

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON BEHAVIOUR OF MAGNETIC DRIVE WITH PERMANENT MAGNETS

Petr KREJČÍ, Lubomír HOUFEK*

Summary: *This paper deals with influence of temperature on behaviour of magnetic drive. The permanent magnets that are used for torque transmission cannot be used close to Currie point, which is a point of loss of magnetic characteristics. We intend to use the magnetic drive for pump of radioactive liquid materials for transmutation devices, where the temperature is close to four hundred centigrade. This paper presents experimental results and suggests the design changes for elimination of temperature influence.*

Key words: *magnetic drive, magnetic field, permanent magnets and temperature.*

1. Úvod

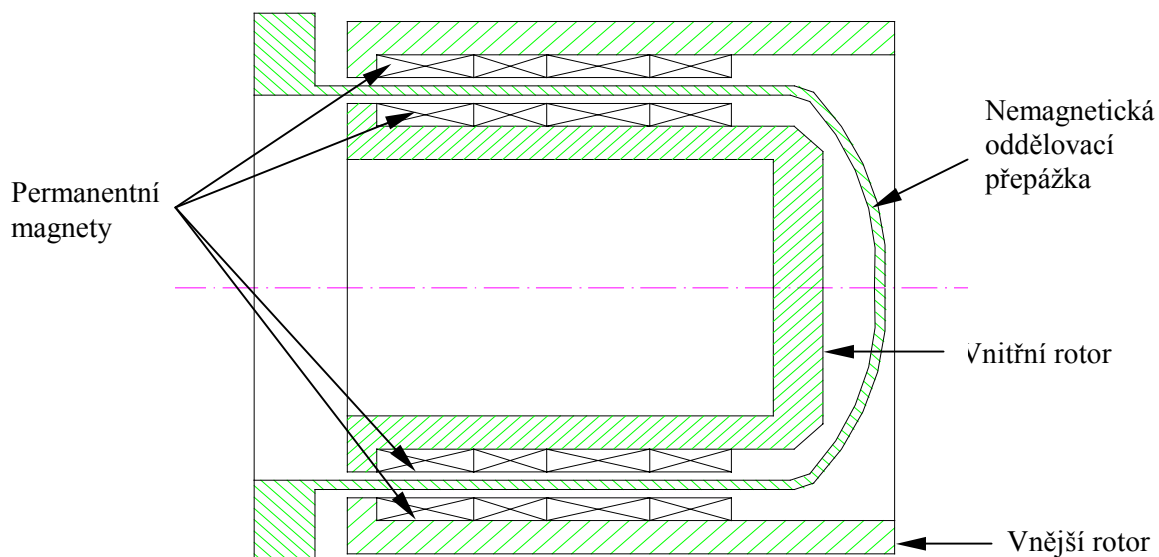
Magnetická spojka (obr.1) je zařízení, sloužící k přenosu krouticího momentu bezkontaktní metodou, využívající interakce magnetického pole permanentních magnetů na vnějším a vnitřním rotoru. Magnetická spojka nachází využití v mnoha oblastech technické praxe, jako například ve spojení s čerpadly pro čerpání toxických nebo vzácných látek, kde se využívá výhodného konstrukčního uspořádání magnetické spojky k hermetickému oddělení čerpaného média od okolí.

Tento článek navazuje na sérii předešlých publikací zabývajících se analýzou vlastností magnetické spojky. Vlastnosti magnetické spojky jsou ovlivňovány jak řadou konstrukčních parametrů (např. velikost vzduchové, počet magnetických pólů na vnějším a vnitřní rotoru spojky atd.) tak i vlastnostmi okolí a to především okolní teploty.

Magnetickou spojku hodláme využít pro spojení motoru se speciálním čerpadlem sloužícím pro čerpání radioaktivního média využívaného pro transmutační zařízení. Právě v tomto zařízení je limitujícím faktorem použití magnetické spojky teplota čerpaného média, která se blíží teplotě 460°C. Nepříznivou vlastností permanentních magnetů je takzvaná Currieho teplota, při jejímž překročení ztrácí magnetické látky své magnetické vlastnosti. Při překročení této teploty dojde u magnetické spojky ke ztrátě schopnosti přenášet kroutící moment.

Právě vliv teploty na vlastnosti magnetické spojky a konstrukční úprava magnetické spojky pro odstranění vlivu teploty bude představena v tomto příspěvku.

