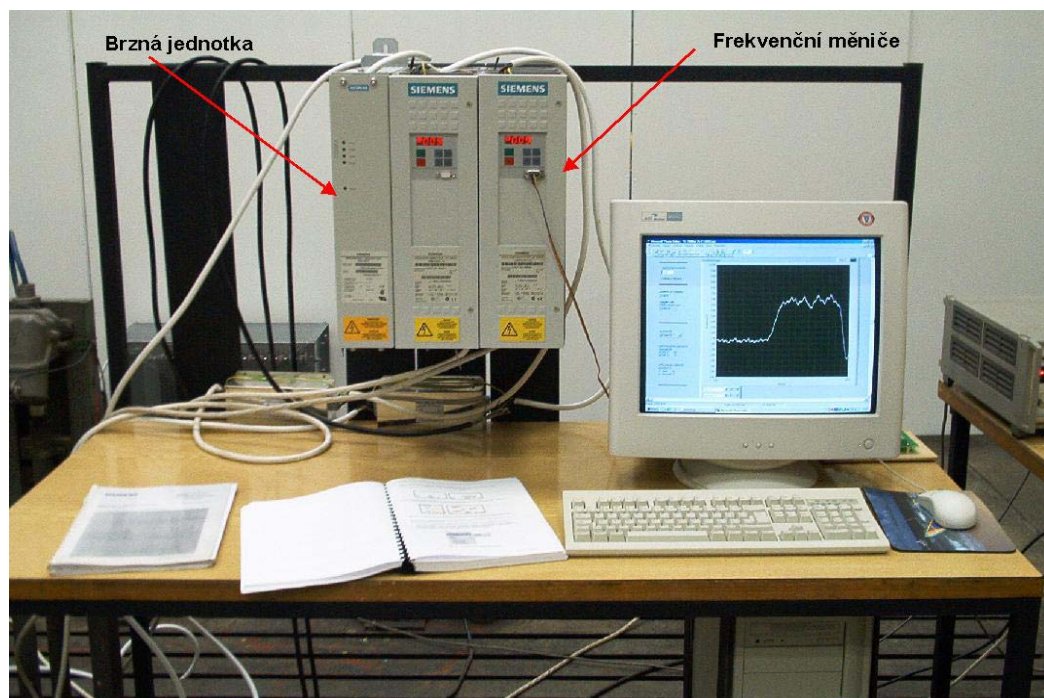
1. simulace provozních podmínek,
2. snímání požadovaných veličin,
3. záznam, archivace a prezentace naměřených dat,
4. vytvoření tuhé základny pro měřicí řetězec.

Na obr. 1 je popisované měřicí stanoviště. Simulace provozní zátěže je řešena pomocí dvojice asynchronních elektromotorů, z nich jeden pracuje jako pohon a druhý pracuje v brzděném režimu. Akcelerační převodovky na obr. 1 zvyšují otáčky na výstupu z měřené převodovky do oblasti jmenovitých otáček brzdícího elektromotoru.

Měřeným objektem je třístupňová planetová převodovka o výkonu 0,47 kW, s celkovým převodovým poměrem $i=368$ a jmenovitou frekvencí otáčení na vstupu 1420 min^{-1} . Její jmenovitý výstupní moment při odhadu účinnosti 85% je 1000 Nm.



