

2
2009

JMMO

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA FINE MECHANICS AND OPTICS

**zaostřeno
na optiku**



15. mezinárodní veletrh oční optiky, optometrie a oftalmologie

- Jediný veletrh pro Českou republiku a Slovensko, který již po patnácté představí během tří dnů světové novinky a trendy oborů oční optiky, optometrie a oftalmologie
- Více než dvě desítky světových a evropských novinek a premiér
- Nové kolekce pro rok 2009
- **SPORTS & VISION** jako zvýrazněné téma roku 2009
- Na veletrhu neschází přední světové firmy
- Vítězné exponáty soutěže **TOP OPTA 2009**
- Kongres **OPTA**
- Cyklus odborných přednášek na vybraná témata

**Využijte výhod předregistrace na webu
www.opta.cz, ušetříte tím čas i peníze!**

Brno, Výstaviště

27. 2. – 1. 3.

2009

www.opta.cz

Central European
Exhibition Centre



BVV



Veletrhy
Brno

Veletrhy Brno, a.s.
Výstaviště 1
647 00 Brno
Tel.: +420 541 152 818
Fax: +420 541 153 063
E-mail: opta@bvz.cz
www.opta.cz

Získej nový pohled
s opravdu individualizovanými
progresivními čočkami
od Hoya

Pouze pro mé oči



HOYALUXiD
MyStyle

HOYA

Více informací získáte na stánku HOYA č. 032 na veletrhu OPTA 2009 v Brně.

Kontaktní adresa: HOYA Lens CZ a.s., Sobotecká 1660, 511 21 Turnov, tel.: 481 358 265, fax: 481 323 200,

e-mail: m.cincura@hoyaavision.cz

REDAKČNÍ RADA

Předseda: RNDr. Miloslav VYCHODIL, CSc., Meopta-optika, s.r.o., Přerov

Členové: RNDr. Ing. Ján BARTL, CSc., ÚM SAV, Bratislava, prof. RNDr. Dr. Zdeněk BOUCHAL, UP, Olomouc, Ing. Igor BREZINA, Bratislava, prof. Ing. Pavol HORŇÁK, DrSc., STU, Bratislava, prof. RNDr. Miroslav HRABOVSKÝ, DrSc., SLO UP a FZÚ AV ČR, Olomouc, RNDr. Vladimír CHLUP, Olomouc, RNDr. Lubomír JASTRABÍK, CSc., FZÚ AV ČR, v.v.i., Praha, RNDr. Pavel KLENOVSKÝ, Český metrologický institut, Brno, Ing. Jiří KRŠEK, VUT, Brno, doc. RNDr. Vojtěch KŘESÁLEK, CSc., UTB, Zlín, Ing. Jan KŮR, Mesing, spol. s r.o., Brno, prof. RNDr. Bohumila LENCOVÁ, CSc., ÚPT AV ČR, v.v.i., Brno, prof. Ing. Martin LIBRA, CSc., ČZU, PRAHA, prof. RNDr. Miroslav LIŠKA, DrSc., VUT, Brno, RNDr. Zdeněk LOŠŤÁK, Meopta-optika, s.r.o., Přerov, prof. Ing. Petr LOUDA, CSc., TU, Liberec, RNDr. František MÁČA, CSc., FZÚ AV ČR, v.v.i., Praha, Ing. Vladimír MATELA, Meopta-optika, s.r.o., Přerov, Ing. Monika MÍČHALOVÁ, PHILIPS Slovakia s.r.o., Bratislava, doc. RNDr. Miroslav MILER, DrSc., ÚFE AV ČR, v.v.i., Praha, prof. RNDr. Jan PEŘINA, DrSc., UP, Olomouc, prof. Ing. Jaromír PIŠTORA, CSc., VŠB - TU, Ostrava, prof. RNDr. Ing. Jaroslav POSPÍŠIL, DrSc., UP, Olomouc, RNDr. Dagmar SENDERÁKOVÁ, Ph.D., UK, Bratislava, RNDr. Petr SCHOVÁNEK, SLO UP a FZÚ AV ČR, Olomouc, prof. Ing. Karel STUDENOVSKÝ, DrSc., ČVUT, Praha, prof. RNDr. Anton ŠTRBA, CSc., UK, Bratislava

Gerd HÄUSLER, Lehrstuhl für Optik, Universität Erlangen - Nürnberg, Erlangen (Germany), Michael J. LALOR, Liverpool John Moores University, U. K.; Paul RAUSNITZ, TCI New York, U. S. A.; Rodney J. SOUKUP, University of Nebraska-Lincoln, U. S. A.; M. C. TEICH, Boston University, U. S. A.; Emil WOLF, University of Rochester, U. S. A.

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

Vydává Fyzikální ústav Akademie věd České republiky, v.v.i. za spoluúčasti The International Society for Optical Engineering (SPIE/CS) v Nakladatelství Fyzikálního ústavu Akademie věd České republiky, v.v.i.

Ředitel FZÚ AV ČR, v.v.i.: doc. Jan ŘÍDKÝ, CSc.

Odpovědný zástupce vydavatele: prof. RNDr. Miroslav HRABOVSKÝ, DrSc.

Šéfredaktor: dipl. tech. Jaroslav NEVŘALA

Adresa redakce v Olomouci (předplatné, nakladatelské služby):

SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc,

tel.: 585 631 576, fax: 585 631 531, e-mail: eva.pelcova@upol.cz

Adresa redakce v Přerově (šéfredaktor): Kabelíkova 1, 750 02 Přerov,

tel.: 581 242 151, mobil: 776 011 925, fax: 581 242 222.

Otisk povolen se svolením redakce a se zachováním autorských práv. Nevyžádané materiály se nevrací. Za původnost a správnost příspěvků odpovídají autoři.

Vychází: 10x ročně (z toho 2 čísla jako dvojčísla)

Předplatné: Celoroční 420,- Kč/rok. Ceny jsou jednotné pro Českou i Slovenskou republiku. Do všech ostatních zemí je časopis JMO distribuován za jednotnou cenu 10 EUR/ks. Pro členy SPIE/CS činí předplatné 120,- Kč/rok. Předplatné pro studenty Bc., Mgr., Ph.D. a studenty středních škol při osobním odběru činí 120 Kč/rok; v případě zaslání poštou 300,- Kč/rok.

Rozšiřuje vydavatel a Podniková prodejna Meopta-optika, s.r.o., Přerov, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov.

V Slovenské republice je kontaktní místo: prof. RNDr. Anton Štrba, CSc., katedra experimentální fyziky FMFI UK, Mlynská dolina F2/148, SK - 842 48 Bratislava, tel.: 00421 2 65 426 706, e-mail: Strba@fmph.uniba.sk

V Slovenské republice rozšiřuje a objednávky přijímá:

prof. Ing. Ivo Čáp, CSc., Žilinská univerzita - FPV, Hurbanova 15, SK - 010 26 Žilina, tel.: +421 415 136 350, e-mail: ivo.cap@fvp.utc.sk

Tiskne TYPOservis Holešov, Masarykova 650, 769 01 Holešov,

tel.: 573 398 746, e-mail: dtp@typoservis.cz

Inzerce: redakce, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov,

tel.: 581 242 151, mobil: 776 011 925, fax: 581 242 222.

Odborné články jsou lektorovány.

© JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA 2009

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

VĚDECKO-TECHNICKÝ ČASOPIS
ROČNÍK 54 2/2009

OBSAH

Téma pro 15. mezinárodní veletrh OPTA: sport a vidění (M. Střítecký)	31
Siemens uvádí na trh novou verzi snímače polohy hladiny kapalín pro korozivní prostředí (J. Studený)	32
Brýlové čočky do slunečních a sportovních brýlí (V. Pavlas, J. Brožek)	33
Optika a Přesná mechanika na Fakultě strojní ČVUT v Praze (J. Hošek)	35
Z dílny starých mistrů	37
Využití Shack-Hartmannova senzoru pro měření kvality obrazu optických soustav (M. Vraštil)	38
Antireflexní vrstvy pro barvodělicí hranolové soustavy (P. Obdržálek, J. Zdráhal)	40
SPIE/CS – společnost optiků informuje (M. Baďurová)	42
Rok provozu experimentálního fotovoltaického systému s pevným stojanem na ČZU v Praze (M. Libra, V. Poulek, J. Mareš, R. Novotný)	43
Zařazení fotovoltaických systémů do struktury automatizace (J. Mareš, M. Libra)	47
Katadioptrické soustavy (A. Mikš)	50
Hoya Vision Care expanduje v České republice (M. Činčura)	57
Česká účast na HANNOVER MESSE 2009 (P. Beneš)	58
Z technické knihovny (I. Brezina)	60

Bližší informace o poslání časopisu, pokyny pro autory, obsah časopisu apod. je uveden na internetu:

<http://www.fzu.cz/struktura/casopisy/jemnam/jemname.php>

Informace o předplatném podá, objednávky přijímá, objednávky do zahraničí vyřizuje: SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, tel.: 585 223 936, fax: 585 631 531.

Cena čísla 40 Kč včetně DPH

ADVISORY BOARD

Chairman: Miloslav VYCHODIL - Meopta-optika, s.r.o., Přerov (Czech Rep.)

Members: Ján BARTL - Inst. of Measurement Science Slovak Academy of Sciences, Bratislava (Slovak Rep.), Zdeněk BOUCHAL - Palacky Univ. (Czech Rep.), Igor BREZINA - Bratislava (Slovak Rep.), Pavol HORNÁK - Slovak Tech. Univ., Bratislava (Slovak Rep.), Miroslav HRABOVSKÝ - Joint Lab. of Optics of Palacky Univ. and Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Olomouc (Czech Rep.), Vladimír CHLUP - Olomouc (Czech Rep.), Lubomír JASTRABÍK - Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Praha (Czech Rep.), Pavel KLENOVSKÝ - Czech Metrology Inst., Brno (Czech Rep.), Jiří KRŠEK - Tech. Univ., Brno (Czech Rep.), Vojtěch KŘESÁLEK - Tomas Bata Univ. in Zlín (Czech Rep.), Jan KŮR, Mesing, spol. s r.o., Brno (Czech Rep.), Bohumila LENCOVÁ - Inst. of Scientific Instruments of Czech Academy of Science, Brno (Czech Rep.), Martin LIBRA - Czech Univ. of Agric. Praha (Czech Rep.), Miroslav LIŠKA - Tech. Univ., Brno (Czech Rep.), Zdeněk LOŠŤÁK - Meopta-optika, s.r.o., Přerov (Czech Rep.), Petr LOUDA - Tech. Univ., Liberec (Czech Rep.), František MÁCA, Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Praha (Czech Rep.), Vladimír MATELA - Meopta-optika, s.r.o., Přerov (Czech Rep.), Monika MÍCHALOVÁ, PHILIPS Slovakia s.r.o., Bratislava (Slovak Rep.), Miroslav MILER - Inst. of Photonics and Electronics of Academy of Sciences, v.v.i., Praha (Czech Rep.) Jan PEŘINA - Palacky Univ., Olomouc (Czech Rep.), Jaromír PIŠTORA - Tech. Univ., Ostrava (Czech Rep.), Jaroslav POSPÍŠIL - Palacky Univ., Olomouc (Czech Rep.), Dagmar SENDEŘÁKOVÁ - Comenius Univ., Bratislava (Slovak Rep.), Petr SCHOVÁNEK - Joint Lab. of Optics of Palacky Univ. and Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Olomouc (Czech Rep.), Karel STUDENOVSKÝ - Czech Tech. Univ., Praha (Czech Rep.), Anton ŠTRBA - Comenius Univ., Bratislava (Slovak Rep.),

Gerd HÄUSLER, Lehrstuhl für Optik, Universität Erlangen - Nürnberg, Erlangen (Germany), Michael J. LALOR, Liverpool John Moores University, U. K.; Paul RAUSNITZ, TCI New York, U. S. A.; Rodney J. SOUKUP, University of Nebraska-Lincoln, U. S. A.; M. C. TEICH, Boston University, U. S. A.; Emil WOLF, University of Rochester, U. S. A.

FINE MECHANICS AND OPTICS

Published by Institute of Physics Academy of Sciences of the Czech Republic under participation of The International Society for Optical Engineering (SPIE/CS) in the Publishing House of the Institute of Physics of the Academy of Sciences of the Czech Republic.

Director of Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic: Jan ŘÍDKÝ

Editor: Miroslav HRABOVSKÝ

Managing Editor: Jaroslav NEVŘALA

Address of the Editor's office in Olomouc (subscription, publisher services): SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, Czech Republic, phone: ++420 585 631 576, fax: ++420 585 631 531, e-mail: eva.pelclova@upol.cz

Address of the Editor's office in Přerov (Managing Editor):

Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, Czech Republic.

Reproduction only with permission of the Editor and under observing the copyright. Unasked manuscripts are not sent back. The authors are responsible for originality and correctness of their contributions.

Subscription fee: Annual fee is 420,- CZK. This price of subscription is the same for both Czech and Slovak Republics. Fine Mechanics and Optics journal is distributed into other countries for uniform price 10 EUR/Pcs. For members of SPIE/CS the annual subscription fee is 120,- CZK. For Bc., Mgr., Ph.D. and secondary school students the subscription fee is 120,- CZK per year, annual subscription including postage is 300,- CZK.

Distribution: by the Publisher, Company Sales shop of Meopta-optika, s.r.o., Přerov, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, Czech Republic.

Contact place for the Slovak Republic: Anton Štrba, Department of Experimental Physics, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Mlynská dolina F2/148, SK - 842 15 Bratislava, phone: 00421 2 65 426 706, e-mail: strba@fmph.uniba.sk

Printing: TYPOServis Holešov, Masarykova 650, CZ-769 01 Holešov, phone: 573 398 746 (from abroad: ++420 573 398 746). e-mail: dtp@typoservis.cz

Advertising: editor's office, Kabelíkova 1, CZ-750 02 Přerov, fax: 581 242 222.

Papers are reviewed.

© FINE MECHANICS AND OPTICS 2009

FINE MECHANICS AND OPTICS

SCIENTIFIC-TECHNICAL JOURNAL
VOLUME 54 2/2009

CONTENTS

Topic for 15th international fair OPTA: sport and vision (M. Střítecký)	31
Siemens brings on market a new liquid surface location sensor for corrosive environment (J. Studený)	32
Ophthalmic lenses for sun- and sport-glasses (V. Pavlas, J. Brožek)	33
Optics and Fine Mechanics at Czech Technical University in Prague, Faculty of Mechanical Engineering (J. Hošek)	35
Application of Shack-Hartmann sensor for picture quality measurement of optical systems (M. Vraštil)	38
Antireflection coatings for colour-separating prism assemblies (P. Obdržálek, J. Zdráhal)	40
SPIE/CS – optical society informs (M. Baďurová)	42
One year experimental operation of photovoltaic system with fixed frame in Czech University of Life Sciences in Prague (M. Libra, V. Poulek, J. Mareš, R. Novotný)	43
The usage of photovoltaic systems to structure of automation (J. Mareš, M. Libra)	47
Katadioptric systems (A. Mikš)	50
Hoya Vision Care Expands in Czech Republic (M. Činčura)	57
Czech participation in HANNOVER MESSE 2009 (P. Beneš)	58
From technical library (I. Brezina)	60

For further information about the journal intention, instructions for authors, contents etc. please refer to <http://www.fzu.cz/struktura/casopisy/jemname.php>.

Information on subscription rate and on ordering gives the SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, tel.: 585 223 936, fax: 585 631 531.

Price for single copy: 40 Kč incl. VAT

Téma pro 15. mezinárodní veletrh OPTA: sport a vidění



Největší veletrh oční optiky, optometrie a oftalmologie ve střední Evropě, otevře své brány v pátek 27. února 2009 a poslední návštěvníky vyprovodí v neděli 1. března 2009 odpoledne. Můžeme se těšit na stejně rozsáhlou nabídku jako v minulých letech, dlouhou řadu exponátových novinek i aktuální informace o trendech oboru nejen v České republice.

VĚTŠÍ EXPOZICE, VÍCE NOVINEK

Poslední ročník veletrhu OPTA si vysloužil přívlastek rekordní, ale letošní za ním co do velikosti nezůstane nijak pozadu. Objeví se i nové firmy a někteří tradiční vystavovatelé, pro které je OPTA nejdůležitějším setkáním s obchodními partnery, rozšiřují své expozice. Například stánek společnosti **SAGITTA** Brno se zvětší o čtvrtinu. „Není v tom žádné naše megalomanství, pouze se snažíme všem zákazníkům, kteří nás v průběhu veletrhu navštíví, vyjít vstříc přiměřenou pracovní plochou, na níž se nebudou cítit stísněně. Objednaná plocha bude využita do posledního čtverečního centimetru,“ slibuje jednatel společnosti Jaroslav Majerčík. **SAGITTA** si pro návštěvníky připravila také designové lahůdky jako extravagantní modely slunečních brýlí **LACOSTE** a **JOOP** nebo novou řadu luxusních pánských obrub **DAVIDOFF PRESTIGE**, které jsou vyrobeny z čistého titanu pozlaceného 24karátovým zlatem, a nově představí značku brýlových obrub **LEVIS**.

Pozadu nezůstávají ani další velcí hráči českého a středoevropského trhu, takže pavilon V bude nabitý tím nejlepším, co současná oční optika nabízí. Návštěvníci se seznámí také s dalšími novými a atraktivními značkami brýlové módy. Společnost **EXTEL CZ** představí značku **NBA** určenou dětem, teenagerům i mužům, kteří ocení výrazné logo **NBA** (National Basketball Association). Společnost **MARE** chce zaujmout novou kolekcí brýlových obrub **NIKO3**, které uživatelům poskytují maximální komfort a vynikají absolutní antialergičností. Na stánku společnosti **OPTISSIMO** budou novinkou brýlové obruby francouzské značky **KIPLING** - velmi barevné, originální a určené mladým dívkám a ženám. Optikové se seznámí také s novou nabídkou společnosti **ALTA**, která jako první u nás provádí opravy kovových obrub pomocí laserové technologie.

V kategorii slunečních brýlí avizuje společnost **DANAE CZ** novou kolekci značky **SUNZONE Polarized** s obrubami z acetátu a nerezové oceli, kvalitními polarizačními čočkami a možností snadného zábrusu čoček dioptrických. Premiéru na českém trhu bude mít značka slunečních brýlí **Rip Curl**, a to na stánku firmy **K + L Trading**. Společnost **Metzler International** představí kolekci slunečních brýlí **Bruno Banani** s nápadnými modely výrazných tvarů a rozmanitých vzorů. Nebývalou pestrost umožňuje nová technologie vytváření barvy **HD**, při které se do acetátu zapouští barevná fólie.

Novinky nebudou chybět ani u vystavovatelů korekčních čoček a přístrojové techniky. Společnost **ESSILOR-OPTIKA** přímo na veletrhu oslaví 50 let vzniku a neustálého zdokonalování multifokální čočky **VARILUX**. Zároveň představí její novou plně individualizovanou verzi **VARILUX IPSEO**, technologii **VARILUX PHYSIO SHORT** určenou pro nízké obruby a novou povrchovou úpravu **CRIZAL FORTE**. Společnost **GEODIS BRNO** bude prezentovat nový plně automatický přístroj **TRK 1P**, se kterým se chce ucházet o cenu **TOP OPTA**. Jde o unikátní čtyřkombinaci pachymetru, tonometru, refraktometru a keratometru, která představuje nejmodernější technologii v oblasti bezkontaktního měření.