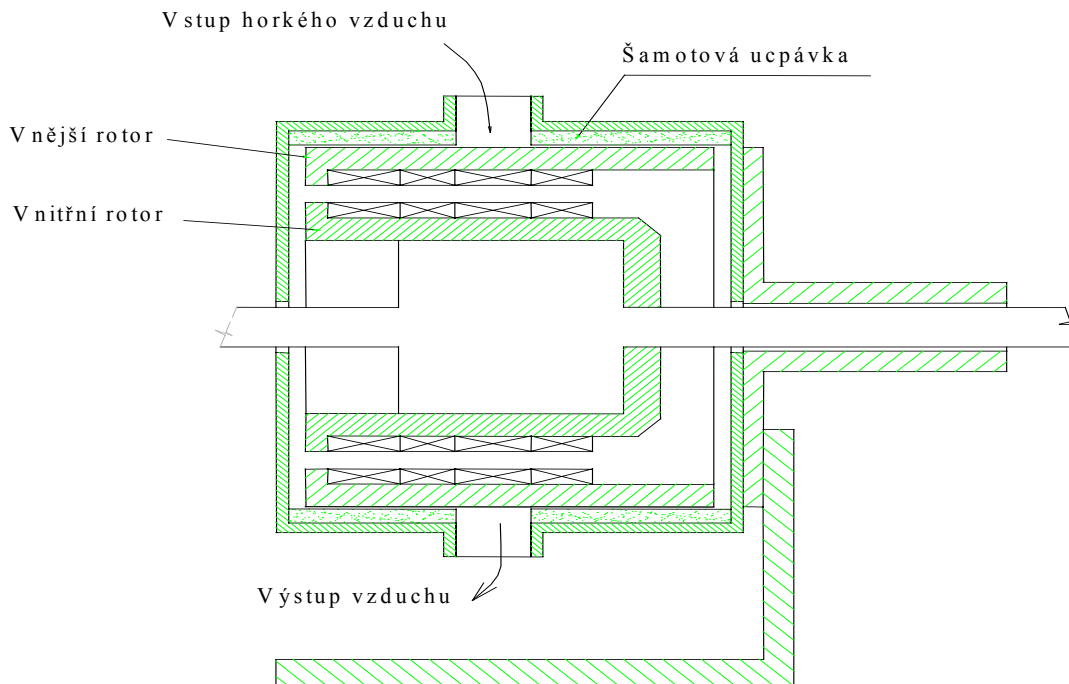
* Ing. Petr Krejčí, Ing. Lubomír Houfek, Centrum mechatroniky, společného pracoviště ÚT AV ČR a FSI VUT v Brně, Technická 2, 616 69 Brno, e-mail: krejcip@uvee.fee.vutbr.cz, houfek@umtn.fme.vutbr.cz, tel: +420 5 4114 2757, +420 5 4114 2887.



Obr. 1 Schematické uspořádání magnetické spojky

2. MĚŘENÍ TEPLOTNÍCH VLASTNOSTÍ MAGNETICKÉ SPOJKY NA EXPERIMENTÁLNÍM ZAŘÍZENÍ

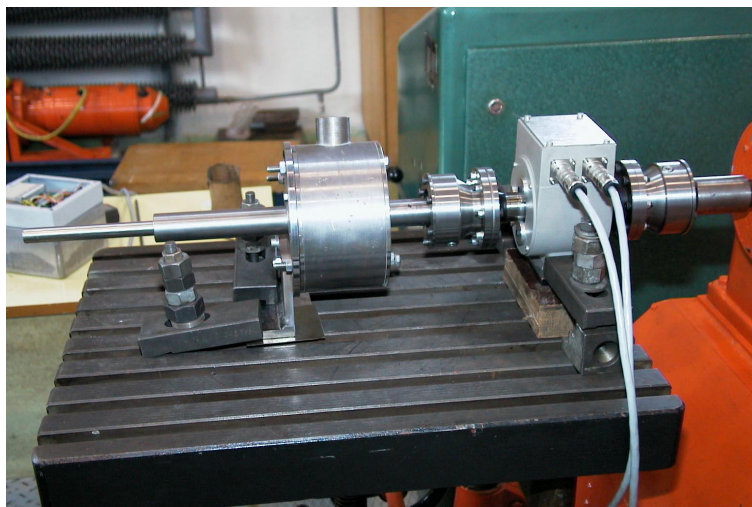
Pro experimentální zjištění vlivu teploty na zátěžnou charakteristiku spojky bylo sestaveno experimentální zařízení, které je schematicky znázorněno na obr. 2. a celkový pohled na měřicí pracoviště je na obr. 3