Obr.: 1 Experimentální stanoviště měření účinnosti planetové převodovky

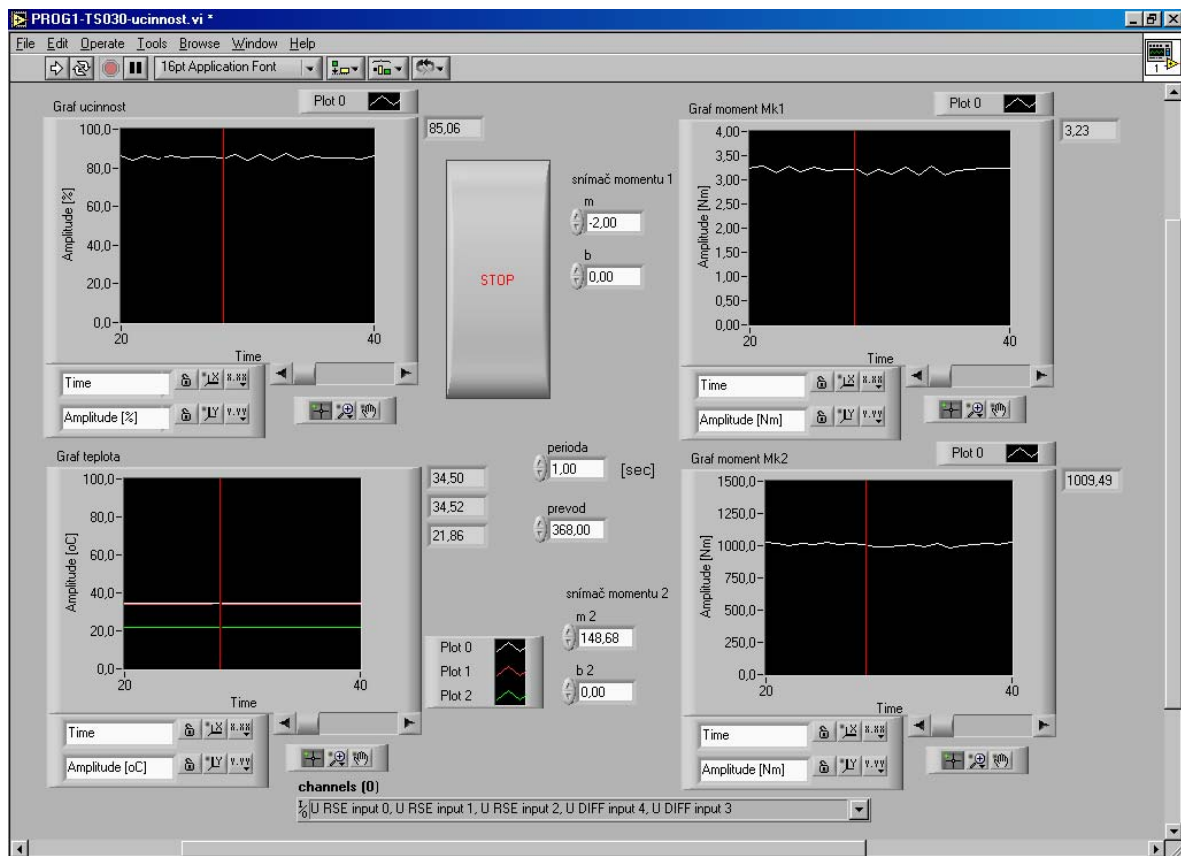


Obr.: 2 Řídicí jednotka stanoviště a PC

Hnací elektromotor je řízen frekvenčním měničem, kterým je na konstantní průběh upravována frekvence otáčení na vstupu do měřené převodovky. Motor pracující v brzděném režimu je řízen frekvenčním měničem doplněným o brzdou jednotku a brzdny odpor. Řídící jednotka stanoviště je na obr. 2.