HLAVNÍ TÉMA SPORTS & VISION

Poslední OPTA věnovala zvýšenou pozornost potřebám dětských zákazníků. Letošní ročník se zaměřuje na neméně významnou cílovou skupinu zákazníků - sportovců. Ve spolupráci s odbornými partnery bylo zvoleno hlavní téma **SPORTS & VISION**, které otevírá zajímavý prostor k prezentaci všeho, co slouží ke kvalitnímu vidění při sportu a volnočasových aktivitách. Zároveň je to příležitost k popularizaci novinek v této rychle se rozvíjející, ale stále poněkud opomíjené oblasti. „Design brýlových čoček prodělal převratný vývoj a zorné pole se značně rozšířilo i u brýlových čoček s vyšším počtem dioptrií. Materiály jsou dnes bezpečné a některé z nich téměř nerozbitné při používání pro sport. Také brýlové obruby jsou speciálně upravené pro různé druhy sportů, aby co nejméně vadily a sportovec o nich téměř nevěděl. Další možností je korekce kontaktní čočkou, která je však vhodná jen pro určité okruhy očních vad... Brýlí a pomůcek pro dobré vidění při sportu je na trhu skutečně hodně, ale obecné povědomí o jejich existenci a znalosti o jejich používání jsou mizivé,“ říká Vilém Rudolf, známý polárník a člen výkonného výboru Společenstva českých optiků a optometrů (**SČOO**). A co očekává od veletrhu? „Zabývám se viděním při sportu a speciálními korekčními pomůckami již řadu let a proto vítám, že se toto téma stalo nosným programem **OPTY 2009**. Myslím, že zde mnoho kolegů získá nové informace o možnostech korekce vidění při sportu, který je nedílnou součástí našeho života.“

Na veletrhu **OPTA 2009** budou brýle a zrakové pomůcky pro sportovce zvýrazněny přímo v expozicích jednotlivých vystavovatelů, a to speciálním označením nebo umístěním do samostatné vitríny. Zvýrazněné téma zohlední také soutěž o nejlepší exponáty veletrhu **TOP OPTA 2009**, která zavádí dvě nové samostatné kategorie: „sportovní brýle“ a „sluneční brýle“. Dalšími čtyřmi kategoriemi soutěže **TOP OPTA 2009** jsou brýlové čočky, brýlové obruby, kontaktní čočky a přístroje a technologie pro oční optiku a oftalmologii. Výsledky soutěže budou vyhlášeny na oficiálním zahájení veletrhu v pátek 27. února 2009 v 10 hodin a úspěšné exponáty si mohou návštěvníci veletrhu po celou dobu veletrhu prohlédnout v expozici Společenstva českých optiků a optometrů.

MEZINÁRODNĚJŠÍ NEŽ KDY DŘÍVE

Zájem zahraničních odborníků o veletrh **OPTA** stále roste. Vloni byl mezi 6 548 registrovanými odbornými návštěvníky každý pátý ze zahraničí a tito zahraniční návštěvníci přijeli ze 40 zemí. Na veletrh jezdí nejen prohlédnout si na jediném místě novinky více než dvou set vystavujících firem, ale také za jedinečnou příležitost diskutovat o aktuálních problémech včetně budoucnosti oborového vzdělávání.

Úspěšná tradice mezinárodních odborných setkání, která na veletrhu **OPTA** organizuje **SČOO**, pokračuje také v letošním roce. Vloni zde pod záštitou Světové rady optometrie (**WCO**) proběhl historicky první Celoevropský kongres **TUPO** (the Twinning Universities Project for Optometry) zaměřený na spolupráci univerzit zabývajících se výukou optometrie. Tohoto exkluzivního setkání se zúčastnilo 128 odborníků z 28 zemí a jeho výsledky na svém jarním zasedání ocenila Evropská rada optiky a optometrie **ECOO**. Současně pověřila **SČOO** uspořádáním druhého kongresu, který se má zabývat přípravou na vytvoření Evropské optometrické univerzity. Druhý třídenní Celoevropský kongres se uskuteční na brněnském výstavišti v době konání veletrhu **OPTA 2009** a přivítá přibližně 150 odborníků ze 30 zemí.

Jednání kongresu se zúčastní také prezidenti profesních sdružení oční optiky a optometrie ze zemí střední a východní Evropy. Při této příležitosti proběhne pracovní setkání, které otevře otázky jejich užší spolupráce při výměně informací, zkušeností a případně

společné podpory budování jednoho mezinárodního odborného optického veletrhu pro region střední Evropy. K účasti jsou zváni prezidenti asociací oční optiky z Polska, Maďarska, Bulharska, Rumunska, Slovinska, Ukrajiny, Slovenska a ČR.

Stejně jako loňský ročník, i letošní OPTA bude „československá“ Díky úzké spolupráci s Optickou unií Slovenska - partnerem veletrhu OPTA - mohou slovenští optici k cestě na brněnské výstaviště využít výhodné autobusové zájezdy. Pozvánka na veletrh byla rozeslána na 8 tisíc adres potenciálních odborných návštěvníků v 39 zemích, zesílená akvizice návštěvníků navíc proběhla v Polsku a v Maďarsku.

INFORMACE PRO NÁVŠTĚVNÍKY

Otevírací doba se od minulého ročníku opět prodloužila. V pátek a v sobotu budou brány veletrhu otevřeny **od 9 až do 19 hodin**, v neděli pak tradičně od 9 do 15 hodin. Za celodenní vstu-

penku návštěvníci zaplatí 200 korun, studenti pouze 100 korun. Registrovaní návštěvníci za celodenní vstupné zaplatí 150 korun a za 300 korun si mohou zakoupit stálou vstupenku na celou dobu výstavy. Ještě výhodnější je předregistrace na internetu (www.opta.cz), která opravňuje ke koupi zlevněné celodenní vstupenky za 100 korun. Vstupenka pro registrované návštěvníky zároveň slouží jako jízdenka na městskou hromadnou dopravu.

V souvislosti se zvýrazněným tématem SPORTS & VISION pořadatelé připravili zajímavou novinku. V relaxační zóně přímo v pavilonu V si návštěvníci mohou zasportovat: zahrát stolní tenis, zastřílet pár basketbalových košů nebo vyzkoušet golf či florbal.

Martin Střítecký

Martin Střítecký, Veletrhy Brno, a. s., Výstaviště 1, 647 00 Brno, tel.: +420 541 152 885, www.opta.cz

Siemens uvádí na trh novou verzi snímače polohy hladiny kapalin pro korozivní prostředí

Společnost Siemens přichází s novou verzí ultrazvukového snímače polohy hladiny kapalin s typovým označením ST-H. Novinkou je povrchová úprava senzoru z polyvinylidenfluoridu (PVDF), který zvyšuje chemickou odolnost snímače a otevírá nové možnosti jeho použití. Bezkontaktní snímač je vhodný pro použití v korozivním pracovním prostředí, např. na čerpacích stanicích, ve studnách, při skladování chemikálií, na kotlích nebo v technologických zásobnících.

Snímač ST-H tvoří ve spojení s ultrazvukovou řídicí jednotkou značky Siemens převodník polohy hladiny kapalin, jenž je schopen měřit na vzdálenost až 10 m při provozní teplotě v rozmezí od -40 °C

do +73 °C. Součástí snímače je také mechanické připojení o velikosti 1", resp. 2". Snímač lze tedy snadno instalovat na nejrůznější nádoby a studny. Při montáži s použitím šroubení o velikosti 2" jsou všechny plochy snímače smáčené měřeným médiem kryty polyvinylidenfluoridem, což zajišťuje mimořádnou odolnost snímače proti korozním vlivům.

Snímač ST-H odolává prachu, vlhkosti, korozi, vibracím, zatopení kapalinou i extrémním teplotám. Bezkontaktní přístroj nevyžaduje opakované pracné čištění a nastavování, které je běžné u tradičních kontaktních hladinoměrů. Další informace jsou k dispozici na internetové adrese <http://www.siemens.com/level>.

Jaromír Studený
PR service manager
Evropská 33a
160 00 Praha 6
Tel.: +420 233 031 733 Fax: -1709
E-mail: jaromir.studený@siemens.com

Siemens s.r.o.
Marketing a komunikace (MC)
Evropská 33a
160 00 Praha 6



Norimberk, Německo
13. 3. - 16. 3. 2009

IWA 2009
& Outdoor Classics

High performance in target sports, nature activities, protecting people

Brýlové čočky do slunečních a sportovních brýlí

KONVEX – Recept optika s.r.o. se sídlem v Rovensku pod Troskami je ryze český výrobce a dodavatel brýlových čoček. Výrobní sortiment aktuálně přizpůsobuje potřebám očních optiků a ty se neustále mění. V posledních desetiletích proběhlo několik výrazných změn ve velikosti a tvaru brýlí, které se vždy odvíjely zejména od požadavků módy. Ještě předtím znamenal malý sortiment brýlových čoček, zejména ohledně dostupných průměrů a použitých materiálů významné omezení práce designérů. Podobně tomu bylo i v oblasti výrobních technologií a používaných materiálů pro brýlové obruby.



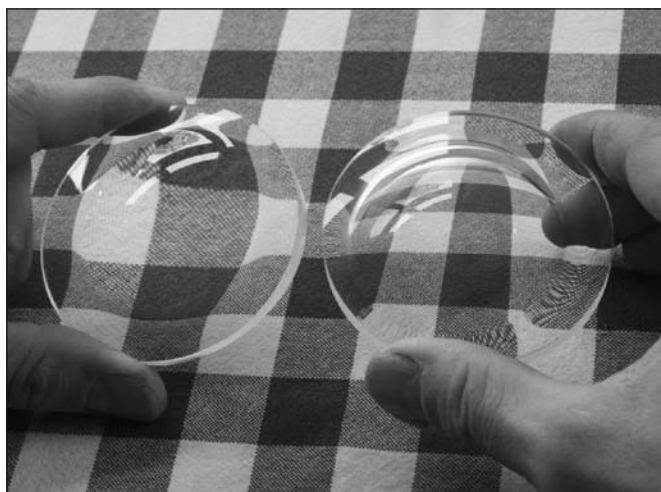
obr. 1 3D snímání tvaru brýlové obruby

Většina z nás si dobře pamatuje např. období 80. let, kdy došlo k výraznému zvětšení brýlových obrub, které bylo umožněno postupným zvětšováním průměrů minerálních brýlových čoček. Se zvětšováním očí brýlových obrub se současně musel dvojnásobným přírůstkem zvětšovat i průměr brýlových čoček, aby bylo možno dodržet přesnou centraci jejich optických středů na středy očních zornic. Tím samozřejmě došlo zejména u větších dioptrických korekcí k extrémnímu nárůstu objemu brýlových čoček. V minerálním provedení byly potom díky velké hmotnosti brýle nepohodlné, popř. až nepoužitelné. Nástup výroby plastových čoček díky své přibližně o 40 % nižší hmotnosti umožnil skutečně masové rozšíření velkých dioptrických i slunečních brýlí.

Po období „maximalizace“ přišlo období „minimalizace“, opět podobně jako se střídají různé styly v módě. Brýlové obruby se začaly zmešovat tak výrazně, že potřeba průměrů brýlových čoček do brýlí pro dospělé se postupně zmenšovala z původních 70-75 mm až na 60-55 mm. Toto bylo velmi výhodné období pro používání minerálních brýlových čoček, protože se tím zmínila jejich největší nevýhoda – větší hmotnost. Trend malých brýlí zasáhl ale i sluneční brýle. Tam však bohužel přinesl jen zhoršení ochrany zraku. Malé sluneční brýle mají samozřejmě i malé očnice a mezi nimi a částí obličeje se vytvořily větší mezery, kterými mohlo prakticky ze všech stran dopadat k očím přímé i odražené sluneční záření. Docházelo tak k paradoxu, že kvalitní sluneční brýlové čočky sice správně filtrovaly světlo i UV záření, ale širokými mezerami volně k oku pronikalo celé nefiltrované spektrum. Za slunečními filtry se vlivem snížení množství světla dopadajícího na sítnici oka vždy rozšíří oční zornice. Pokud však v této situaci může mezerou dopadat k oku celé spektrum, oko svou rozšířenou zornicí může být vystaveno ještě větší zátěži než úplně bez použití slunečních brýlí. Takovéto malé sluneční brýle byly sice velmi lehké, ale jejich nositel byl často obtěžován periferně vnímaným silným světlem a kvalita ochrany zraku byla rovněž velmi diskutabilní.

Před několika lety se brýle začaly opět zvětšovat. Zejména sluneční brýle nabývají nyní někdy až „obřích“ rozměrů. Na současném trhu je nepřeberné množství druhů slunečních brýlí, které se dnes navrhuje speciálně i pro různé aktivity. Kromě slunečních brýlí určených pro všeobecné použití jsou nabízeny i speciální brýle pro sportovní aktivity, např. cyklistiku, vodní sporty, lyžování apod. Tyto brýle se vzájemně liší hlavně konstrukcí a tvarem brýlové obruby, ale také i použitím různých filtrů. Hlavní společnou vlastností současných moderních slunečních brýlí je jejich výrazné anatomické prohnutí, které se snaží kopírovat obličej. Tímto tvarem se dosáhne zúžení mezer mezi očnicemi a obličejem, takže nežádoucí parazitní pronikání celého nefiltrovaného spektra k oku je prakticky zcela eliminováno. Zejména při sportu se navíc příznivě projevuje i jejich určitý aerodynamický tvar. Při rychlém proudění okolního vzduchu nedochází k výraznému víření, a proto jsou oči lépe chráněny nejen proti větru, ale i proti dešti nebo sněžení a také proti letícímu hmyzu. V současné době lze říci, že ještě nikdy neměly sluneční brýle z hlediska komplexní ochrany zraku tak ideální styl jako právě nyní.

Moderní sluneční a sportovní brýle se tedy vyznačují výrazným prohnutím a současně poměrně velkými očnicemi. Vidění s prohnutými brýlemi ale probíhá přes šikmo postavené brýlové čočky a tím se navozují přídatné vady zobrazování, zejména astigmatismus šikmých svazků a prismatický účinek. Vady se samozřejmě zvětšují s rostoucími hodnotami dioptrií a se zvětšujícím se prohnutím obruby. Aby bylo zaručeno co nejlepší vidění, musí se nežádoucí vady vypočítat již před vlastní výrobou brýlových čoček. Výroba čoček se potom musí provést s odlišnými dioptrickými hodnotami,



obr. 2 Ztenčené čočky SuperSPORT (+dptr a -dptr) s funkčními a nefunkčními plochami

než které jsou objednány na základě dioptrického předpisu, prakticky s opačnými odchylkami vypočtených vad. Tyto kompenzace se týkají sférických i torických hodnot předpisu a mohou nabývat u silnějších korekcí hodnot až okolo 0,5 dioptrie. Současně se může měnit i osa cylindru torických čoček. Po zabroušení do prohnuté brýlové obruby se navozením výsledného šikmého postavení čoček vzájemně vyruší výrobní kompenzace a zobrazovací vady. Výsledný dioptrický účinek brýlí se potom při přímém pohledu shoduje s dioptrickou hodnotou předpisu. Dále se u tohoto typu brýlí zejména u extrémně zakřivených obrub a současně silnějších dioptrických korekcí vyskytuje určité zkreslení zobrazení. Zčásti lze toto zkreslení eliminovat vhodnou volbou prohnutí optických ploch.



obr. 3 Šikmá poloha při měření decentrovaných čoček SPORT

Tyto čočky jsme začali vyrábět před několika lety a pojmenovali je SPORT. Nejdříve jsme je nabídli očním optikům v poměrně malém rozsahu jen do cca +2 a -2 dioptrií, ve sférickém i torickém provedení a v omezených průměrech. Zaznamenali jsme u našich zákazníků - očních optiků obchodní úspěch. S našimi čočkami jejich zákazníci viděli dobře. Někteří jiní oční optici se ale snažili vyřešit dioptrické korekce do prohnutých brýlí primitivnějším způsobem, objednávali čočky jen s větším prohnutím, ale bez odpovídající kompenzace. Samozřejmě vidění s takovými brýlemi je zatíženo mnoha vadami a zákazníci byli často nespokojeni a u mnoha optiků vznikla obecná nedůvěra k dioptrickým prohnutým brýlím. My jsme naopak na základě kladných ohlasů rozsah postupně zvětšovali až na současný do +4 a -4 dioptrií, a to i v bifokálním provedení. Zvětšily se i dodávané průměry s využitím decentrace optických středů až do ekvivalentu běžného průměru 80 - 100 mm. Od přibližně +4 a více dioptrií nebo v případě potřeby výrazně větších průměrů, než které lze realizovat běžným provedením SPORT, vyrábíme až do +6 a -8 dioptrií ve ztenčeném provedení čočky nazvané SuperSPORT. SuperSPORT mají funkční plochu zpravidla o průměru v rozsahu 60-50mm, který závisí na předepsané dioptrické korekci a rozměrových parametrech obruby. Funkční plocha vyplňuje prakticky celé brýlové očníce a plynule přechází do okrajových nefunkčních ploch, které po zábřusu čočky do konečného tvaru zůstávají patrné jen na vnějších okrajích o šířce cca 5-10mm. U výrazně prohnutých brýlí periferní nefunkční část čoček uživatel prakticky vůbec nevnímá.

Naše firma má k dispozici mnohaleté zkušenosti ve výrobě geometricky tvarově speciálních brýlových čoček, které ve výrobě čoček všech typů SPORT velmi dobře využíváme. Čočky SPORT vyrábíme z mnoha různých materiálů, převažují však plastové. Nejvíce je oční optici objednávají z běžného plastového materiálu CR-39 s indexem lomu 1,50 s různými stupni a odstíny zbarvení podle požadavků svých zákazníků. Zde využíváme velmi dobré

spolupráce s místní firmou OPTIM, která nejenže vyrábí a dodává běžné a některé speciální polotovary pro výrobu plastových čoček, ale je schopna nabídku polotovarů přizpůsobovat i podle našich speciálních požadavků. Dále dodáváme čočky SPORT ve fotochromickém samozabarvovacím hnědém nebo šedém provedení z plastových materiálů TRANSITIONS s indexy lomu 1,50 nebo 1,60 a z minerálních materiálů PBX a PGX. Rovněž jsou k dispozici plastové materiály v polarizačním provedení ve 4 barvách a z minerálních materiálů jsou nejčastěji žádané v šedo zeleném zbarvení všeobecně označovaném jako „Ray Ban“. Každý materiál má své určité výhody i nevýhody, proto správný výběr záleží hlavně na komunikaci oční optika se zákazníkem.