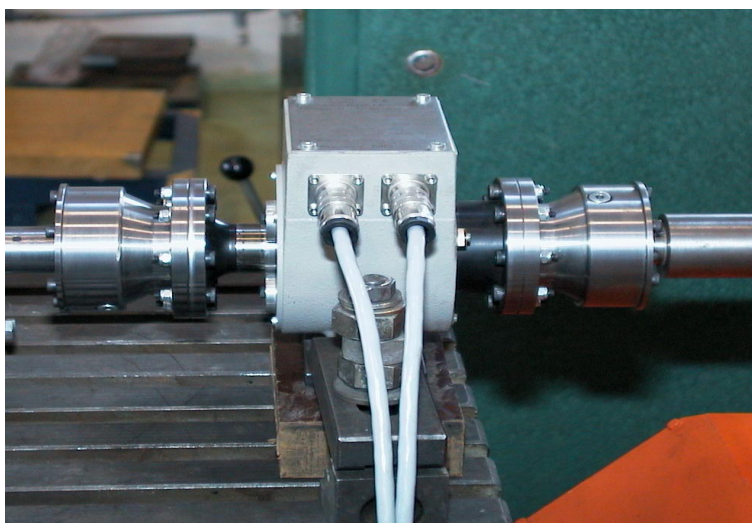
Obr.2 Schéma uspořádání experimentu

Celé měření bylo koncipováno následovně. Vnější rotor byl pevně (nepohyblivě) upevněn k měřicímu stolu. Vnitřní rotor byl pomocí dynamometru zatěžován kroutícím momentem, který byl pomocí snímače momentu firmy HBM (obr. 4) snímán a zaznamenáván. Dále byl snímán úhel natočení vnějšího rotoru vůči rotoru vnitřnímu pomocí víceotáčkového potenciometru „aripot“ (obr. 5). Celá magnetická spojka byla zapouzdřena v pouzdře, které bylo pomocí šamotu tepelně odizolováno od okolního prostředí. Do tohoto pouzdra byl vháněn horký vzduch. Po dostatečně dlouhé době ohřevu bylo provedeno měření statické zátěžné charakteristiky. Takovéto měření bylo provedeno pro různé

teploty. Teplota spojky se určovala jako průměrná hodnota ze třech bodů měření a to v místě vstupu horkého vzduchu do spojky, v místě výstupu vzduchu a v místě vzduchové mezery mezi vnějším a vnitřním rotorem. Vyhodnocení tohoto experimentu je v grafu na obr. 6.