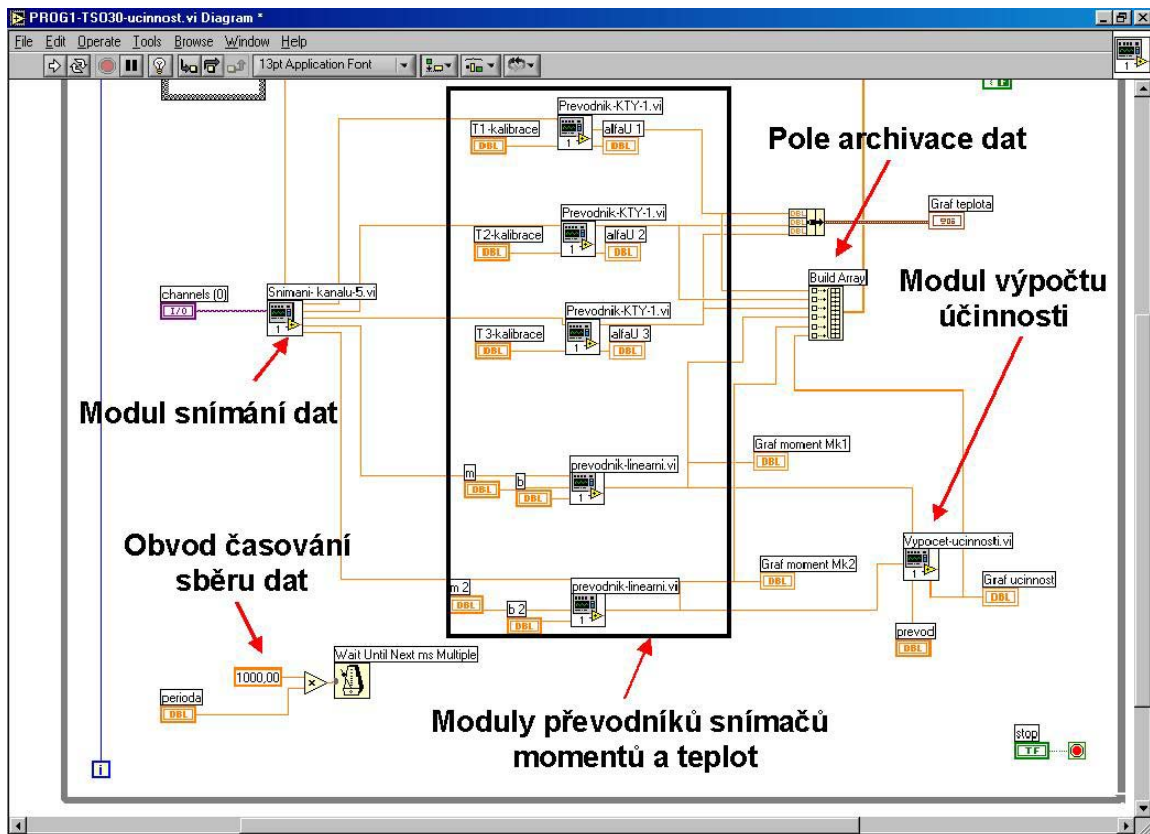
Pro výpočet účinnosti je snímán vstupní a výstupní krouticí moment. Jsou použity tenzometrické snímače firmy HBM. Pro řízení jsou snímány otáčky brzděného motoru pomocí inkrementálního rotačního snímače firmy LARM.

Záznam, archivace a prezentace naměřených dat je provedeno ve virtuálním programovatelném prostředí LabView. LabVIEW je vývojové prostředí s grafickým programovacím jazykem pro vytváření aplikací zaměřených na oblast měření – sběr, analýza a prezentace naměřených dat. Podporuje základní způsoby sběru dat do počítače přes rozhraní RS-232, RS-485 nebo GPIB, ze zásuvných multifunkčních karet a ze systému na bázi VXI sběrnice. Výsledný produkt tohoto vývojového prostředí se nazývá virtuálním přístrojem, který obsahuje uživatelské rozhraní – tzv. čelní panel (Front Panel), který simuluje čelní panel fyzického přístroje a blokový diagram (Block Diagram), který je zdrojovou podobou každé aplikace. Na obr. 3 je čelní panel měření účinnosti a na obr. 4 je blokový diagram tohoto virtuálního přístroje.