Zpočátku jsme vyráběli výrazně prohnuté čočky se zakřivením optických ploch, které bylo zvoleno kompromisem mezi jakýmsi statisticky stanoveným „běžným poloměrem prohnutí“ brýlové obruby a požadovanou dioptrickou korekcí. Dnes však téměř ve 100 % případů navrhujeme a vyrábíme čočky individuálním způsobem do konkrétní obruby pro konkrétního zákazníka. Na základě rozměrových parametrů prohnuté obruby, kterou nám zašle oční optik společně s objednávkou dioptrické korekce a údajem pupilové vzdálenosti budoucího uživatele, se provádí individuální návrh zakřivení optických ploch, minimalizace výsledné tloušťky čoček a přesná kompenzace nežádoucího astigmatismu a prismatického účinku. Tímto opatřením se dosáhne optimálního výsledku. Brýlové čočky SPORT jsou přesně dioptricky zkompenzovány, po zabroušení v obrubě dobře drží a tímto způsobem zhotovené brýle i nejlépe vypadají. Úspěšné zabrušování výrazně prohnutých čoček do konečného tvaru je poměrně složitá operace. Kromě samozřejmého předpokladu vhodného dílenského vybavení velmi záleží také na důvtipu a zkušenosti pracovníků, kteří tuto činnost provádějí, neboť každá objednávka je vlastně originální a k jejímu vyřizování se musí přistupovat tak, aby se povedla napoprvé. To vyžaduje velmi dobrou týmovou spolupráci počínající už optimálním návrhem čoček.

Povrchy čoček také podle přání zákazníka zušlechťujeme pomocí různých způsobů tvrzení, barvení a nanášením antireflexních nebo zrcadlových vrstev a hydrofobních povrchů. Navíc většinu originálních úprav, které jsou na původních bezdioptrických filtrech v zaslaných brýlích, jsme schopni poměrně dobře napodobit. Různými kombinacemi úprav dosahujeme různých požadovaných vlastností pro různé aktivity, pro pobyt v městském prostředí, na horách, na sněhu nebo na vodní hladině i v extrémních světelných podmínkách. Nabízíme řešení pro řidiče, pro piloty, pro hráče golfu, apod.

Naše kompletní nabídka je k dispozici u většiny očních optiků. Široká nabídka sice umožňuje vytvořit mnoho kombinací, ale někdy je pro oční optika složitě vybrat neoptimálnější řešení. V těchto případech samozřejmě poskytujeme informační a poradenskou službu. Do budoucna chceme čočky SPORT ještě dále vylepšovat a rozšiřovat jejich nabídku, abychom zajistili pro zákazníky očních optiků nejen hezké, ale i po všech funkčních stránkách dokonalé sluneční brýle s dioptrickou korekcí.

Vladimír Pavlas
Jiří Brožek

Optika a Přesná mechanika na Fakultě strojní ČVUT v Praze

Článek poskytuje přehled o výuce a aktuální vědeckovýzkumné činnosti pracovníků Odboru přesné mechaniky a optiky Ústavu přístrojové a řídicí techniky Fakulty strojní ČVUT v Praze.

Výuka přesné mechaniky a optiky má na Fakultě strojní ČVUT dlouholetou tradici, zaměřenou především na návrhy a realizace různých typů optomechanických přístrojů a zařízení. Počátky výuky tohoto oboru na ČVUT jsou spjaty se jménem prof. Hajna, známým konstruktérem letadel a leteckých přístrojů, který v roce 1951 založil obor přesné mechaniky a optiky v rámci tehdejší katedry obráběcích strojů Fakulty strojního inženýrství ČVUT. Od té doby tento obor na ČVUT vystudovalo více než tisícovka úspěšných studentů.

Oblast odborného zájmu našeho pracoviště se postupně vyvíjela a rozšiřovala o nové technické prostředky a technologie aplikované na konstrukci jemněmechanických, optických, metrologických a speciálních přístrojů. Vývoj konstrukce a možnosti aplikací uvedených typů přístrojů výrazně ovlivnil nástup mikroelektroniky na přelomu 80. a 90. let minulého století, a proto bylo nutné obsah studia oboru zásadně modernizovat. To bylo realizováno v roce 1998 založením Ústavu přístrojové a řídicí techniky na Fakultě strojní ČVUT spojením stávajících kateder Přesné mechaniky a optiky, Automatického řízení a Elektrotechniky a zavedením magisterského studijního oboru Přístrojová a řídicí technika. V rámci tohoto oboru se studenti naučí nejen konstrukci a technologii optomechanických přístrojů, ale také získají znalosti o řídicích prvcích celého přístrojového systému, pohonech, aktuátorech, detektorech, jejich elektronickém zapojení a zpracování naměřených dat. Tento obor tak vychovává absolventy s výraznými mezioborovými znalostmi uplatnitelnými v širokém spektru oblastí techniky.

VÝUKA REALIZOVANÁ ODBOREM PŘESNÉ MECHANIKY A OPTIKY

Obsahem výuky na odboru seznamujeme studenty s aktuálním stavem techniky v oblasti optiky, optomechanických přístrojových prvků, celků a různých typů měřicích metod. To je podpořeno modernizační laboratorní vybavení, například v rámci projektu

FRVŠ, a také soustavnou aktualizací obsahu přednášek jednotlivých předmětů. V rámci aktualizace naší výuky jsme zavedli nový předmět Nanotechnologie, vyučovaný od školního roku 2004/2005. Při studiu tohoto předmětu se studenti seznámí s významem a rozsahem tohoto pojmu, rozšíří své znalosti o fyzice a zákonitostech hmoty na atomové a molekulární úrovni, seznámí se s možnostmi výroby různých typů nano a mikrostruktur, způsoby jejich měření včetně možnosti jejich aktuálního použití a předpokladů dalšího vývoje tohoto oboru v blízké budoucnosti. Některé specializované přednášky jako například o nanomateriálech na bázi uhlíku, nanokompozitech nebo výrobě některých nanostruktur jsou realizovány ve spolupráci se členy Českého nanoteamu. Vzhledem



Holografická laboratoř

k finanční náročnosti vybavení pro realizaci nanotechnologií jsou cvičení tohoto předmětu realizována formou exkurzí na různá pracoviště, například do Fyzikálního ústavu AV ČR, Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR, firmy Optaglio a dalších. Studenti tak mají možnost prakticky se seznámit se zařízeními, jako jsou AFM, STM mikroskop, elektronový litograf, CVD technologiemi výroby nanostruktur a dalšími ukázkami využití nanotechnologií. Význam a kvalita tohoto oborového předmětu je podtržena tím, že výuka předmětu byla zařazena na žádost tutora i do studijního plánu oboru Materiálové inženýrství. Kromě toho si studium předmětu každoročně dobrovolně vybírá také řada studentů dalších studijních oborů vyučovaných na ČVUT.

Mezioborový charakter obsahu výuky přesné mechaniky a optiky a přístrojové techniky obecně vedl ke spolupráci na nově založeném oborovém studiu Biomedicínské a rehabilitační inženýrství, v rámci kterého garantujeme výuku specializace Lékařské a rehabilitační techniky, akreditované od školního roku 1995/1996. Studium tohoto oboru získají absolventi znalosti o lékařských přístrojích, jejich konstrukci a použití, numerické simulaci různých biologických systémů a samozřejmě nezbytné znalosti z anatomie, biofyziky, biomechaniky a dalších předmětů vyučovaných ve spolupráci s 2. LF UK.



Holografický stůl



Optická lavice

Absolventi tohoto oboru pak nacházejí dobré uplatnění ve firmách zabývajících se vývojem a výrobou různých lékařských přístrojů, nástrojů a zařízení, ale také v klinické praxi při jejich obsluze.

Z důvodu posunu priorit Ministerstva školství ČR od magisterské formy studia k bakalářskému studiu jsme i my od letošního školního roku pozměnili výuku našeho oboru směrem k bakalářskému studiu. V současné době jsou základy oboru přesné mechaniky a optiky přednášeny v bakalářském studiu oborového zaměření Informační a automatizační technika, kde se vedle základů klasické strojařiny studenti naučí také specifika konstrukce přístrojů v předmětech: Konstrukce přístrojů, Technologie přístrojové techniky, Elektrická měření a diagnostika, Programovatelné systémy automatického řízení, Optika, Aplikovaná optika a v dalších. Zájemci o další studium pak mohou pokračovat magisterským studijním oborem Přístrojová a řídicí technika, v rámci kterého získají hluboké teoretické a praktické znalosti v oboru v předmětech: Teorie konstrukce přístrojů, Teorie automatického řízení, Mikroelektronika, Optoelektronické systémy, Vlnová optika, Holografie, Nanotechnologie, Speciální technologie a dalších. Nadaní studenti pak mohou pokračovat v doktorském studiu v zaměření Přesná mechanika a optika jako součást od letošního roku nově akreditovaného doktorského studijního oboru Konstrukční a procesní inženýrství. V současné době tuto naši specializaci studuje 11 interních doktorandů a dva doktorandi v dálkovém studiu. Témata řešených doktorských prací pak často souvisí s řešením našich grantových projektů a s možností zahraničních stáží. Nicméně preference bakalářské formy studia a mezioborový charakter oboru přístrojové techniky nás vedly ke spolupráci na přípravě dalších bakalářských studijních oborů. V souvislosti s naší předchozí zkušeností s výukou optiky pro bakalářské studium oboru Optiky a optometrie pro 2. LF UK budeme spolupracovat na výuce stejnojmenného oboru nově akreditovaného na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT. Dále připravujeme výuku předmětu Optomechanické informační systémy pro nově vznikající bakalářský obor Inženýrská informatika nebo předměty Optika v tekutinách, Optoelektronika, Přístrojové systémy a další pro bakalářský obor Inženýrská hydro a aerodynamika. Bohužel i přes tyto snahy šířit znalosti v oborech optiky a přesné mechaniky po čerstvých absolventech technických oborů nepokrývá počet našich absolventů potřeby firem a institucí, které by je rády zaměstnaly. To bohužel souvisí s trvale se snižujícím zájmem o studium strojínského inženýrství v Praze obecně, protože za poslední desetiletí zde zmizely prakticky všechny větší průmyslové podniky.

VĚDECKOVÝZKUMNÁ ČINNOST NA ODBORU PŘESNÉ MECHANIKY A OPTIKY

Náš obor přesné mechaniky a optiky se však nespolehá pouze na výuku studentů, ale realizujeme i vlastní vědeckovýzkumné projekty, které nám v důsledku pomáhají zvyšovat kvalitu naší výuky. Často také spolupracujeme s dalšími institucemi a univerzitami na konstrukci speciálních přístrojů a zařízení pro různé účely.

V současné době velmi úzce spolupracujeme s Jihočeskou univerzitou a společností ENKI o.p.s. V rámci této grantové spolupráce jsme řešili numerické modelování, optimalizaci a návrh optických rastrů na bázi Fresnelových čoček pro experimentální skleník a produkci řas. V rámci tohoto projektu byla také vytvořena testovací aparatura pro měření, výrobu, pohon a seřizování těchto fasádních systémů. Během navazujícího grantového projektu pak byla vyvinuta GPRS řízená vzducholoď určená k systematickému monitorování stability biologických systému ve volné krajině ve viditelném a IR oboru spektra.

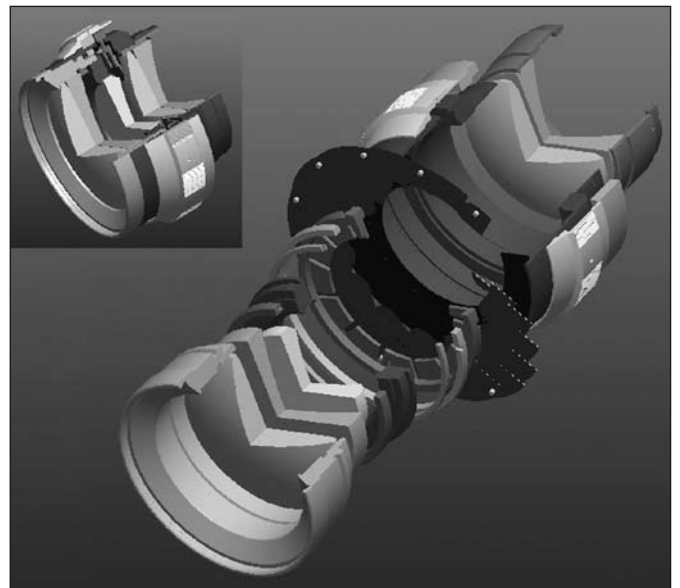
Další dlouhodobá úspěšná spolupráce podpořená několika grantovými projekty je navázána s Ústavem termomechaniky AV ČR. V rámci této spolupráce jsme vyvíjeli několik optických systémů pro měření vlastností tekutin, jako například zdrojovou i detekční část optického zařízení pro měření kondenzace v rázové trubici, zařízení pro optické měření povrchového napětí přechlazené kapaliny, zařízení pro určování velikostí a počtu zárodečných kavitačních bublin a další. Pro Ústav termomechaniky je také řešena problematika vyhodnocování měření elektronické speckle holografie v rámci dokončované disertační práce naší studentky doktorského studia. V současné době s Ústavem termomechaniky spolupracujeme na dvou grantových projektech a i nadále pokládáme tuto spolupráci za velmi perspektivní.

Dalším příkladem naší spolupráce na vývoji systémů pro ústavy Akademie věd může být vývoj a realizace Moiré interferometru pro vyhodnocování napětí a deformace vzorků konstrukcí budov pro Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR nebo návrh a konstrukce derotátoru pro sluneční spektrograf Astronomického ústavu AV ČR.

Naše spolupráce se však neomezuje pouze na ústavy Akademie věd. Realizovali jsme například návrh, konstrukci a výrobu slunečního koronografu pro hvězdárnu ve Valašském Meziříčí, navrhli jsme nové konstrukční řešení nástroje pro leštění laserových tyčí pro firmu Crytur s.r.o., vyřešili jsme rozšíření použití běžného digitálního fotoaparátu pro záznam i v blízké IR oblasti pro firmu Lavet s.r.o. a další projekty.

V oblasti bioinženýrství dlouhodobě spolupracujeme například s 2. LF UK na problematice zařízení a technologií pro tvorbu scaffoldů náhrad biologických tkání a jejich stimulované osidlování nebo s Fyziologickým ústavem AV ČR na vývoji LED zdroje pro fluorescenční mikroskopii.

Na uvedených projektech se podílejí také studenti zejména magisterského a doktorského studia našeho oboru a jejich práce a dosažené výsledky jsou obecně velmi kladně hodnoceny.



Řez dalekohledem

Do tématu našich vědeckovýzkumných projektů také zapadá naše dlouhodobá spolupráce na projektech CERN ve Švýcarsku. Naše pracoviště je zapojeno do řešení projektu COMPASS, v rámci kterého jsme spolupracovali na výrobě a stavbě zrcadlové stěny detektoru RICH. V současné době spolupracujeme na konstrukci a realizaci mechanické justáže zrcadlového systému optického rezonátoru v rámci projektu OSQAR. Bohužel řešení tohoto projektu, realizovaném na dvou záložních supravodivých magnetech okruhu LHC, je postiženo nedávnou havárií startu LHC a také neudělením grantového projektu GA ČR. I přes tyto komplikace doufáme v úspěšné pokračování spolupráce na projektech přímo v CERN, kde dva naši doktorandi již úspěšně dokončili řešení svých disertačních prací.

ZÁVĚR

Obor přesné mechaniky a optiky na Fakultě strojní ČVUT v Praze je již tradičním oborem studia s širokým mezioborovým

dosahem. Obsah výuky oboru odráží současné poznatky vědy a techniky a zprostředkovává tak studentům aktuální informace a dovednosti uplatnitelné v jejich konstrukční, výzkumné nebo i vědecké práci. Odbor přesné mechaniky a optiky snad již překonal personální krizi danou věkem pedagogů a odchodem perspektivních pracovníků v průběhu 90. let 20. století a má perspektivu ke svému dalšímu rozvoji. Tu realizujeme posunem výuky od čistě oborového magisterského studia k výuce základů oboru v bakalářském studiu a rozšíření znalostí zájemců o studium v navazujícím magisterském nebo i doktorském studijním programu. Perspektiva studia našeho oboru pro studenty spočívá nejen v komplexnosti získaných znalostí a dovedností, včetně možností zahraničních stáží, ale také v trvalé poptávce po našich absolventech ze strany různých firem nebo výzkumných institucí. Bylo by však vhodné, kdyby zájemci o naše absolventy projevovali svůj zájem nejen dotazy nebo návrhy témat diplomových prací, ale především dlouhodobými formami spolupráce výhodnými pro obě strany.

Ing. Jan Hošek, Ph.D., Fakulta strojní ČVUT, Ústav přístrojové a řídicí techniky, Technická 4, 166 07 Praha 6, tel.: 420-224 352 552

Z dílny starých mistrů

(35. pokračování)



- Prášek k rychlému postříbření kovových předmětů sestává z 15 dílů dusičnanu stříbrného, 200 dílů mořské soli, 100 dílů nejjemnější bílé mouky a 600 dílů destilované vody.
- K poniklování slouží roztok 250 g síranu nikelnatého-amonného a 250 g salmiaku v 1 l vody spolu s čistými, tukuprostými železnými třískami, nejlépe soustružnickými. Předměty z mosazi nebo z mědi, vložené do této vařící směsi, se potáhnou tenkou vrstvou niklu, která podle Buchnera snáší leštění.
- Galvanické niklování vyžaduje podle Kochena lázeň tvořenou 1 litrem vody, 40 g kysličníku nikelnatého a 2 g kyseliny citrónové. Na každý dm^2 niklované plochy má být proudová zátěž 0,3 A při napětí 4 V.
- Pomědit hliník lze podle postupu prof. Neesena tak, že hliníkový předmět se nejdříve ponoří do hydroxidu sodného (žíravý nutron) na dobu, kdy začnou vystupovat plynové bubliny, signalizující působení louhu na kov. Poté se předměty bez oplachu uloží do roztoku 5 g chloridu rtuťnatého na 1 l vody po dobu několika minut, opláchnou se a znovu ponoří do hydroxidu sodného a následně se pak zavěsí do stříbrné lázně. Na vzniklém pevném stříbrném povlaku lze potom vytvořit v cyankaliové lázni měďnatý povlak, který se dá podle podobných postupů pomědit. Měďnou vrstvu pak lze leštit. Podle údajů Langbeina je tento postup osvědčený.
- Burgess a Hambuschen hliník nejdříve pozinkují v kyselé zinkové lázni s přídatkem 1 % kyseliny fluorovodíkové. Potom vzniklý povlak pomědí.
- Podle Göttiga se na hliníkových předmětech vytvoří povlak mědi třením roztoku modré skalice s cínovým práškem a plavenou křídou. Povlak cínu se získá roztokem chloridu zinečnatého-amonného.
- Poniklované předměty se žlutým nádechem se osvěží tímto způsobem: k 50 dílům rektifikovaného líhu se přidá 1 díl kyseliny sírové. Do tohoto roztoku se předměty, určené k osvěžení, ponoří na dobu 10 - 15 vteřin, potom se opláchnou a na krátkou dobu dají do líhu. Osuší se v pilinách nebo měkkým plátnem. Takto ošetřené předměty mají vzhled jako nové a jejich odolnost vůči otěru neutrpí.
- Lázeň pro nové stříbro se připraví tak, že nové stříbro se rozpustí v kyselině dusičné, kyanidem draselným se vysráží a přebývající tekutina se odleje. Usazenina se znovu rozpustí v silném roztoku kyanidu draselného a je připravena k použití, když se smísí s dvojnásobným množstvím vody.
- K pomědění malých železných a ocelových předmětů – tzv. pomědění ponořováním se s výhodou jako tekutina používá roztok tohoto složení: 1 litr vody, 20 g modré skalice a 25 g kyseliny sírové. Kyselina sírová se dodává až nakonec postupně v malých množstvích, aby se zabránilo nežádoucímu intenzivnímu zahřívání. Roztok se však používá studený, tak lépe pracuje. Horké roztoky vyvolávají rychle usazeninu mědi na železe nebo oceli a měď se brzo setře. Při manipulaci s roztokem je výhodné používat kamenné nádoby. Předměty – je-li to možné, mají být při procesu zavěšeny na drátech. K dosažení lesklého měďného povlaku je u železných a ocelových předmětů nutná lesklá plocha. Samozřejmě roztok pracuje stejně na matném povrchu, jako na lesklé ploše.