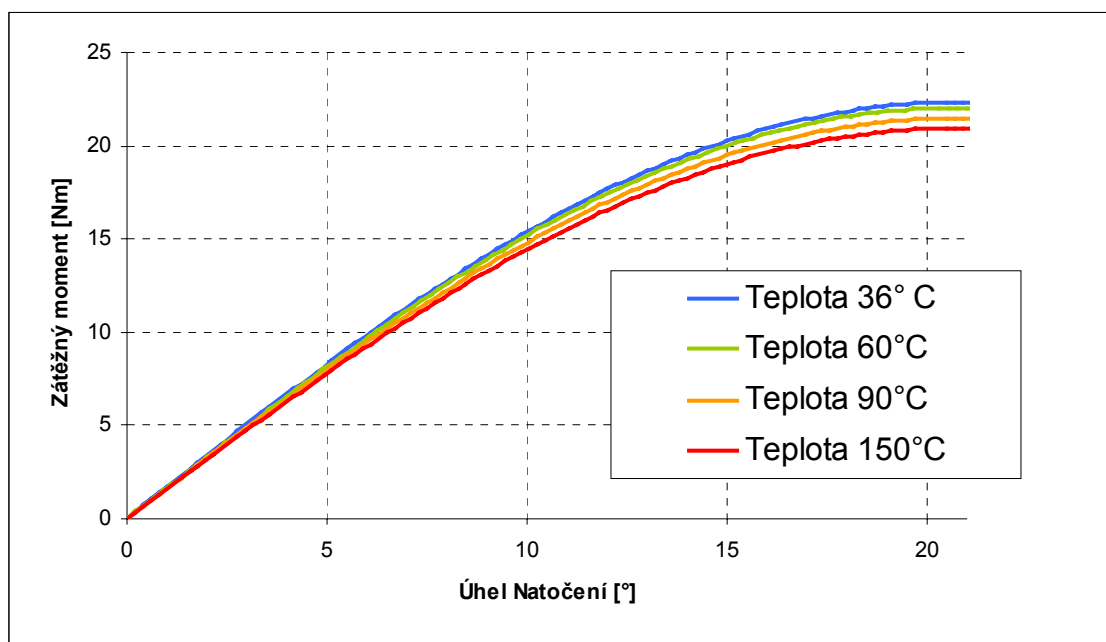
Obr. 3. Pohled na měřicí pracoviště



Obr.4 Sonda pro měření kroutícího momentu firmy HBM



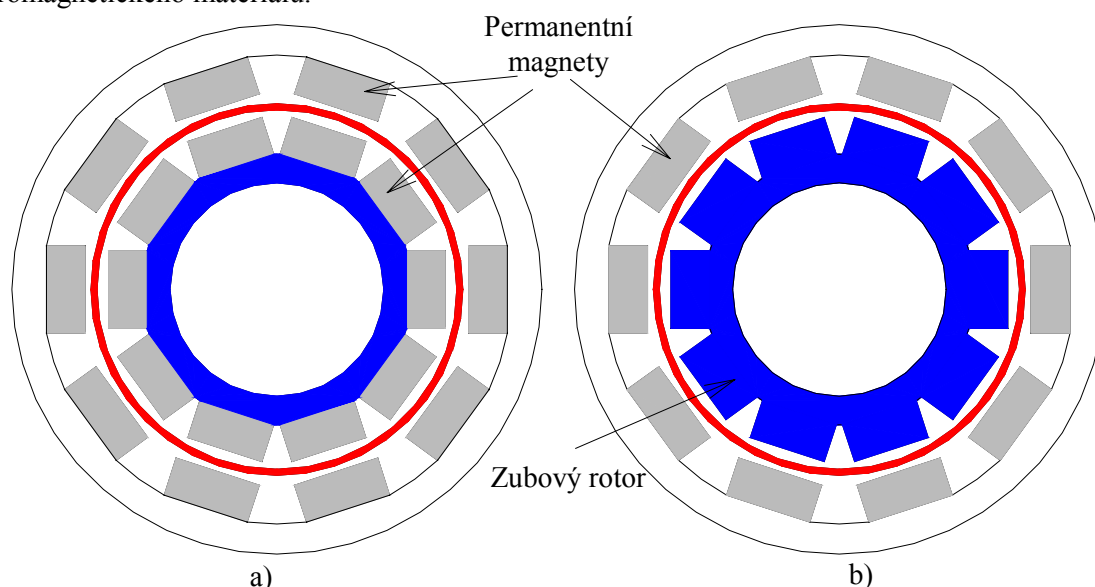
Obr. 5 Víceotáčkový potenciometr „ARIPOT“