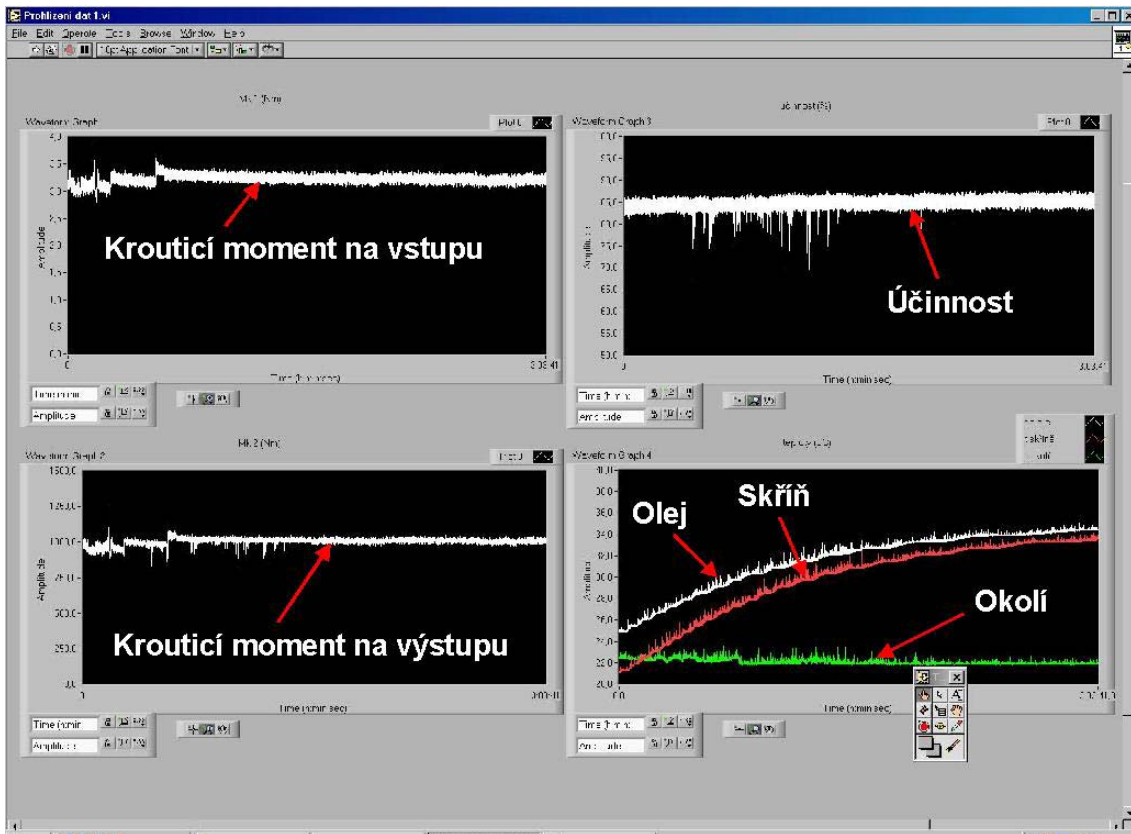
Obr.: 3 Čelní panel měření účinnosti

Čelní panel je určen k ovládání software během měření. Jsou na něm diagramy aktuálního průběhu měřených hodnot, jejich aktuální velikost, tlačítka pro spuštění a ukončení měření. Blokový diagram je vytvořen z jednotlivých modulů, které mají samostatné funkce. Z modulu snímání signálů je jejich tok veden do modulu převodníků snímačů. Signály jsou zpracovány a zobrazeny v grafech čelního panelu a průběžně ukládány k archivaci. V modulu výpočtu účinnosti je realizován matematický vztah (5) a jeho průběh je také zobrazen v aktuální hodnotě na čelním panelu. Časová synchronizace je realizována v obvodu časování sběru dat.



Obr.: 4 Blokový diagram měření účinnosti

4. Výsledky měření



Obr. 5 Grafický přehled výsledků při 100% jmenovitého zatížení výstupního hřídele

Hodnocení účinnosti bylo provedeno na základě stanovené metodiky takto: účinnost byla hodnocena při 25, 50, 75, 100 a 125% jmenovitého výstupního zatížení. Byly měřeny teploty olejové lázně, převodové skříně a okolí.

4. Výsledky měření

Pro jmenovité provozní parametry zatížení byla měřením byla zjištěna účinnost 85%. Měření probíhalo po dobu tří hodin a teplota oleje vzrostla o 12,5 °C, teplota skříně v místě ložisek vstupního hřídele o 10,5 °C. Vlivem zvýšení teploty systému došlo k vzestupu účinnosti o cca 1,5%.

Literatura:

[1] Dynybyl, V. - Chyský, J.: Simulace zatěžování prvků rotačních pohonů řízením asynchronních elektromotorů. In: 43. Medzinárodná vedecká konferencia katedier častí a mechanizmov strojov. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2002, s. 113-115. ISBN 80-228-1174-2.

[2] Češpíro, Z. - Mossóczy, P.: Grafické vývojové prostředí LabView jako podpůrný prostředek pro měření vlastností pohonných mechanismů. In: 43. Medzinárodná vedecká konferencia katedier častí a mechanizmov strojov. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2002, s. 116-118. ISBN 80-228-1174-2.

[3] Dynybyl, V. - Chyský, J.: Zařízení pro zkoušky a měření parametrů elektromechanických rotačních pohonů. In: SEKEL 2002. Trenčín : FM TnUAD, 2002, s. 48-50. ISBN 80-88914-73-6.

[4] Dynybyl, V.: Identification of Drive's Service Parameters Using Experimental Simulation. In: Proceedings of Workshop 2002. Prague : CTU, 2002, vol. B, p. 736-737. ISBN 80-01-02511-X.

[5] Dynybyl, V.: Stavebnicové měřicí stanoviště pro hodnocení transformačních členů pohonů. In: 43. Medzinárodná vedecká konferencia katedier častí a mechanizmov strojov. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2002, s. 110-112. ISBN 80-228-1174-2.

Příspěvek shrnuje řešení podporované Výzkumným záměrem J04/98: 212200008