Využití Shack-Hartmannova senzoru pro měření kvality obrazu optických soustav

ÚVOD

Těžisko využití Shack–Hartmannova senzoru spadá v současnosti zejména do oblastí adaptivní optiky, případně měření parametrů laserových svazků. Méně se využívá jako alternativa k interferometrickým měřením. V článku je ukázáno, že v některých případech je výhodné využít Shack–Hartmannova senzoru pro měření kvality obrazu optických soustav.

Princip Shack–Hartmannova senzoru je dostatečně známý. Je tvořen maticí mikročoček, které po průchodu analyzované vlnoplochy vytvoří v ohniskové rovině matici obrazových bodů. Tvar vlnoplochy lze pak zrekonstruovat ze změny polohy těchto bodů vzhledem k nominální poloze.

Výhody, které Shack–Hartmannův senzor přináší, jsou:

- malé rozměry
- při měření není třeba současná přítomnost referenční vlnoplochy

Z uvedených výhod přímo plynou výhody další, a to:

- poměrně jednoduchá optická sestava
- široký spektrální rozsah, omezený v praxi pouze spektrální citlivostí použité CCD kamery

Nevýhody:

- nižší prostorové rozlišení oproti interferometru

VYUŽITÍ SHACK-HARTMANNOVA SENZORU PRO MĚŘENÍ KVALITY OBRAZU OPTICKÝCH SOUSTAV

Šířeji využívaná objektivní kritéria kvality obrazu jsou zejména:

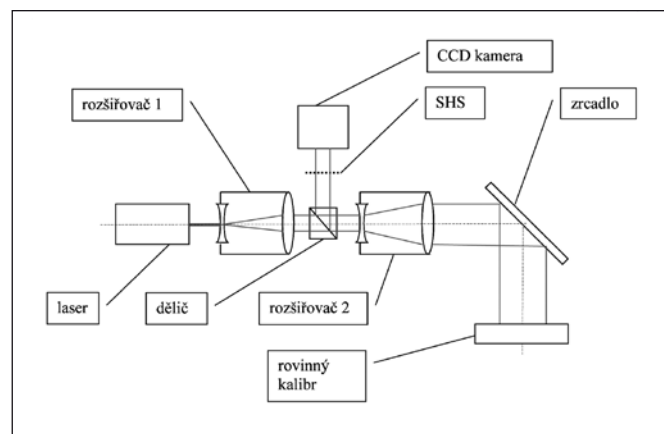
- MTF (funkce přenosu modulace)
- PSF (funkce obrazu bodu)
- vlnová aberace, resp. veličiny P-V, RMS a power

Ačkoliv uvedená kritéria spolu matematicky jednoznačně souvisí, nejsou stejně vhodná pro všechny aplikace. Kriteriu MTF se obecně dává přednost při specifikaci požadavků na optické soustavy pracujících v širším oboru spektra a v případech zobrazení zorného pole s proměnnou kvalitou. Měření se většinou provádí pomocí Fourierovy analýzy obrazu bodu (PSF) vytvořeného optickou soustavou. Pomocné optické soustavy musí mít aberace podstatně menší než jsou aberace měřeného vzorku.

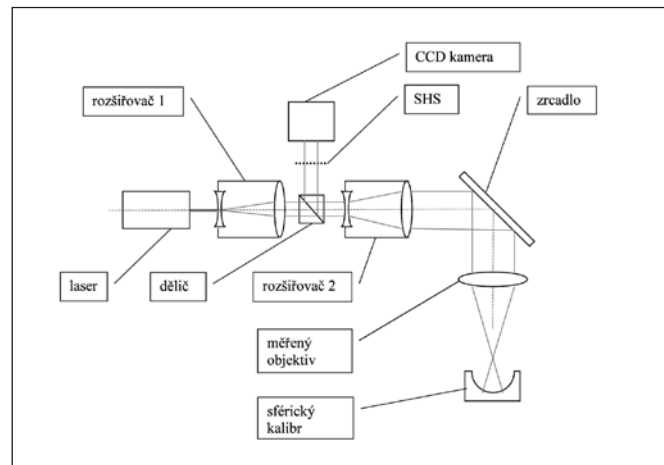
Naopak v případě optických soustav určených pro zobrazení malého zorného pole v monochromatickém světle se dává přednost charakteristice kvality obrazu pomocí vlnové aberace. Korekční stav takových soustav bývá velmi blízký fyzikálnímu limitu a zbytkové aberace se pohybují ve zlomcích vlnové délky. Typickým příkladem jsou optické soustavy pro laserovou optiku používané např. v polovodičovém průmyslu. Z důvodu zvyšujících se požadavků na rozlišení se pracovní vlnové délky těchto optických soustav posouvají stále více do krátkovlnné (ultrafialové) oblasti spektra. V těchto případech je vhodné ke kontrole kvality obrazu použít Shack–Hartmannův senzor právě z důvodu snadného přizpůsobení pracovní vlnové délce měřené optické soustavy. Náhrada komerčním interferometrem pracujícím s vlnovou délkou 633 nm nebývá vhodná zejména v případech, kdy součástí specifikace je i požadavek na kolimaci, resp. polohu obrazové roviny (vyjádřené hodnotou „power“). Další nevýhodou použití klasického interferometru je možnost vzniku parazitních reflexů od vnitřních ploch měřené soustavy, které vyhodnocení interferogramu často

znemožňují. Pomocné optické soustavy mohou přitom mít vlastní aberace srovnatelné s měřeným vzorkem neboť kalibrační měřicí sestavy je možno vliv těchto aberací vyloučit.

Základní sestava pro měření vlnové aberace objektivu, který zobrazuje předmět z nekonečna, je na obrázku 1a (sestava pro kalibraci systému) a 1b (sestava pro měření).



Obr. 1a – kalibrace

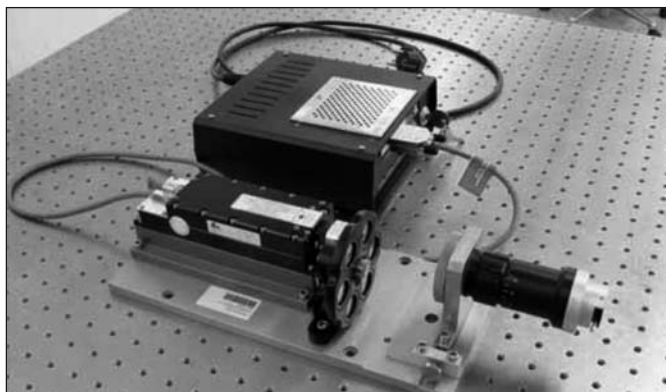


Obr. 1b – měření

Laserový svazek je rozšiřovačem 1 rozšířen na průměr čipu použité CCD kamery a po průchodu děličem dále rozšířen na průměr vstupní pupily měřeného objektivu. Zalamovací zrcadlo slouží k nastavení obrazového úhlu. Kalibrační pomocí rovinného zrcadla (obr. 1a) se vyloučí vliv aberací pomocných zobrazovacích prvků. Při měření (obr. 1b) je v obrazové rovině měřeného objektivu umístěn sférický kalibr, který odráží laserový svazek zpět přes dělič na Shack–Hartmannův senzor a čip CCD kamery. Dvojnásobek vlnové aberace, kterou je svazek zatížen po dvojnásobném průchodu měřenou optickou soustavou, způsobí změnu polohy obrazových bodů příslušejících jednotlivým mikročočkám senzoru a software z tohoto posuvu vyhodnotí vlnovou aberaci měřené optické soustavy.

Kromě vlnové aberace umožňuje software vyhodnocovat také parametry PSF a MTF.

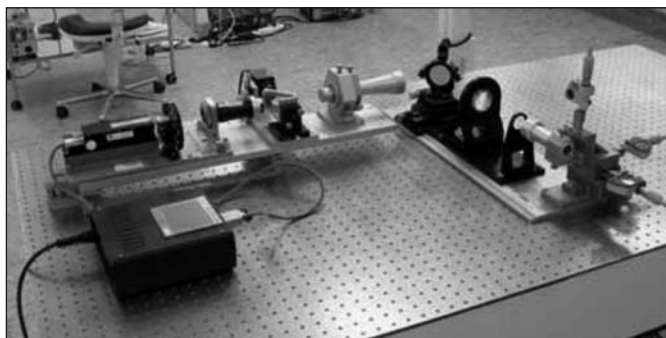
Systém je stavěn modulárně tak, aby výměnou laserového zdroje a rozšiřovačů svazku ho bylo možno rychle přizpůsobit požadavkům měření. Příklad laserového zdroje 266 nm s filtrovým karuselem a rozšiřovačem svazku je na obr. 2.



Obr. 2

Technické parametry zařízení jsou:

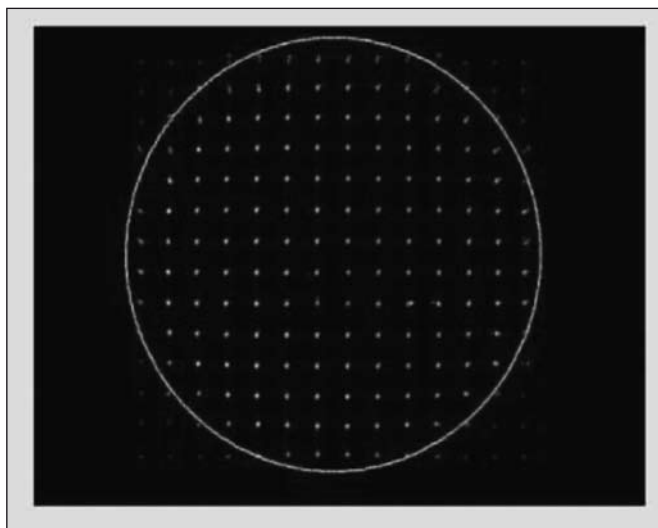
výrobce Shack–Hartmannova senzoru:	Flexible Optical, B.V.
typ:	APO-Q-P300-F40
materiál:	fused silica
ohnisková vzdálenost mikročoček:	40 mm
tvar mikročoček:	pravoúhlý 300 x 300 μm
rozsah vlnových délek:	266 \div 830 nm
max. optický průměr:	30 mm
software:	ČVUT Praha, Fakulta stavební, katedra fyziky



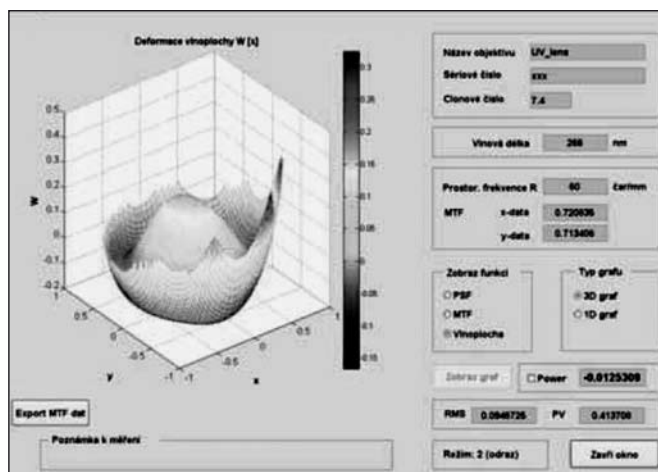
Obr. 3

Na obr. 3 je fotografie sestavy měření podle schématu 1b s laserem s vlnovou délkou 266 nm při měření na optické ose.

Příklad videovýstupu CCD kamery po sejmutí obrazových bodů při měření je na obr. 4. Zelené křížky odpovídají těžištům obrazových bodů Shack–Hartmannova senzoru při kalibraci. Odpovídající vlnová aberace je pak na obr. 5.



Obr. 4



Obr. 5

ZÁVĚR:

Použití Shack–Hartmannova senzoru pro vyhodnocení kvality obrazu optických soustav se jeví jako velmi vhodné v případech optických soustav s malými aberacemi a zejména v případech, kdy pracovní vlnová délka se významně liší od vlnové délky 633 nm, kterou používá většina komerčně dostupných interferometrů.

Dosažené výsledky a článek, byly získány díky podpoře MŠMT v rámci projektu 1M06002.

RNDr. Milan Vraštil, Meopta-optika, s. r. o., Přerov, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov

Antireflexní vrstvy pro barvodělicí hranolové soustavy

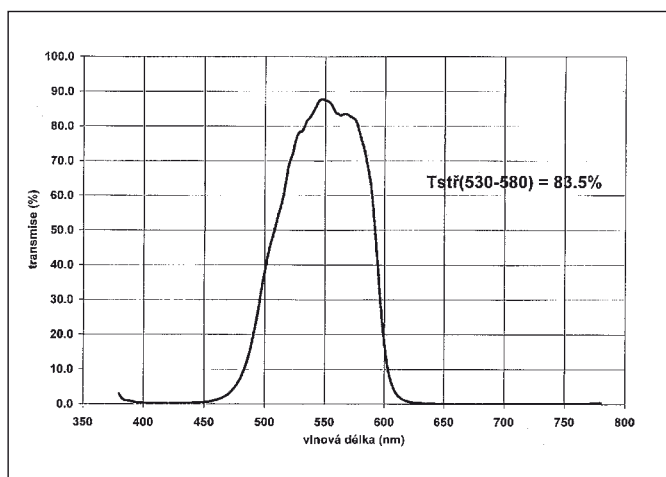
Digitální projektory používají hranolové soustavy k vyčlenění barevných R,G,B složek z bílého světla zdroje. Propustnost barvodělicích hranolů musí být co nejvyšší, a proto je nutné minimalizovat jejich energetické ztráty. Z hlediska ztrát energie existují tři kritická místa: sklo, dichroické filtry a antireflexní vrstvy. Optimální antireflexní vrstvy musí mít nejen nízké hodnoty reflexe, ale i nízké hodnoty celkových ztrát energie ve vrstvách.

Klíčová slova: antireflexní vrstvy, barvodělicí hranolové soustavy, digitální projektory, energetické ztráty

1. BARVODĚLICÍ HRANOLOVÉ SOUSTAVY DIGITÁLNÍCH PROJEKTORŮ

Barvodělicí hranolová soustava tvoří základní optickou část digitálních projektorů využívajících 3 čipovou DLP technologii (Digital Light Processing) firmy Texas Instruments [1]. DLP projektory se vyznačují vysokým světelným tokem ($10^3 - 10^4$ lm), kvalitními barvami a vysokým kontrastem. Oblast jejich použití je značně široká a sahá od domácích a přenosných projektorů (1500 – 3000 lm), konferenčních projektorů (5000 lm), přes přístroje pro komerční účely (do 10 000 lm), až po sálovou filmovou projekci v technologii DLP Cinema (nad 10 000 lm) [2].

DLP technologie využívá barvodělicí soustavu k získání tří základních barevných složek – červené (R), zelené (G) a modré (B) – vyčleněných při průchodu bílého světla zdroje hranolovou soustavou. Odrazem na dichroických filtrech (R a B), nanesených na příslušné plochy hranolů technologií tenkých vrstev, se získají složky červená a modrá. Prošlé světlo vytvoří složku zelenou. Ostatní funkční plochy jsou opatřeny antireflexními vrstvami. Hranoly jsou bodově tmeleny se vzduchovou mezerou 10^{-2} mm do dvou částí – barevné (RGB) a osvětlovací (TIR) – jež dohromady tvoří barvodělicí hranolovou soustavu. Jednotlivé barevné složky dopadají po průchodu hranoly na DMD čipy (Digital Micromirror Device) pokryté až 2×10^6 stavitelných mikrozrcátek, od kterých se světlo odráží buď zpět do soustavy a projekčního objektivu nebo mimo objektiv. Počet výkyvů mikrozrcátek za sekundu ($10^3 - 10^4$) je pak tím faktorem, který ovlivňuje velikost barevných složek (RGB) vytvářejících obraz.



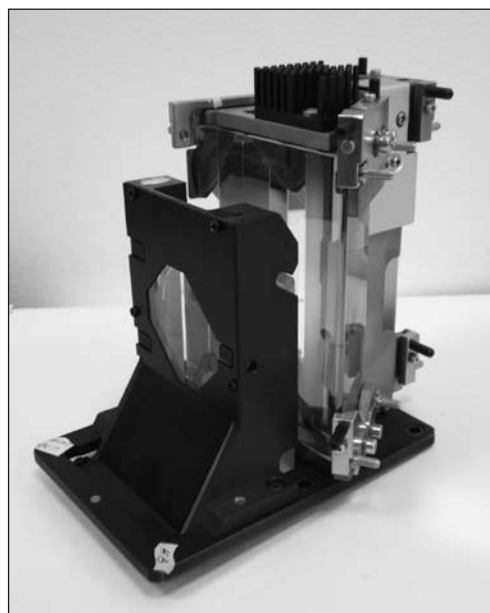
Obr. 1 Spektrální propustnost G kanálu původní hranolové soustavy pro oblast 4500 lm

Mezi důležité charakteristiky hranolových soustav patří křivky spektrální propustnosti jednotlivých barevných kanálů, zejména zeleného G kanálu, který zahrnuje pro lidské oko nejcitlivější oblast středu spektra – obr. 1. Jeho levou hranu tvoří náběžná hrana modrého B filtru v oblasti 500 nm a pravou pak hrana červeného R filtru v okolí 600 nm. Pásmo vysoké propustnosti ve středu spektra závisí, pro daná skla, nejen na složení pásem propustnosti obou filtrů, ale také na propustnosti antireflexních vrstev.

Význam barvodělicí hranolové soustavy spočívá v tom, že formuje primární světelný tok i barevné podání světla projektoru. Vyznačuje se maximální možnou propustností a dokonalým vydělením barevných složek. Z hlediska energetických ztrát je proto nutné věnovat pozornost kritickým místům soustavy, kterými jsou: hranolová skla, dichroické filtry a antireflexní vrstvy.

2. BARVODĚLICÍ HRANOLOVÉ SOUSTAVY FIRMY MEOPTA-OPTIKA, s. r. o.

Mezi výrobce barvodělicích hranolových soustav patří řadu let i Meopta-optika, s. r. o. zhotovující mj. hranolové soustavy DLP projektorů pro oblast 4500 lm – obr. 2. Soustavy navržené pro nízkoindexová skla typu N-BK7 charakterizuje křivka spektrální



Obr. 2 Barvodělicí hranolová soustava DLP projektoru

propustnosti G kanálu podle obr. 1 se střední hodnotou propustnosti T_{STR} (530 – 580 nm) = 83,5 %. Dichroické filtry (B a R), obsahující 18 a 24 vrstev, jsou zhotoveny v technologii TiO_2/SiO_2 na vakuové aparatuře Syrus Leybold s APS zdrojem. V případě antireflexních vrstev se jedná o šestinasobné systémy v technologii TiO_2/MgF_2 zhotovené na BAK 760 Balzers s elektronovým dělem.