Obr.6 Změna zátěžné charakteristiky spojky v závislosti na teplotě

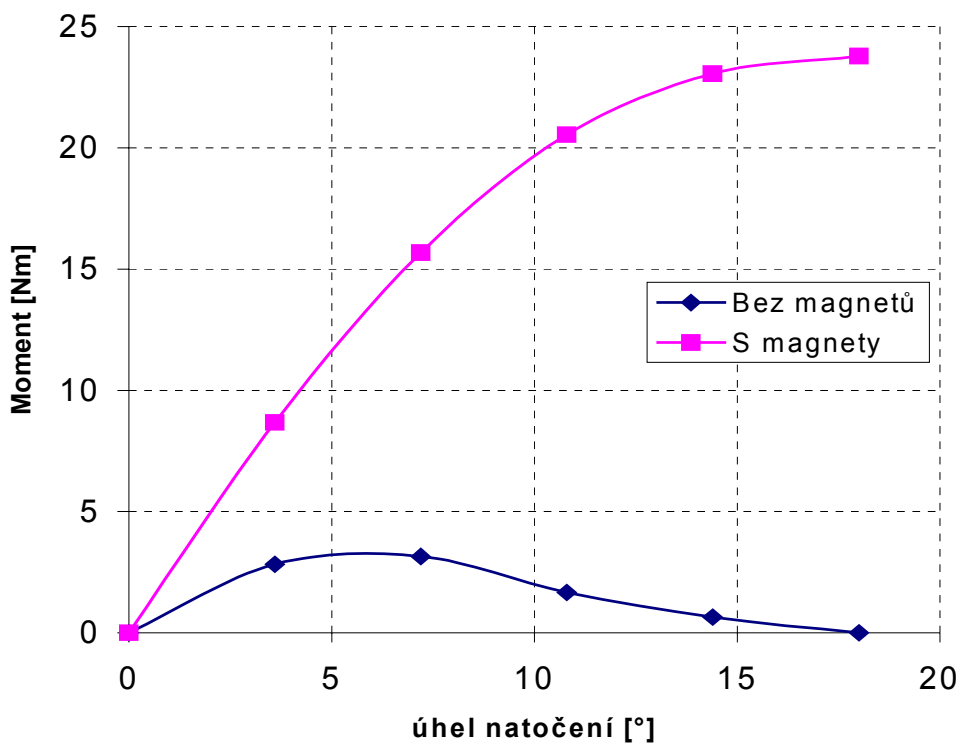
3. ZMĚNA KONCEPCE MAGNETICKÉ SPOJKY

Jak již bylo v úvodu zmíněno, hodláme využít magnetickou spojku pro čerpadlo na kapalné soli pro transmutační zařízení. Ve spojení s tímto čerpadlem nahrazuje magnetická spojka svou vhodnou konstrukcí mechanickou ucpávku na hřídeli potřebnou k hermetickému oddělení radioaktivního media od okolí. Teplota čerpaného media se však pohybuje kolem 450°C. Tato teplota by však nenávratně znehodnotila magnetické vlastnosti spojky. Proto je nutné zabezpečit dostatečné chlazení vnějšího i vnitřního rotoru spojky. Z konstrukčního uspořádání celého čerpadla nelze však zabezpečit chlazení vnitřního rotoru, proto jsme přistoupili ke změně koncepce magnetické spojky, která bude pro toto zařízení použita. Původní spojka (obr.7a) obsahuje permanentní magnety jak na vnějším, tak i na vnitřním rotoru. Nově navržená spojka (obr.7b) bude obsahovat opět permanentní magnety na vnějším rotoru, vnitřní rotor s permanentními magnety bude nahrazen rotorem zubovým, vyrobeným z feromagnetického materiálu.



Obr. 7. a) Spojka s permanentními magnet, b) Spojka se zubovým rotorem

Náhrada vnitřního rotoru za rotor zubový sice odstraní problém vlivu teploty na permanentní magnety, nese sebou však problém poklesu maximálního přenášeného krouticího momentu danou spojkou. Na obr.7. je znázorněna zátěžná charakteristika spojky zjištěna pomocí modelování mag. spojky v prostřední MKP (viz. [5]).



Obr. 8 Zátěžná momentová charakteristika spojky s magnety na obou rotorech a spojky se zubovým rotorem

Z uvedeného grafu je patrné, že pro spojku stejných geometrických rozměrů dojde k poklesu maximálního přenášeného momentu přibližně na desetinu původní hodnoty. Dále dochází k překročení maximálního momentu při polovičním úhlu natočení než při původním uspořádání mag. spojky. Důvod poklesu maximálního momentu souvisí s poklesem hodnoty magnetické indukce ve vzduchové mezeře mezi vnějším a vnitřním rotorem.

4. ZÁVĚR

V tomto článku je představen vliv teploty na magnetickou spojku s permanentními magnety na vnějším i vnitřním rotoru tohoto zařízení. Pomocí experimentu byl tento vliv zjištěn na konkrétní spojce a do grafu byly vyneseny zjištěné teplotní závislosti.