V průběhu roku 2008 byl řešen požadavek zákazníka na zkvalitnění stávajících barvodělicích hranolových soustav, které by pro daná hranolová skla a světelný zdroj umožnily dosáhnout světelný tok 5000 lm. Řešení spočívalo v kombinaci strmějších dichroických filtrů (B a R) s vyššími pásmy propustností a dokonalejších antireflexních vrstev přizpůsobených pro energeticky neúčinnější dopadové úhly. K získání antireflexních vrstev poskytujících vyšší propustnost bylo nutné změnit vysokoindexový materiál vrstev.

3. ANTIREFLEXNÍ VRSTVY PRO BARVODĚLICÍ HRANOLOVÉ SOUSTAVY

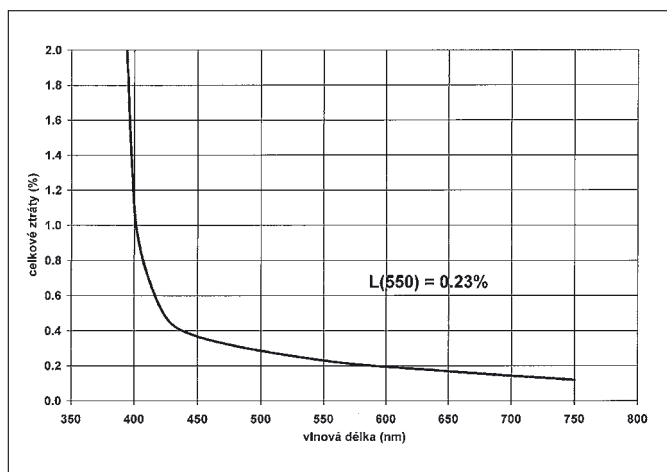
Antireflexní vrstvy pro hranolové soustavy projektorů se zvýšeným světelným výkonem se musí vyznačovat nejen malými hodnotami zbytkové reflexe, ale i malými ztrátami energie ve vlastním systému vrstev.

Nalezení technologie výroby antireflexních vrstev uvedených vlastností je podmíněno zvládnutím techniky zjišťování jejich celkových ztrát (tj. absorpce a rozptylu). V rámci vývoje dokonalejších antireflexních vrstev bylo použito zjišťování celkových ztrát ze vztahu odvozeného z teorie vícenásobných odrazů energie na neabsorbující skleněné planparalelní destičce s absorbující vrstvou, a to pomocí měřených hodnot transmise, reflexe ze strany vrstvy a reflexe ze strany skla. Vztah pro celkové ztráty antireflexní vrstvy L_{AR} lze psát např. ve tvaru [3]:

$$L_{AR} = 1 - R_{m\check{e}r(AR)} + (T_{m\check{e}r}^2 R_G - T_{m\check{e}r} T_G) / (1 - R_G (2 - R_{m\check{e}r(G)})), \text{ kde}$$

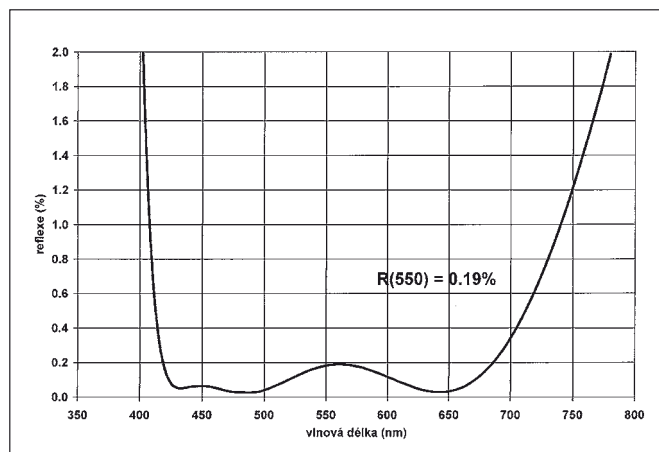
$T_{m\check{e}r}$ – měřená transmise vzorku,
 $R_{m\check{e}r(AR)}$ – měřená reflexe vzorku ze strany antireflexní vrstvy,
 $R_{m\check{e}r(G)}$ – měřená reflexe vzorku ze strany skla,
 T_G – transmise rozhraní vzduch-sklo,
 R_G – reflexe rozhraní vzduch-sklo.

Metoda vyžaduje správné a přesné měření transmise i reflexe. Jako nejproblematičtější se ukázalo měření transmise na spektrálních fotometrech Perkin Elmer Lambda 950 a Perkin Elmer 900, které bylo nutné doplnit srovnávacím měřením pomocí laseru 532 nm. Naproti tomu vyšší kvalitu poskytovalo měření reflexe pomocí přípravku URA na Perkin Elmer Lambda 950. Vzorky antireflexních vrstev byly napařeny na rovinné, planparalelní a neabsorbující skleněné podložky z křemenného skla Lithosil Q2.



Obr. 3 Celkové ztráty šestinasobné AR vrstvy v technologii TiO_2/MgF_2

Pomocí opakovaných a srovnávacích měření byl uvedenou metodou získán spektrální průběh celkových ztrát L_{AR} šestinasobné antireflexní vrstvy zhotovené ve standardní technologii TiO_2/MgF_2 , který spolu s průběhem její spektrální reflexe R_{AR} znázorňují obr. 3 a 4. Vyplývá z nich, že součet celkových ztrát a zbytkové reflexe, o který je zmenšena transmise antireflexní vrstvy, činí v tomto případě pro střed spektra 0,42 %.



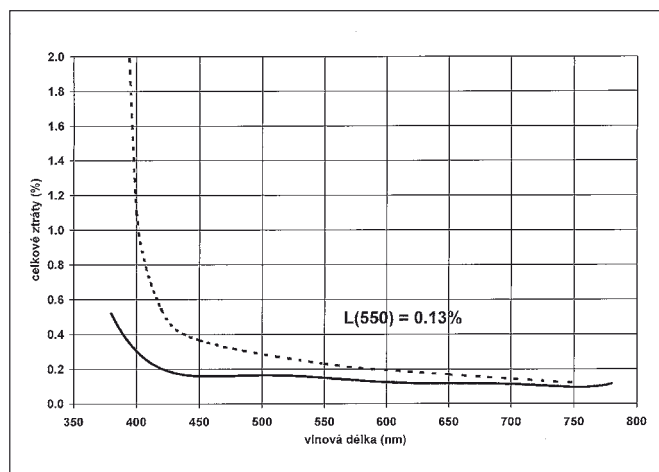
Obr. 4 Reflexe šestinasobné AR vrstvy v technologii TiO_2/MgF_2

V rámci získání antireflexních vrstev s vyšší propustností byla navržena technologie Ta_2O_5/MgF_2 , a to z následujících důvodů:

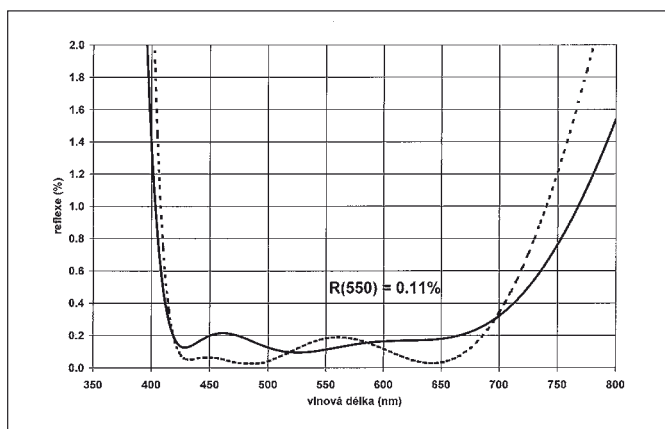
- dobrá zkušenost s malou absorpcí tenkých vrstev Ta_2O_5 ve viditelné části spektra,
- relativně větší rozdíl hodnot indexů lomu obou materiálů (důležité pro získání dostatečně kvalitního a širokého antireflexního pásma),
- značná odolnost systémů vrstev obsahujících tenké vrstvy Ta_2O_5 .

Šestinasobné antireflexní vrstvy zhotovené novou technologií poskytovaly menší hodnoty celkových ztrát dle obr. 5 s křivkou spektrální reflexe znázorněnou na obr. 6. Součet celkových ztrát a zbytkové reflexe dosahoval v oblasti 550 nm hodnoty 0,24 %, což je zhruba poloviční velikost oproti předchozímu případu.

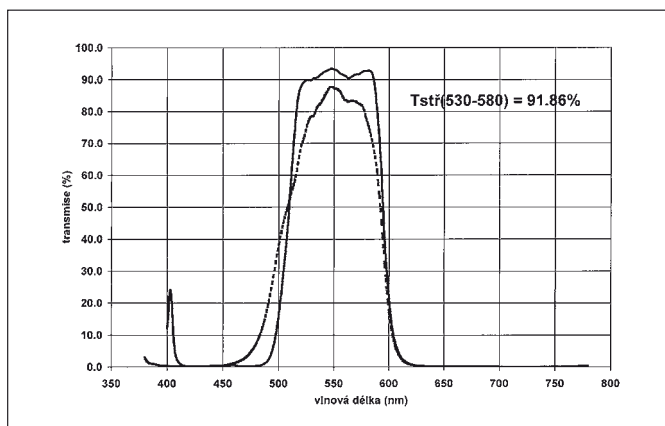
Dokonalejší antireflexní vrstvy v technologii Ta_2O_5/MgF_2 byly aplikovány, spolu s vylepšenými dichroickými filtry B a R vyznačujícími se strmějšími hranami a zvýšenými pásmy



Obr. 5 Celkové ztráty šestinasobné AR vrstvy v technologii Ta_2O_5/MgF_2



Obr. 6 Reflexe šestinasobné AR vrstvy v technologii Ta_2O_5/MgF_2



Obr. 7 Spektrální propustnost G kanálu nové hranolové soustavy pro oblast 5000 lm

propustnosti, na stejnou hranolovou soustavu jako v případě původních filtrů a antireflexních vrstev TiO_2/MgF_2 . Pro ilustraci je na obr. 7 uvedeno srovnání výsledných křivek spektrální propustnosti G kanálu barvodělicích hranolových soustav vrstvených v původní a nové technologii. Vyplývá z něj, že v případě nových technologií se získá v zeleném kanálu střední hodnotu propustnosti T_{STR} (530 – 580 nm) = 91,86 %. Digitální projektor osazený touto barvodělicí hranolovou soustavou poskytl světelný tok 5200 lm.

4. ZÁVĚR

Nová barvodělicí hranolová soustava umožňuje zvýšení světelného toku stávajícího digitálního projektoru o 700 lm. Nárůst světelného výkonu je řešen současným zvětšením propustnosti antireflexních vrstev a dichroických filtrů B a R. Zvýšení účinnosti antireflexních vrstev je dosaženo pomocí technologie Ta_2O_5/MgF_2 , která zajišťuje ve středu spektra snížení zbytkové reflexe a celkových ztrát v systému vrstev zhruba na polovinu oproti technologii TiO_2/MgF_2 .

Literatura

- [1] <http://dlp.com/tech/what.aspx>
- [2] <http://dlp.com/cinema/default.aspx>
- [3] Z. Knittl, Optics of Thin Films, John Wiley & Sons – SNTL, Praha 1976

RNDr. Pavel Obdržálek, technologie vrstvení, Meopta-optika, s.r.o., Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, tel.: 581 242 751,

e-mail: pavel.obdrzalek@meopta.com

Ing. Jiří Zdrahal, technologie vrstvení, Meopta-optika, s.r.o., Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, tel.: 581 242 751, e-mail: jiri.zdrahal@meopta.com

SPIE/CS – společnost optiků informuje

12th Czech-Slovak-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics

(12-15 September 2000, Velké Losiny, Czech Republic)

Vol. 4356

2 ks

Cena 100,- Kč/ks + poštovné, pro členy SPIE/CS sleva 20 %.

Classical and Quantum Interference

(25-26 October 2001, Olomouc, Czech Republic)

Vol. 4888

2 ks

Cena 100,- Kč/ks + poštovné, pro členy SPIE/CS sleva 20 %.

Photonics, Devices, and Systems II

(26-29 May 2002, Prague, Czech Republic) Vol. 5036

2 ks

Cena 100,- Kč/ks + poštovné, pro členy SPIE/CS sleva 20 %.

Microwave and Optical Technology 2003

(11-15 August 2003, Ostrava, Czech Republic) Vol. 5445

3 ks

Cena 100,- Kč/ks + poštovné, pro členy SPIE/CS sleva 20 %.

Gas Flow, Chemical Lasers, and High-Power lasers

(30 August – 3 September 2004, Prague, Czech Republic)

Vol. 5777

6 ks

Cena 100,- Kč/ks + poštovné, pro členy SPIE/CS sleva 20 %.

14th Czech-Slovak-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics (13-14 September 2004, Nitra, Slovak Republic)

Vol. 5945

1 ks

Cena 100,- Kč/ks + poštovné, pro členy SPIE/CS sleva 20 %.

Photonics, Devices, and Systems III (8-11 June 2005, Prague, Czech Republic)

Vol. 6180

4 ks

Cena 100,- Kč/ks + poštovné, pro členy SPIE/CS sleva 20 %.

Prodej sborníků proběhne do vyčerpání zásob v pořadí dle došlých žádostí. Sborníky lze objednat v knihovně SPIE/CS na adrese: SLO UP a FZÚ AV ČR, Marcela Baďurová, Tr. 17. listopadu 50a, 772 07, Olomouc, tel.: 585 631 581, fax: 585 631 531, e-mail: marcela.badurova@upol.cz.

Rok provozu experimentálního fotovoltaického systému s pevným stojanem na ČZU v Praze

ÚVOD

V posledních letech se v České republice i v dalších státech vybudovala řada fotovoltaických elektráren, zejména v sousedním Německu byl rozvoj fotovoltaiky asi nejmarkantnější.

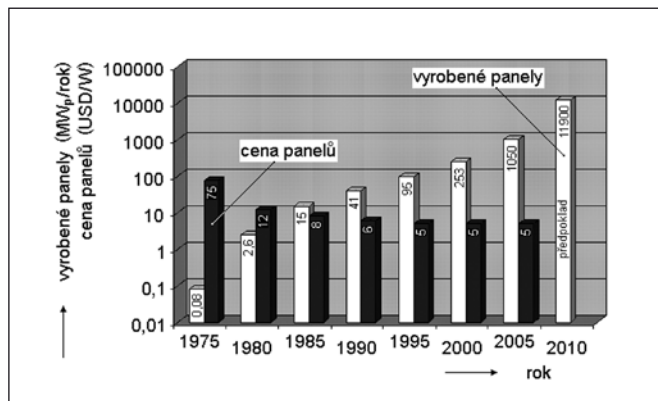
V tab. 1 jsou příklady největších fotovoltaických elektráren zprovozněných v České republice v letech 2006-2008. Na konci roku 2008 bylo instalováno v České republice cca 15,7 MW_p fotovoltaických elektráren a systémů, začátkem toho roku činila tato hodnota cca 3,4 MW_p a před koncem roku 2007 to bylo jen cca 1,5 MW_p. Pro porovnání můžeme uvést, že koncem roku 2004 to bylo pouhých cca 0,41 MW_p. Prudký nárůst je tady patrný a nepochybně byl podpořen i státem dotovanou výkupní cenou elektřiny z fotovoltaických elektráren v ČR od 1. ledna 2006, podobně tomu bylo i v některých dalších státech, zejména v Německu k tomu došlo už o několik let dříve.

Tab. 1 Příklady největších PV elektráren zprovozněných v České republice v letech 2006-2008

lokality	nominální výkon [kW _p]	rok zprovoznění
Opatov	60	2006
Bušanovice u Volyně I	660	2006
Dubňany na Hodonínsku I	515	2007
Ostrožská Lhota u Uherského Hradiště I	702	2007
Ústěček - Habřiny na Litoměřicku	507	2007
Bušanovice u Volyně II (PV systém rozšířen)	1360 celkem	2008
Jaroslavice u Znojma	900	2008
Ostrožská Lhota II (PV systém rozšířen)	1622 celkem	2008
Dubňany na Hodonínsku II (PV systém rozšířen)	2100 celkem	2008

Tento trend je patrný i z obr. 1, který ukazuje prudký nárůst celosvětové výroby a potažmo i instalace fotovoltaických panelů v posledních letech a vývoj jejich ceny. Z důvodu lepšího grafického znázornění je na svislé ose zvoleno logaritmické měřítko, tedy přibližně lineární závislost grafu v posledních letech odpovídá v reálu exponenciálnímu nárůstu výroby.

Začátkem loňského roku jsme v časopisu Jemná mechanika a optika popsali nový PV systém vyvinutý a instalovaný v roce 2007 na Technické fakultě ČZU v Praze [1] (Praha 6 – Suchbátka, 50° sš), který kombinoval automatický pohyblivý stojan s hřebenovým koncentrátorem záření osazený PV panely a srovnávací pevný stojan osazený stejnými PV panely. Uvedli jsme i první výsledky testování tohoto PV systému.



Obr. 1 Vývoj celosvětové výroby fotovoltaických panelů a vývoj jejich ceny

V tomto článku uvádíme výsledky ročního sledování jedné sekce PV systému s pevným stojanem. Výsledky ze sekce s pohyblivým stojanem zde zatím nejsou uvedeny, neboť tato konstrukce byla během roku měněna a výsledky ročního sledování by tak nebyly objektivní.

POPIS KONSTRUKCE FOTOVOLTAICKÉHO SYSTÉMU

Sekce s pevným stojanem byla zkonstruována tak, že tři PV panely čínské výroby s nominálním výkonem $P_{\max} = 170 \text{ W}_p$ a s účinností fotovoltaické přeměny energie $\eta = 16 \%$ byly umístěny na pevný stojan se sklonem 40° a s orientací k jihu. Tyto panely byly zapojeny do série a připojeny k měničů německé výroby Sunny Boy typ SB 700. Přes tento měnič byl PV systém přímo spojen se sítí 230 V_{a.c.} a datalogger umožňoval ukládání dat na paměťovou



Obr. 2 PV systém s pevným stojanem vyvinutý a instalovaný na ČZU v Praze

Pouze pro mé oči

Za poslední dobu došlo k mnoha novým vývojm v oblasti FreeForm progresivních designů. I přes soustředění na technologii Hoya nikdy nezapomíná, že vše se točí především kolem potřeb lidí.

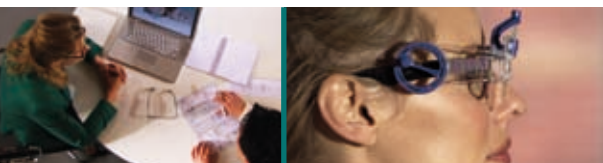
A lidé jsou více než jen pár očí. My vidíme zákazníka jako osobnost s jedinečnými vlastnostmi, životními prioritami a charakteristickou minulostí korekce zraku. Všechny tyto údaje by měly být v čočce, kterou doporučujeme, zohledněny. A proto jsme hrdí představit Vám Hoyalux iD MyStyle, progresivní čočku s unikátním stupněm individualizace, která je nejnovějším členem úspěšné řady iD.



HOYALUX iD
MyStyle

Hoyalux iD MyStyle:

- 100% individualizovaný design, který bere v úvahu osobní životní styl a velký rozsah údajů
- je založen na úspěšné iD FreeForm design technologii TM
- je optimalizován prostřednictvím IDEA (Inteligentní Design prostřednictvím Extensivní Analýzy)
- MyStyle iDentifier: jednoduchý a interaktivní nástroj pro výběr designu



1. krok

Zadejte vstupní údaje:

- předchozí předpis a design progresivních čoček
- nový předpis s několika specifickými údaji

Zvolte nové obroučky

2. krok

Zeptejte se zákazníka na jeho životní styl, předchozí brýlové čočky a úroveň spokojenosti s nimi.

3. krok

Vytvoříme tzv. „osobní zrakový profil“:

- osobní detaily včetně předpisu
- zobrazení charakteristických životních stylů zákazníka
- základní rysy zvoleného směru designu

4. krok

Nyní jste připraven k zaslání objednávky faxem nebo objednávacím programem Hoyalog. Hoya vypočítá jedinečný a plně individualizovaný design, který je založen na údajích poskytnutých zákazníkem. Zákazníkovi můžete poskytnout jeho osobní zrakový profil ve vytištěné formě nebo e-mailem.

MyStyle iDentifier

Pro snazší určení designu Hoya vyvinula MyStyle iDentifier - interaktivní konzultantní a výběrový program. Na základě naměřených hodnot zákazníka a na dalších vstupních údajích je pomocí FreeForm design technologie od Hoya určen konečný 100% individualizovaný design z prakticky nekonečného výběru jeho variací. Tento interaktivní nástroj nabízí kompletní podporu v průběhu prodeje, zatímco Vy vedete postupně zákazníka k ideálnímu a zcela individualizovanému designu.

Přístroj na měření MyStyler

Základem je věnovat čas rozhovoru se zákazníkem a provést důležitá měření. Pro ulehčení tohoto procesu Vám Hoya nabízí měřicí pomůcku MyStyler. Tento víceúčelový měřicí nástroj je velmi snadno použitelný a poskytuje přesné výsledky. Zajišťuje, že:

- zákazník ocení osobní přístup a pozornost věnovanou pouze jemu
- jak začínající, tak zkušený nositelé progresivních čoček si navykají na nové čočky velice rychle
- minimalizují se případy špatného návyku na funkci progresivních čoček
- jste schopni zdůraznit přidanou hodnotu prodáváných čoček a také sebe a svou profesionalitu

Hoyalux iD MyStyle obsahuje všechny výhody poskytované iD FreeForm design technologií TM

- velmi přirozené trojrozměrné vidění na všechny vzdálenosti a všemi směry
- stabilní vnímání obrazu za všech okolností
- široký koridor bez zkreslení
- plynulá a přirozená interakce

Hoyalux iD MyStyle však nabízí ještě více. K používání úspěšné iD FreeForm design technologie Hoya přidává designový princip iDEA, který poskytuje zcela novou dimenzi k optické korekci presbyopie.

iDEA zahrnuje zlepšení FreeForm design technologie tím, že provádí detailní analýzu až na úrovni nejmenších zobrazovacích bodů na sítnici a v úvahu bere také zákaznický osobní údaj vložený prostřednictvím iDentifieru. Proto je iDEA unikátní kombinací individualizace a zvýšené přesnosti vedoucí k tomu, že Hoyalux iD MyStyle je zcela optimalizován a individualizován pro každého uživatele.

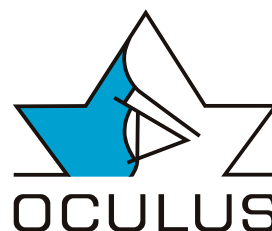
Více informací získáte na stánku Hoya na výstavě OPTA 2009 v Brně.

HOYA

OCULUS - VÁŠ SPOLEHLIVÝ DLOUHOLETÝ PARTNER
PRO DODÁVKY OFTALMOLOGICKÝCH A OPTICKÝCH PŘÍSTROJŮ



Počítačem řízený **BEZKONTAKTNÍ** pachymetr
a keratometr včetně s archivačního software
OCULUS Pachycam



OCULUS, spol. s r.o.
Pardubická 765
500 04 Hradec Králové

tel./fax: 495 531 145, 495 531 140
e-mail: oculus@oculus.cz www.oculus.cz



Moderní automatický rofopter
s přehledným grafickým barevným displejem
NIDEK RT-5100



Autorefrakto(kerato)metr
s plně automatickým zaměřením oka
NIDEK ARK-530A, AR-330A



Počítačový perimetr
celozorný s širokou škálou testů
OCULUS CENTERFIELD 2



Nemydiatická funduskamera s automatickým
zaměřením a automatickým spuštěním snímání
NIDEK AFC-210



Autorefraktokerato-bezkontaktní tonometr
s plně automatickým zaměřením oka
NIDEK TONOREF II



LCD optotyp
dálkově ovládaný plochý LCD screen
NIDEK SC-2000



Nejmenší automatický fokometr pro měření
standardních i multifokálních brýlových čoček
NIDEK LM-500



Bezkontaktní tonometr
s automatickou regulací tlaku APC a centrací
NIDEK NT-530



Kompaktní topograf rohovky
na štěrbinovou lampu včetně software
OCULUS EASYGRAPH

O

C

U

L

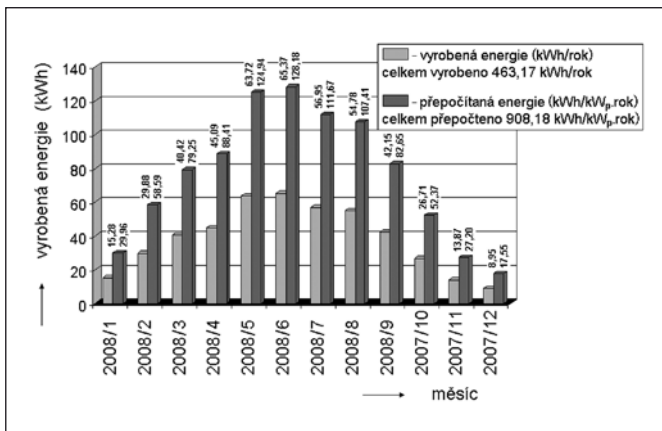
U

S

kartu. Pohled na tento PV systém je na obr. 2 (samotný PV panel vlevo k systému nepatří). Propojení bylo provedeno pomocí kabelů a vodotěsných konektorů firmy Tyco. Tento malý PV systém měl tedy nominální výkon $0,51 \text{ kW}_p$ a dlouhodobé sledování dat bylo zahájeno v září 2007.

VÝSLEDKY A DISKUSE

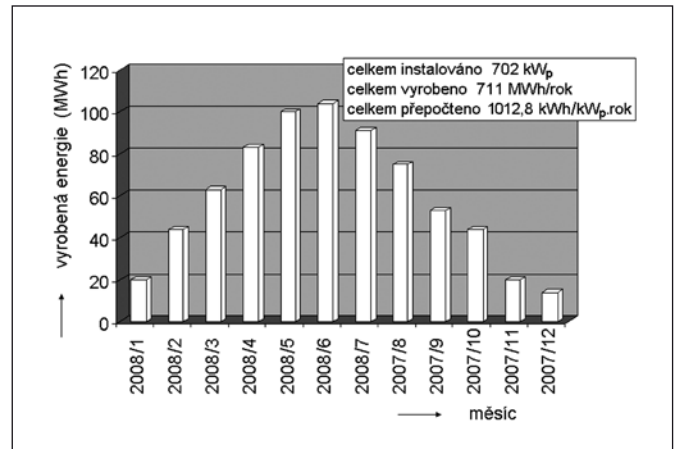
Systematické měření množství vyrobené elektrické energie na uvedeném PV systému s pevným stojanem a s nominálním výkonem $0,51 \text{ kW}_p$ je na obr. 3. Podle předpokladu nejvíce vyrobené elektrické energie bylo v červnu, kdy je Slunce nejdéle nad obzorem a vrcholí pod největším úhlem. Navíc v červnu bývají většinou jasné dny. V červenci bývá deštivo zejména v 1. polovině měsíce, proto bylo vyrobené energie méně a v srpnu, i když bývají rovněž jasné dny, už je kratší dobu Slunce nad obzorem a vrcholí pod menším úhlem. Proto i vyrobené elektrické energie bylo o něco méně. Naopak nejméně vyrobené elektrické energie bylo v prosinci, kdy je Slunce nejkratší dobu nad obzorem a vrcholí pod nejmenším úhlem.



Obr. 3 Roční sledování množství vyrobené elektrické energie v našem PV systému

V tomto uvedeném ročním sledování činí hodnota vyrobené elektrické energie $W = 463,17 \text{ kWh/rok}$. Přepočtená hodnota roční výroby elektrické energie na 1 kW_p instalovaných PV panelů je $W_p = 908,18 \text{ kWh/kW}_p, \text{rok}$.

Na obr. 4 je analogický graf roční výroby elektrické energie v prvním bloku větší fotovoltaické elektrárny Ostrožská Lhota (Jižní Morava). Graf byl vytvořen z podkladů uvedených v práci [2]. Z vodorovné osy obr. 3 a 4 je vidět, že se nejedná o přesně stejné období, ale vždy o stejně dlouhá období 1 rok. V Ostrožské Lhotě bylo v první etapě instalováno 702 kW_p PV panelů s pevným stoja-



Obr. 4 Roční sledování množství vyrobené elektrické energie v PV elektrárně Ostrožská Lhota

nem (viz tab. 1). Hodnota roční výroby elektrické energie zde činí 711 MWh/rok a přepočtená hodnota roční výroby elektrické energie na 1 kW_p instalovaných PV panelů je $1012,8 \text{ kWh/kW}_p, \text{rok}$.

V Praze je podle předpokladu přepočtená hodnota vyrobené energie nižší, avšak možná by byla nižší o menší hodnotu, kdyby chvilku před západem Slunce nestínila sousední budova. Navíc PV panely byly nastaveny se sklonem 40° , ale v Praze je optimální sklon cca 35° pro maximální výrobu elektrické energie za celý rok. To odpovídá nastavení na letní provoz, protože tehdy je vyrobené energie nejvíce.

ZÁVĚR

Naším cílem byla konstrukce a realizace PV systému, získání dat z dlouhodobého testování a jejich vyhodnocení z hlediska množství vyrobené energie. PV systém byl realizován na ČZU v Praze, uvedené hodnoty odpovídají předpokladu a jsou i v relaci s hodnotami z větší PV elektrárny uvedenými v práci [2]. Více informací <http://www.solar-trackers.com>.

Práce probíhá v rámci výzkumného záměru MSM 6046070905.

Literatura

- [1] Poulek, V., Bican, P., Mareš, J., Libra, M., *Nový fotovoltaický systém se zvýšenou efektivitou na ČZU v Praze*, Jemná mechanika a optika, **53**, 2, (2008), str. 48-49, ISSN 0447-6441.
- [2] Jančík, V., *Sluneční elektrárny mají místo na slunci*, Alternativní energie, **11**, 4, (2008), str. 22-23, ISSN 1212-1673.

Zařazení fotovoltaických systémů do struktury automatizace

Fotovoltaický systém může být zařazen do systému automatizace jako jedna z jeho částí. Plní zde úkol jako zdroj elektrické energie pro programovatelný logický automat (PLC), jeho příslušenství a danou aplikaci nasazení. Solární regulátor zajišťuje optimální nabíjecí proces pro akumulátor elektrické energie a ochranné funkce nabíjení. Dále předává informace o nabíjecím procesu a stavu akumulátoru pro PLC. Jelikož je nastaven na samostatnou optimální činnost, nepotřebuje být sám řízen z PLC. Pro komunikaci mezi PLC a solárním regulátorem je použita proudová smyčka, jako jednoduché a univerzální komunikační rozhraní, které obsahuje všechny na trhu dostupné PLC systémy.

ÚVOD

Fotovoltaika (PV) patří mezi perspektivní zdroje obnovitelné (resp. v tomto případě nevyčerpatelné) energie. Nárůst instalovaných PV aplikací má dlouhodobě vzrůstající trend. Ať se jedná o velké solární elektrárny s výkonem kW.h až MW.h, či o malé aplikace instalované na soukromých objektech. Rozšíření tohoto zdroje energie hraje v poslední době významnou roli především na odlehlých místech, k napájení mnoha druhů aplikací elektrickou energií. Uvést můžeme například rekreační objekty na odlehlých místech, monitorovací stanice dálkových produktovodů apod. S rozšiřováním oblastí nasazení PV systémů se začínají uplatňovat i kombinované systémy, které využívají jako primárního zdroje elektrické energie PV systém, bivalentním zdrojem pak může být elektrorozvodná síť, elektrocentrála či malá větrná elektrárna. Využití takových systémů je značně různorodé. Zde jako příklad můžeme uvést odlehlý objekt pěstování sazenic, kde je pomocí PV systému a bivalentního zdroje napájen systém zalévání a větrání skleníků a zabezpečovacího zařízení. Další obvyklou aplikací je monitorování a vizualizace provozních parametrů rozsáhlého pole PV kolektorů.

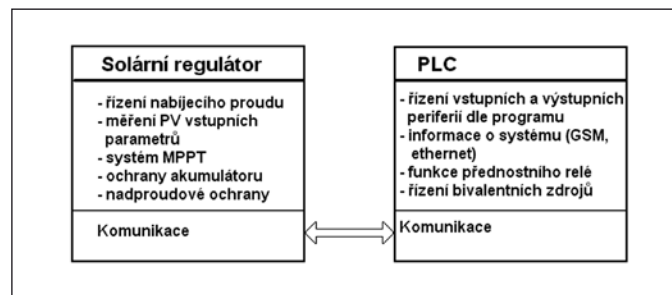
ŘÍZENÍ FOTOVOLTAICKÝCH SYSTÉMŮ

Některé aplikace, kde je fotovoltaika nasazována jako primární zdroj elektrické energie, obsahují automatický systém řízení a kontroly. Ve velké míře se jedná právě o odlehlé systémy, kde určitá aplikace vykonává samostatně dlouhodobě činnost, bez nutnosti přítomnosti obsluhy a s minimální potřebou servisních zásahů. Řídicí systémy můžeme obecně rozdělit na průmyslové a zakázkové. Průmyslové řídicí systémy, z nichž značnou část tvoří systémy PLC (programmable logical automat), se vyznačují jistou volností v návrhu řídicího algoritmu, jež je definován pomocí programovacích jazyků přímo uživatelem (resp. dodavatelem). Výhodou těchto systémů je bezpochyby kvalitní HW struktura a možnost značného větvení a rozšiřování systému dle potřeby. Pružná je i změna SW vybavení, kde se v případě potřeby přehraje program řídicího systému. Nevýhodou je pak cena. Právě pro svou univerzálnost je třeba využít zpravidla většího počtu periferních modulů PLC, což zvyšuje cenu požadovaného řešení. Další nevýhodou je často nutnost externího zařízení (modulu) pro speciální úlohy měření a regulace. Modul s řídicím systémem pak komunikuje po nějaké standardizované komunikační sběrnici.

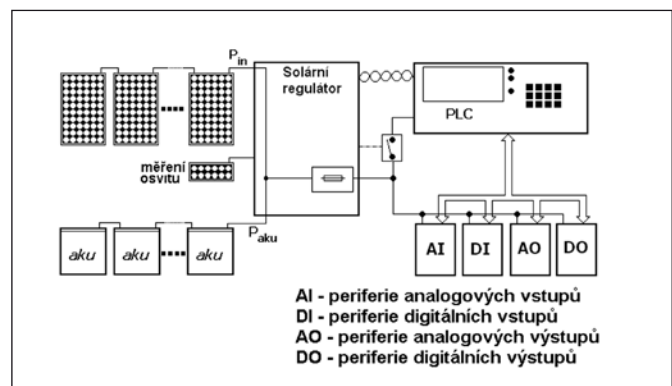
Zakázkové řídicí systémy jsou „šity na míru“ konkrétní aplikaci, popř. třídě aplikací. Systém má optimální počet vstupů, výstupů a komunikačních rozhraní pro svou činnost a často je řízen neměnným programem, popř. se parametrizuje dle konkrétní aplikace v dané třídě aplikací. I v tomto případě je možné (více či méně

obtížně) přehrát řídicí SW, je-li to potřeba. Výhodou zakázkových řídicích systémů je optimální velikost zařízení, jeho výkon, počet vstupních a výstupních rozhraní a dalších částí. V případě potřeby speciální úlohy měření a regulace lze patřičné obvody realizovat přímo jako součást řídicí jednotky. Odpadají tím potíže s komunikačním zařízením, případným rušením a především cenou výsledného zařízení. Nevýhodou zakázkových řídicích systémů je pak především nákladný vývoj, výroba a popř. testování systému, dále nemožnost rozšiřování v případě potřeby a riziko technického zastárnutí a opětovného vývoje a výroby nové koncepce zařízení.

Jako nejvýhodnější varianta se zdá vhodná kombinace obou způsobů řízení PV systému, jak je znázorněno na obr. 1. Zakázkový řešený solární regulátor obstarává regulaci nabíjecího proudu na základě vstupních údajů z PV kolektoru a okamžitého stavu



Obr. 1 Řízení autonomních PV systémů v kombinaci solárního regulátoru a PLC



Obr. 2 Schematické znázornění uspořádání PV systému se solárním regulátorem a PLC

nabití akumulátoru. Jinak řečeno, stará se o maximální účinnost nabíjení akumulátoru v daných podmínkách. Dále obstarává ochrany akumulátoru proti přebíjení, hlubokému vybití, nadproudu do spotřebičů a přepětové ochrany na vstupu od PV kolektoru. Obsahuje rovněž případné vyhodnocovací obvody pro doplňkové měření. Shrnuto, solární regulátor obstarává maximální dodávku energie z PV kolektoru(ů) do akumulátoru(ů) a zajišťuje ochrany proti havarijním stavům. Vybrané informace o stavu a činnosti solárního regulátoru a PV kolektorů jsou pak po sběrnici předávány ke zpracování do PLC. Schematicky je tato situace znázorněna na obr. 2. Jak je na obrázku rovněž znázorněno, může solární regulátor v případě nutnosti ochrany akumulátoru(ů) odpojit napájení PLC a přidružených periférií. Tento případ může nastat především v aplikacích bez bivalentního zdroje.

ŘÍZENÍ AUTONOMNÍHO PV SYSTÉMU S VYUŽITÍM PROUDOVÉ SMYČKY

Vzhledem k velkému množství výrobců PLC na trhu a požadavku, aby solární regulátor byl „univerzální“ tj. mohl pracovat s jakýmkoliv z PLC, je nutností vybavit solární regulátor některou ze standardně používaných komunikačních sběrnic. Většina systémů PLC je schopna komunikovat po standardních sběrnicích od nejjednodušších (RS232) až po komplikované co se přenosového protokolu týče (Ethernet). PLC zpravidla používá jeden typ sběrnice pro účely komunikace s ostatními PLC automaty v síti a pro komunikaci s perifériemi. Pro komunikaci s jiným typem sběrnice pak slouží jedna s periférií jako interface.