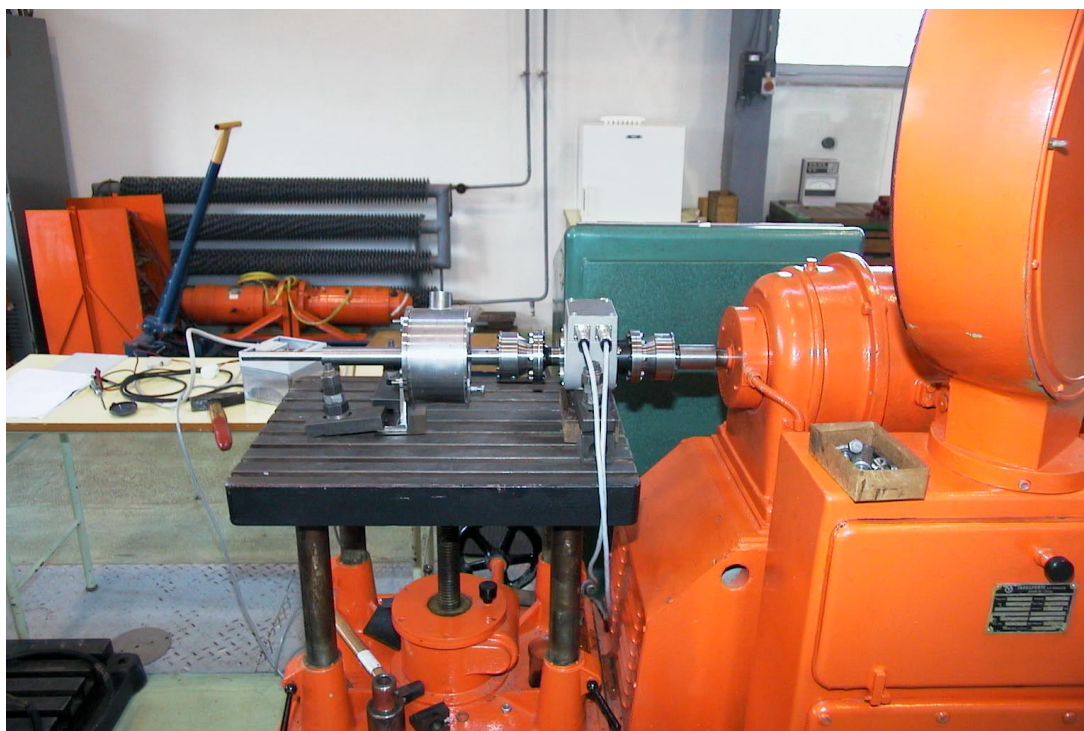
Určitým řešením vlivu teploty na mag. spojku pro reálné zařízení je změna koncepce magnetické spojky na spojku, kde vnitřní rotor je nahrazen rotorem zubovým. Právě touto změnou se zabývá druhá polovina článku, kde jsou představeny výsledky simulací z prostředí MKP.

5. LITERATURA

- [1] Houfek, L., Fuis, V., Štřáva, Z.: Dynamika magnetických spojek, sborník konference Aplikovaná mechanika 99, Brno 1999, str. 91 – 98

- [2] Copson, M.: Sealed vs Seal-less pumps: Comparing whole-life costs and values, Mechanical Incorporated Engineer, February/March 1997, pp 15-18
- [3] Fabeck, P.: Magnetic drive pumps for the chemical industry, World Pumps, February 1995, pp 51-52
- [4] Houfek, L., Krejčí, P., Fuis, V.: Dynamics of magnetic drive, Engineering Mechanics 2000, Svatka 2000, Volume III, pp. 203-209
- [5] Král, P., Krejčí, P., Houfek, L.: The Modeling and experimental Verification of Magnetic Drive Characteristics, Aplikovaná elektromechanika 2000, Brno 2000, str. 78-85.
- [6] Hong, M., S., Chou, P., X.: Magnetic Field and Torque Analysis of Radial Type Permanent Magnet Coupling Using 2D Finite Elements Method. International Conference on the Evolution and Modern Aspects of Synchronous Machines, Zurich Switzerland 1994, pp. 1190-1192
- [7] Ferreira, C., Vaidya, J.: Torque Analysis of Permanent Magnet Coupling Using 2D and 3D Finite Elements Method, IEEE Trans and Magnetics, Vol. 25, NO. 4, pp. 3080-3082, July 1989

Tato práce vznikla za podpory grantového projektu GAČR 102/00/1586 , GAČR 101/00/0478 a MSM2600001



Obr. 9 Pohled na celé měřicí pracoviště