Jako jeden z nejjednodušších způsobů komunikace solárního regulátoru s PLC je použití proudové smyčky. Toto jedno z nejstarších „sériových rozhraní“ má mnoho výhod. Především se jedná o jednoduchý způsob komunikace. Nemusíme znát vyšší vrstvy sběrnice (aplikační, prezentační, relační) můžeme si ho totiž naprogramovat v PLC podle potřeby solárního regulátoru. Pro spojení postačí kroucená dvojlinka, která se vyznačuje i na vzdálenosti v řádu stovek metrů poměrně dobrou odolností proti rušení. Použijeme-li proudovou smyčku 4-20 mA, s rozlišením 1mA, máme 17 stavů komunikace. Počet přenášených stavů lze zvýšit zmenšením rozlišení mezi jednotlivými stavy. Roste tím však větší náchylnost k poruchám přenosu. Směr komunikace je převážně od solárního regulátoru k PLC, jelikož jak bylo řečeno výše, solární regulátor pracuje tak, aby optimalizoval množství energie dodané z PV kolektorů do akumulátorů a dále aby ochránil akumulátory proti nežádoucím stavům. Požadavky od PLC na chod solárního regulátoru tak žádné nejsou. Naopak solární regulátor vysílá informace k PLC. Vysílá požadavky na činnost PLC, jako např. požadavek na vypnutí méně prioritních spotřebičů (tzv. funkce přednostního relé), či naopak v době „přebytku energie“ povolení k zapnutí energeticky náročných spotřebičů či spotřebičů, které akumulují energii jiným způsobem. Typickým příkladem může být povolení k čerpání vody do zásobníku v době přebytku energie ze solárních kolektorů (hydropotenciální akumulace). Dalším typem přenášených informací od solárního regulátoru k PLC jsou informace o stavu akumulátorů a solárního pole. Příklad přenášených informací a povelů je uveden v tab. 1.

Tab. 1 Příklad přenášených stavů

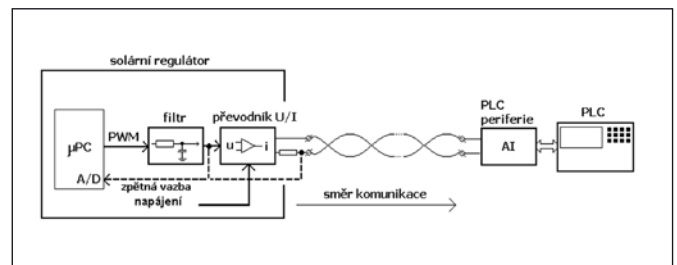
hodnota proudu [mA]	význam
4	- stav beze změny -
5	akumulátory vybity
6	připravit se na ukončení napájení
7	solární pole bez výkonu
8	aktivovat přednostní relé
9	solární pole-výkon pro činnost PLC

10	deaktivovat přednostní relé
11	solární pole-výkon pro činnost PLC+AKU
12	porucha – přepětí akumulátorů
13	volná pozice
14	volná pozice
15	volná pozice
16	volná pozice
17	režim plného nabíjení
18	režim konečné fáze nabíjení
19	režim udržovacího nabíjení
20	nadbytek energie

PROVEDENÍ PROUDOVÉ SMYČKY

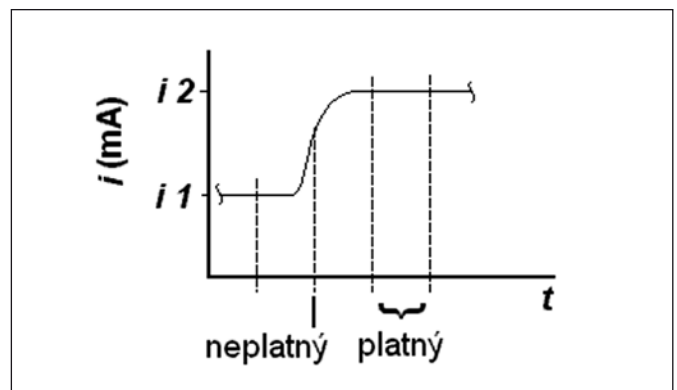
Provedení realizace komunikace solárního regulátoru s PLC po proudové smyčce je znázorněno na obr. 3.

Mikropočítač pracující v solárním regulátoru na základě požadavků na přenášenou informaci mění poměr střídavého výstupního signálu. Integrací tohoto signálu na vhodném filtru dostáváme stejnosměrné napětí, jehož velikost je snímána mikropočítačem jako zpětná vazba. Korekcí výstupního signálu se pak zaručí, aby jednotlivé stavy byly nastaveny na střed rozsahu



Obr. 3 Komunikace solárního regulátoru a PLC po proudové smyčce

pro daný stav. Napětí je převedeno v převodníku napětí/proud na proudový signál, jež je přenášen zpravidla do periferie analogových vstupů PLC. Ještě výhodnější je snímat proud ve smyčce a tento signál použít jako zpětné vazby pro mikropočítač. V tomto případě lze totiž indikovat i poruchové stavy smyčky, především nulový proud – přerušení smyčky. Převodník slouží rovněž jako zdroj energie pro proudovou smyčku. Na straně přijímače je PLC periferie analogových vstupů. PLC cyklicky snímá hodnotu proudu



Obr. 4 Jako platná informace je brán stav opakující se min. dva cykly čtení po sobě

v proudové smyčce a vyhodnocuje přenášenou informaci pomocí tabulky stavů. Podle těchto stavů program PLC řídí aplikaci a informuje uživatele. Rychlost cyklu načtení stavu proudové smyčky je nutné volit min. 2krát rychlejší, než s jakou rychlostí obnovuje stav smyčky solární regulátor. Při změně vysílané informace je díky filtru změna řídicího napětí neskoková, čímž není skoková ani změna proudu v proudové smyčce (obr. 4). Aby nedocházelo k chybným vyhodnocením či hazardním stavům, bere program PLC v potaz jako platná data pouze stavy opakující se min. ve dvou cyklech čtení proudové smyčky po sobě.

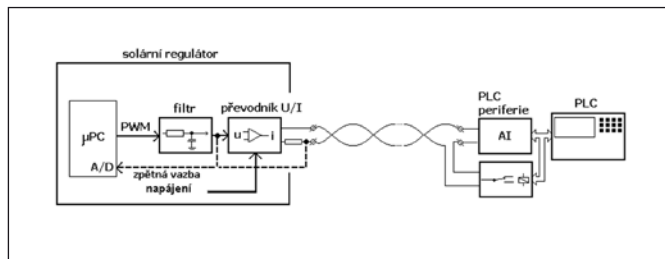
Proudovou smyčku je možné upravit pomocí další periferie PLC, rozpínacím (přepínacím) relé (obr. 5). PLC může v případě opakovaného chybného čtení dat z proudové smyčky (mezní stavy,

neurčité stavy) přerušit proudovou smyčku. Toto přerušení je solární regulátor schopen vyhodnotit jako poruchu komunikace a přejít do nouzového režimu.

ZÁVĚR

Využití solárního regulátoru s programovatelnými logickými automaty skýtá rozsáhlé možnosti řešení autonomních fotovoltaických systémů s velkou variabilitou řešení dle typu aplikace. Řízení autonomní aplikace lze měnit dle potřeby, rozšiřovat a pohodlně monitorovat.

Proudová smyčka jako komunikace mezi solárním regulátorem a PLC je primitivní, bez nároků na používání komunikačních protokolů. Obvodové řešení na straně solárního regulátoru není složité. Naopak všechny na trhu dostupné PLC jsou schopny přijímat a vyhodnocovat signál proudové smyčky. Solární regulátor tak lze univerzálně použít s mnoha typy PLC, které mohou být více či méně složité, dle aplikace. Vzhledem k povaze solárního regulátoru, s fyzikálními podmínkami „na vstupu“ a pracujícího optimálně vzhledem k energetické účinnosti solární přeměny a akumulace elektrické energie, není na činnosti solárního regulátoru co řídit (při pohledu zvenčí). Tím je jednosměrný přenos proudové smyčky vyhovující.



Obr. 5 Proudová smyčka s možností přerušení pro indikaci chybného přenosu dat

Práce probíhá v rámci výzkumného záměru MSM 6046070905.

Ing. Jan Mareš, prof. Ing. Martin Libra, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Kamýčká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka, janmares@email.cz

Technické pokyny pro autory

Příspěvky se přijímají v elektronické formě.

Požadavky na textovou část: Text musí být pořízen v editoru MS WORD, doporučuje se font Times New Roman, velikost písma 12, dvojitě řádkování, formát stránky A4. Ve všech částech příspěvku používejte stejný font. Text pište do jednoho sloupce se zarovnáním k levému okraji, klávesu ENTER používejte pouze na konci odstavce.

Rovnice a vzorce uváděné na samostatných řádcích musí být vytvořeny modulem pro matematiku editoru MS WORD, rovnice a vzorce, které jsou součástí textu na řádku, zapisujte pomocí vložených symbolů, nikoliv zmíněným modulem. Při psaní matematických a chemických výrazů dodržujte základní pravidla: Veličiny pište kurzívou, matice tučně stojatě (antikva), vektory a skaláry tučnou kurzívou. Úplný (totální) diferenciál „d“ vždy stojatě. Ludolfovo číslo „π“ stojatě. Indexy, pokud vyjadřují veličinu, pište kurzívou, v opačném případě stojatě (např. max, min apod.). Imaginární jednotku „i“ stejně jako „j“ v elektrotechnice pište stojatě.

Dodržujte pravidla českého pravopisu; za interpunkčními znaménky je vždy mezera. Rovněž tak před a za znaménky „+“, „-“, „=“ apod. je vždy mezera.

Požadavky na obrázky a grafy: Grafickou část příspěvku nevracejte do textu, ale dodávejte ji jako samostatné grafické soubory typu *.CDR, *.EPS, *.TIF, *.JPG a *.AI (vektorovou grafiku jako

*.EPS nebo *.AI soubory, bitmapovou grafiku jako *.TIF nebo *.JPG soubory). V žádném případě nedodávejte obrázek v souboru typu *.doc. Bitmapové soubory pro černobílé kresby musí mít rozlišení alespoň 600 dpi, pro černobílé fotografie nejméně 200 dpi a pro barevné nejméně 300 dpi. Při generování obrázků v COREL DRAW do souboru typu *.EPS převedte text do křivek. U souborů typu *.JPG použijte takový stupeň komprese, aby byla zachována co nejlepší kvalita obrázku. Velikost písma v obrázcích by neměla klesnout pod 1,5 mm (při předpokládané velikosti obrázku po zalomení do tiskové strany).

Pokyny k předávání příspěvku

Ke každému textu nebo grafice musí být přiložen kontrolní výtisk nebo fotografie.

Dále je třeba, aby k článku autor dodal překlad resumé a názvu článku do anglického (českého – slovenského) jazyka, klíčová slova, jména všech autorů včetně titulů, jejich plných adres, telefonického spojení a případně e-mailové adresy.

Soubory je možno dodat na disketě nebo CD. Ke každému příspěvku připojte seznam všech předávaných souborů a u každého souboru uveďte pomocí jakého software byl vytvořen.

Příspěvky zasílejte na adresu: Redakce časopisu JMO, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov.

Katadioptrické soustavy

Článek se zabývá teoretickou analýzou katadioptrických (zrcadlo-čočkových) optických soustav objektivů používaných především v astronomických dalekohledech nebo jako teleobjektivy ve fotografii. Jsou zde odvozeny vztahy pro výpočet parametrů čtyř druhů katadioptrických soustav používaných jako kompenzátor achromatický meniskus nebo dvoučlenný afokální optický systém.

ÚVOD

Katadioptrické (zrcadlo-čočkové) optické soustavy tvoří velkou skupinu soustav, ve kterých je použito k zobrazení jak prvků lámavých, tak i prvků odrazných. Bohatě uplatnění našly v astronomii a ve fotografii, kde jsou používány především ve formě astronomických fotografických komor nebo jako pozorovací dalekohledy různých typů, především však typu Cassegrainova, který je zvláště vhodný vzhledem ke krátké stavební délce. Ve fotografii se pak používají jako teleobjektivy s velmi krátkou stavební délkou. Hlavní částí těchto soustav jsou prvky odrazné (zrcadla), které jsou vhodně doplněny čočkovými soustavami tak, aby byly odstraněny zobrazovací vady. Čočkové soustavy tvoří tzv. kompenzátor, který odstraňuje (kompenzuje) zbytkové vady základní zrcadlové soustavy, které by jinak, pokud nepoužijeme asférické zrcadlové plochy, nebylo možno pomocí sférických zrcadlových ploch odstranit. Vzhledem k tomu, že je výroba asférických zrcadlových ploch, i při dnešní progresivní technologii optické výroby, velmi obtížná a drahá, je drtivá většina katadioptrických optických soustav složena z optických prvků majících sférické nebo rovinné plochy. Výhodou kombinace zrcadlových a čočkových optických prvků je to, že vzniklé optické soustavy jsou velmi malých rozměrů, nízké hmotnosti a vysoké kvality zobrazení, což není možno jen čistě čočkovou optickou soustavou dosáhnout. Výhodou čistě zrcadlových optických soustav je to, že nemají žádnou chromatickou aberaci (barevnou vadu) a přidáním čočkové soustavy bude mít výsledná soustava vždy nějakou zbytkovou chromatickou aberaci. Naštěstí lze najít takové čočkové soustavy (kompenzátoři), jejichž chromatická aberace je zanedbatelná, a tedy jejich spojení s čistě zrcadlovou soustavou nezpůsobuje zhoršení kvality zobrazení z hlediska chromatické aberace. Patří sem např. achromatický meniskus a afokální kompenzátor. Mezi nejznámější typy katadioptrických soustav v astronomii patří bezesporu Maksutovova soustava s achromatickým meniskem a Schmidtova soustava s asférickou korekční deskou.

1. ASTRONOMICKÉ FOTOGRAFICKÉ KOMORY

Astronomické fotografické komory jsou používány pro fotografický záznam oblohy a mívají vždy vysokou světelnost, tj. malé clonové číslo, a to z důvodu dosažení krátké expoziční doby, neboť množství světla přicházejícího od jednotlivých hvězd a hvězdných útvarů je velmi malé. Probereme zde nejdříve dva typy astronomických komor s kulovými plochami, neboť výroba těchto ploch je pro amatéra astronoma mnohem výhodnější než výroba ploch asférických. Zkoumejme tedy nejdříve dva typy těchto komor, a to typ Maksutovův a typ komory doplněné dvoudílnou dioptrickou soustavou.

1.1 Achromatický meniskus

Položme si nyní otázku, jaký musí mít tvar jednoduchá tlustá čočka, aby měla odstraněnu (nebo minimalizovanu) chromatickou aberaci, pro paraxiální prostor, tj. aby se její lámavost se změnou

vlnové délky světla prakticky neměnila. Lámavost tlusté čočky je dána vztahem [1-3]

$$\varphi = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) + \frac{d(n-1)^2}{nr_1r_2},$$

kde r_1 a r_2 jsou poloměry čočky, $n(\lambda)$ index lomu materiálu (např. optického skla), z kterého je vyrobena, a d její tloušťka. Diferencujme nyní tuto rovnici podle vlnové délky světla λ , dostáváme

$$\frac{d\varphi}{d\lambda} = \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \frac{d}{r_1r_2} \frac{n^2-1}{n^2} \right] \frac{dn}{d\lambda}.$$

Žádejme nyní, aby se lámavost čočky neměnila (nebo se měnila minimálně) se změnou vlnové délky světla, které jí prochází. Tato podmínka bude splněna, položíme-li $d\varphi = 0$. Má-li být tato podmínka splněna, musí parametry čočky splňovat následující relaci

$$r_1 - r_2 = \frac{n^2 - 1}{n^2} d. \quad (1)$$

Jak je z tohoto vztahu patrné, má z praktického hlediska význam jen takový tvar čočky, kdy je velikost její tloušťky d mnohem menší než velikost jejich poloměrů křivosti r_1, r_2 . *Achromatická čočka má za těchto podmínek tvar menisku a vztah (1) je podmínkou achromacie tohoto menisku.* Dosadíme-li nyní tento vztah do rovnice pro lámavost, dostáváme

$$\varphi_M = \frac{1}{f'_M} = - \left(\frac{n-1}{n} \right)^2 \frac{d}{r_1r_2}, \quad (2)$$

kde f'_M je ohnisková vzdálenost menisku, d je jeho tloušťka a n je index lomu skla, z kterého je meniskus vyroben. Dosadíme-li nyní do vztahu (2) za r_1 ze vztahu (1), dostáváme po úpravě pro poloměr r_2 achromatického menisku následující vztah

$$r_2^2 + r_2 \frac{n^2-1}{n^2} d + f'_M \left(\frac{n-1}{n} \right)^2 d = 0,$$

Řešením této rovnice dostáváme

$$r_2 = \frac{1}{2} \left(- \frac{n^2-1}{n^2} d \pm \frac{n-1}{n} \sqrt{-4f'_M d \left[1 - \frac{d}{4f'_M} \left(\frac{n+1}{n} \right)^2 \right]} \right).$$

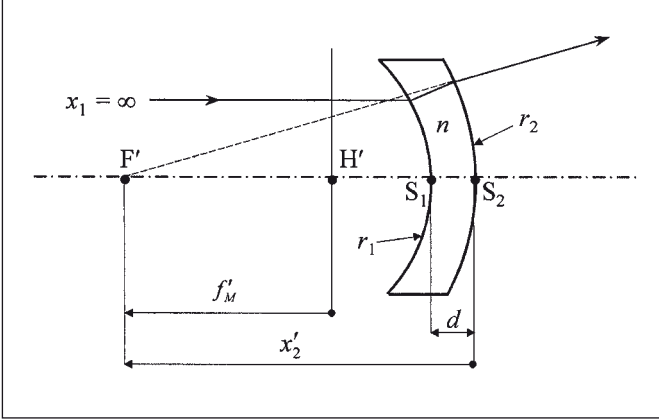
Vzmemme-li v úvahu pouze znaménko minus, které dává větší velikost poloměru křivosti r_2 , a položíme-li

$$1 - \frac{d}{4f'_M} \left(\frac{n+1}{n} \right)^2 \approx 1,$$

dostáváme pro určení hodnoty poloměru křivosti r_2 následující výraz

$$r_2 \approx -\frac{1}{2} \frac{n^2 - 1}{n^2} d - \frac{n-1}{n} \sqrt{-f'_M d}, \quad (3)$$

který je dostatečně přesný pro praktické výpočty. Vyjádřeme si nyní ještě sečnou vzdálenost x'_2 , platí (obr. 1)



Obr. 1 Označení veličin

$$x'_2 = f'_M + \overline{S_2 H'}, \quad \overline{S_2 H'} = -f'_M \frac{n-1}{n} \frac{d}{r_1} = \frac{n}{n-1} r_2,$$

Dosadíme-li sem nyní za r_2 z rovnice (3), máme

$$x'_2 = f'_M - \sqrt{-f'_M d} - \frac{1}{2} \frac{n+1}{n} d. \quad (4)$$

Vyjádřeme si nyní koeficient otvorové vady 3. řádu achromatického menisku. Koeficient otvorové vady 3. řádu sférické plochy je dán vztahem [3]

$$A_i = h_i^4 Q_i^2 \alpha_i, \quad (5)$$

kde

$$h_i Q_i = h_i n_i \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{x_i} \right) = h_i n'_i \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{x'_i} \right) = -\frac{u_{i+1} - u_i}{1/n_{i+1} - 1/n_i} =$$

$$= -\frac{\Delta u_i}{\Delta(1/n_i)}, \quad u_i = \frac{h_i}{x_i} = \frac{h_{i-1}}{x'_{i-1}},$$

$$h_i \alpha_i = h_i \left(\frac{1}{n'_i x'_i} - \frac{1}{n_i x_i} \right) = \Delta \left(\frac{u_i}{n_i} \right),$$

přičemž pro zobrazení platí následující zobrazovací paraxiální rovnice

$$\frac{n'_i}{x'_i} - \frac{n_i}{x_i} = \frac{n'_i - n_i}{r_i}, \quad x_{i+1} = x'_i - d_i,$$

$$n'_i u'_i - n_i u_i = h_i \frac{n'_i - n_i}{r_i}, \quad u_{i+1} = u'_i, \quad h_{i+1} = h_i - u_{i+1} d_i,$$

kde n_i , resp. n'_i značí index lomu prostředí před, resp. za lámavou plochou, x_i , resp. x'_i značí paraxiální sečnou vzdálenost před, resp. za lámavou plochou, h_i je paraxiální dopadová výška aperturního paprsku na i -té ploše, r_i poloměr křivosti i -té plochy, u_i paraxiální

úhel aperturního paprsku dopadajícího na i -tou plochu, u_i paraxiální úhel aperturního paprsku lomeného i -tou plochou a d_i vzdálenost $i+1$ plochy od i -té plochy. Užitím paraxiálních úhlů můžeme koeficient otvorové vady i -té plochy vyjádřit ve tvaru

$$A_i = h_i \left(\frac{\Delta u_i}{\Delta(1/n_i)} \right)^2 \Delta \left(\frac{u_i}{n_i} \right). \quad (6)$$

Pro koeficient otvorové vady soustavy složené z j sférických ploch platí

$$A = \sum_{i=1}^j A_i$$

V našem případě ($j = 2$) máme po úpravě

$$A = \left(\frac{n}{n-1} \right)^2 \left[\frac{u_2^3}{n} + h_2 (u_3 - u_2)^2 \left(u_3 - \frac{u_2}{n} \right) \right]. \quad (7)$$

Paraxiální dopadovou výšku h_2 vyjádříme pomocí vztahu pro barevnou vadu polohy. Pro koeficient E barevné vady polohy jedné lámavé sférické plochy platí [3]

$$E_i = h_i^2 Q_i \Delta \left(\frac{\Delta n_i}{n_i} \right) = -h_i \left(\frac{\Delta u_i}{\Delta(1/n_i)} \right) \Delta \left(\frac{\Delta n_i}{n_i} \right).$$

Protože však je meniskus achromatický, platí $E = E_1 + E_2 = 0$. Dosadíme-li do tohoto vztahu za E_1 a E_2 , po úpravě dostáváme

$$u_2 + h_2 (u_3 - u_2) = 0.$$

Dopadová výška h_2 je tedy dána vztahem

$$h_2 = -\frac{u_2}{u_3 - u_2}. \quad (8)$$

Dosadíme-li nyní za h_2 do výrazu pro koeficient A otvorové vady 3. řádu, dostaneme

$$A = \left(\frac{n}{n-1} \right)^2 \left[-u_2 u_3^2 + u_2^2 u_3 \left(\frac{n+1}{n} \right) \right],$$

$$u_2 = \frac{h_1}{x'_1} = \frac{n-1}{n} \frac{1}{r_1}, \quad u_3 = \frac{h_2}{x'_2}, \quad h_1 = 1.$$

Položíme-li nyní v případě achromatického menisku přibližně

$$r_1 = r_2 = -\frac{n-1}{n} \sqrt{-f'_M d}, \quad x'_2 = f'_M, \quad h_1 = h_2 = 1,$$

dostáváme

$$u_2 = -\frac{1}{\sqrt{-f'_M d}}, \quad u_3 = \varphi_M.$$

Koeficient A_M otvorové vady 3. řádu achromatického menisku je tedy dán vztahem

$$A_M = \left(\frac{n \varphi_M}{n-1} \right)^2 \left(\frac{1}{\sqrt{-f'_M d}} - \frac{n+1}{nd} \right).$$

Zanedbáme-li první člen vzhledem k druhému, máme přibližně

$$A_M \approx -\frac{n(n+1)}{(n-1)^2 d} \varphi_M^2. \quad (9)$$

Otvorová vada menisku je pak dána vztahem [3]

$$\Delta x' = -\frac{1}{2}(mx)^2 H^2 A_M, \quad (10)$$

kde H je dopadová výška aperturního (osového) paprsku na menisku. Pro $x = -\infty$ plyne $\lim_{x \rightarrow \infty} (mx) = f'$, a tedy

$$\Delta x' = \frac{1}{2} H^2 \frac{n(n+1)}{(n-1)^2 d}. \quad (11)$$

Tento vztah udává velikost otvorové vady achromatického menisku pro aperturní paprsek rovnoběžný s optickou osou menisku a dopadající na první plochu menisku ve výšce H od optické osy menisku.

Vyjádríme nyní koeficient komy 3. řádu achromatického menisku. Koeficient komy 3. řádu sférické plochy je dán vztahem [3]

$$B_i = h_i^2 Q_i \alpha_i (h_i l_i Q_i + 1),$$

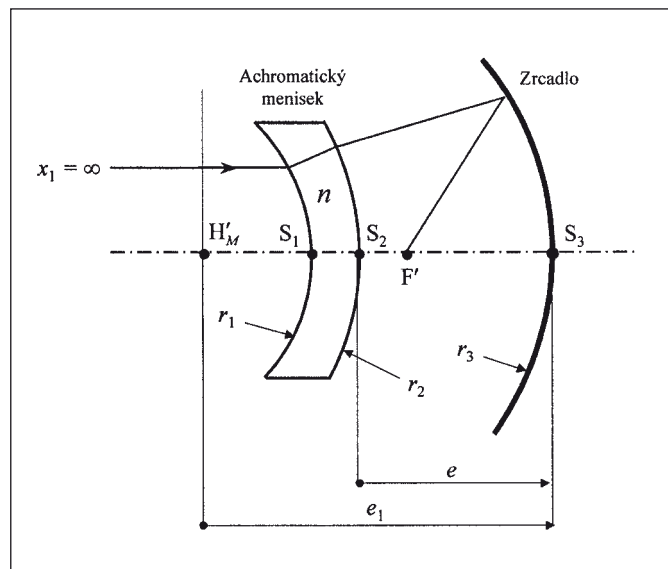
kde l_i je dopadová výška hlavního paprsku na plochu. Analogickým způsobem, jako v případě otvorové vady, lze pro koeficient komy 3. řádu achromatického menisku (obr. 1) odvodit vztah

$$B_M = \frac{f'_M}{(n-1)r_1} \approx \frac{n}{(n-1)^2} \sqrt{-\frac{f'_M}{d}}.$$

Výše odvozené vztahy nám umožňují vypočítat základní vlastnosti achromatického menisku a v dalším je využijeme pro korekci vad zrcadlových soustav.

1.2 Maksutovova astronomická komora

Maksutovova astronomická komora je tvořena jednoduchým sférickým zrcadlem, jehož zbytkové vady (otvorová vada a koma) jsou kompenzovány achromatickým meniskem. Schéma optické soustavy této komory je na obr. 2.



Obr. 2 Maksutovova astronomická komora

Parametry optické soustavy určíme podle následujících rovnic [4]

$$f'_M = \left(-\frac{1}{2} + \frac{2}{n-1} \sqrt{-\frac{n(n+1)}{d}} f' + k \frac{f'}{d} \right) f',$$

$$k = -\frac{1}{3} \frac{1}{c},$$

$$e_1 = - \left[1 + \frac{2n}{(n-1)^2} \sqrt{-\frac{f'_M}{d}} \left(\frac{f'}{f'_M} \right)^2 \right] \frac{2f'}{1 - \frac{2f'}{f'_M}}$$

$$e = e_1 - \sqrt{-f'_M d}, \quad (12)$$

$$r_1 = \frac{1}{2} \frac{n^2 - 1}{n^2} d - \frac{n-1}{n} \sqrt{-f'_M d},$$

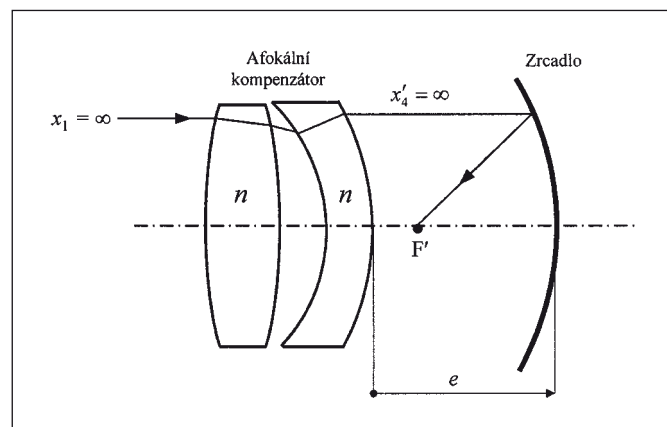
$$r_2 = r_1 - \frac{n^2 - 1}{n^2} d, \quad r_3 = \frac{f'_M - e_1}{f'_M + f'} 2f',$$

kde značí: f'_M - ohniskovou vzdálenost menisku, f' - ohniskovou vzdálenost soustavy ($f' < 0$), e - vzdálenost menisku od zrcadla, d - tloušťka menisku, n - index lomu skla menisku, r_3 - poloměr křivosti zrcadla, c - clonové číslo optické soustavy. Při volbě tloušťky menisku můžeme použít vztah $d = 0,1D$ (z výrobních důvodů), kde D je průměr menisku.

Parametry optické soustavy získané podle předcházejících rovnic pak použijeme jako vstupní parametry pro další optimalizaci této soustavy pomocí nějakého programu pro výpočet optických soustav, např. ZEMAX [6] apod.

1.3. Astronomická komora s dvoučlenným čočkovým kompenzátořem

Zabýváme se nyní další optickou soustavou pro korekci zbytkových vad zrcadla a sice dvoučlenným čočkovým kompenzátořem (obr. 3).



Obr. 3 Astronomická komora s afokálním kompenzátořem

Abychom mohli využít vlastnosti zrcadel, a sice toho, že nemají žádnou barevnou vadu, musí lámavost φ_1 a φ_2 obou členů kompenzátořu splňovat následující vztahy

$$\varphi_1 + \varphi_2 = \varphi_k \quad \text{lámavost soustavy,}$$

$$\frac{\varphi_1}{v_1} + \frac{\varphi_2}{v_2} = E = 0 \quad \text{barevná vada polohy (primární),}$$

$$p_1 \frac{\varphi_1}{v_1} + p_2 \frac{\varphi_2}{v_2} = \bar{E} = 0 \quad \text{barevná vada polohy (sekundární),}$$

kde v_1, v_2 a p_1, p_2 jsou Abbeova čísla a parciální disperse optických skel jednotlivých členů kompenzátořu. Řešením těchto vztahů dostáváme $\varphi_1 = -\varphi_2$, a tedy $\varphi_k = 0, v_1 = v_2, n_1 = n_2$.

Vidíme, že obě čočky kompenzátoru mají stejnou lámavost, ale opačného znaménka, a tedy výsledná lámavost kompenzátoru je nulová, kompenzátor je afokální. Dále pak oba členy kompenzátoru jsou zhotoveny ze stejného druhu skla. Afokální kompenzátor je tedy apochromatický a nevznáší tedy, ve spojení se zrcadlovou soustavou, prakticky žádnou barevnou vadu.

Abychom zjistili, jaké jsou korekční možnosti afokálního kompenzátoru, zabýváme se nyní jednotlivými aberačními koeficienty v oblasti aberací 3. řádu.

Pro koeficient A_k otvorové vady 3. řádu, platí pro jednoduchou tenkou čočku a pro $h_1 = h_2 = 1$ vztah [3]

$$A_k = \sum_{i=1}^2 (a_i \rho_i^2 - 2b_i \rho_i + c_i),$$

kde ρ_i ($i = 1, 2$) je tvarový parametr i -tého členu optické soustavy a je svázán s poloměry křivosti r_i a r'_i i -tého členu optické soustavy vztahem

$$\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r'_i} = 2(\rho_i + \xi_i),$$

dále pak

$$a_i = \frac{n_i + 2}{n_i} \varphi_i, \quad b_i = \varphi_i \xi_i, \quad c_i = \left[\frac{n_i \varphi_i}{2(n_i - 1)} \right]^2 \varphi_i, \quad 2\xi_i = \frac{1}{x_i} + \frac{1}{x'_i}.$$

Vzhledem k afokálnosti kompenzátoru platí

$$a_2 = -a_1, \quad b_1 = -b_2, \quad c_2 = -c_1, \quad \xi_1 = \xi_2 = \frac{1}{2} \varphi_1.$$

Po dosažení a úpravě máme

$$A_k = a_1 (\rho_1^2 - \rho_2^2) - \varphi_1^2 (\rho_1 - \rho_2) \quad (13)$$

Pro koeficient B_k komy 3. řádu platí [3] ($l_1 = l_2 = 0$)

$$B_k = \sum_{i=1}^2 (e_i \rho_i - b_i),$$

kde

$$e_i = \frac{n_i + 1}{n_i} \varphi_i.$$

Vzhledem k afokálnosti kompenzátoru platí $e_2 = -e_1$, a tedy

$$B_k = e_1 (\rho_1 - \rho_2). \quad (14)$$

Řešením rovnic (13) a (14)

$$\rho_1 = \frac{a+b}{2}, \quad \rho_2 = \frac{a-b}{2}, \quad (15)$$

kde

$$a = \frac{n+1}{n+2} \frac{A_k}{B_k} + \frac{n}{n+2} \varphi_1, \quad b = \frac{n}{n+1} \frac{B_k}{\varphi_1}.$$

Pro koeficienty astigmatismu C_k a sklenutí P_k kompenzátoru platí [3]

$$C_k = \sum_{i=1}^2 (h_i^2 l_i^2 M_i + 2h_i l_i N_i + \varphi_i) = \varphi_1 + \varphi_2 = 0,$$

$$P_k = \frac{\varphi_1}{n} + \frac{\varphi_2}{n} = 0.$$

Pro aberační rovnice celé soustavy (kompenzátor + zrcadlo) dostáváme pro $\varphi = 1, x_1 = \infty, h_1 = h_2 = 1, l_1 = l_2 = 0$.

1) Otvorová vada

Pro koeficient A_z otvorové vady 3. řádu zrcadla podle (5) platí

$$A_z = h^4 Q^2 \alpha.$$

V případě zrcadla máme

$$Q_z = \left(\frac{\varphi}{2} + \frac{n}{x'} \right) = - \left(\frac{\varphi}{2} + \frac{n}{x} \right), \quad \alpha_z = \frac{\varphi}{n^2}, \quad M_z = Q_z^2 \alpha_z,$$

a tedy

$$A_z = h^4 M_z = h^4 \varphi \left(\frac{\varphi}{2n} + \frac{1}{x} \right)^2 = h^4 \varphi \left(\frac{\varphi}{2n} + \frac{1}{x'} \right)^2, \quad \varphi = -\frac{2n}{r},$$

kde h je dopadová výška aperturního paprsku na zrcadlo, φ lámavost zrcadla, n index lomu prostředí před zrcadlem, x , resp. x' vzdálenost předmětu, resp. obrazu od zrcadla a r poloměr křivosti zrcadla. V našem případě je $h = 1, n = 1, \varphi = 1, x = \infty$ a tedy $A_z = M_z = 1/4$. Pro aberační koeficient otvorové vady 3. řádu celé soustavy (kompenzátor + zrcadlo) pak platí

$$A = A_k + A_z = A_k + 1/4,$$

a tedy

$$A_k = A - 1/4. \quad (16)$$

2) Koma

Pro aberační koeficient B komy 3. řádu celé soustavy (kompenzátor + zrcadlo) pak platí

$$B = B_k + B_z = B_k + l_z M_z + N_z,$$

kde

$$N_z = Q_z \alpha_z = \frac{\varphi}{n} \left(\frac{\varphi}{2n} + \frac{1}{x'} \right) = -\frac{\varphi}{n} \left(\frac{\varphi}{2n} + \frac{1}{x} \right).$$

Použitím druhé Seidelovy věty dostáváme

$$l_z = h_3 \left(\frac{l_1}{h_1} + \vartheta_3 \right) = e.$$

Dále platí

$$M_z = 1/4, \quad N_z = -1/2,$$

a tedy

$$B_k = B + 1/2 - e/4. \quad (17)$$

3) Astigmatismus a sklenutí

Pro aberační koeficienty astigmatismu C a zklenutí P 3. řádu celé soustavy (kompenzátor + zrcadlo) platí

$$C = C_k + C_z = l_z^2 M_z + 2l_z N_z + \varphi = e^2/4 - e + 1, \quad (18)$$

$$P = P_k + P_z = -1.$$

Vypočteme si nyní z rovnice (18) vzdálenost mezi kompenzátozem a zrcadlem

$$e = 2(1 - \sqrt{C}). \quad (19)$$

Je-li $C = 0$, potom $e = 2$. Dosaďme-li za e do rovnice komy, dostaneme $B = 0$, a tedy $\rho_1 = \rho_2$. Z rovnice pro otvorovou vadu plyne $A = 1/4$. Je-li tedy kompenzátor umístěn ve středu křivosti zrcadla, nekoriguje otvorovou vadu zrcadla.

Poloměry křivosti obou členů kompenzátoru vypočítáme pomocí rovnic

$$\frac{1}{r_i} = (\rho_i + \xi_i) + \frac{\varphi_i}{2(n-1)}, \quad \frac{1}{r'_i} = (\rho_i + \xi_i) - \frac{\varphi_i}{2(n-1)}, \quad i = 1, 2. \quad (20)$$

Při výpočtu postupujeme tak, že volíme A, B, C, φ, n . Z rovnice (18) vypočítáme vzdálenost e . Dosadíme-li nyní za e do vztahu (17), získáme B_k . Ze vztahu (16) vypočítáme A_k . Dosadíme-li nyní za A_k, B_k, φ_1 do (15) vypočítáme snadno ρ_1 a ρ_2 . Dosazením do (20) získáme poloměry křivosti čoček kompenzátoru. Nalezené hodnoty platí pro $f' = -1$. Pro jinou ohniskovou vzdálenost musíme tyto hodnoty násobit příslušnou hodnotou ohniskové vzdálenosti. Poloměr křivosti zrcadla je dán vztahem

$$r_3 = 2f', \quad (21)$$

kde f' je ohnisková vzdálenost soustavy ($f' < 0$).

Lámavost φ_1 prvního členu kompenzátoru lze užít jako parametr. Požadujeme-li např., aby poslední plocha kompenzátoru byla rovina ($r_2 = \infty$), potom užitím rovnic (15), (16), (17), (19) a (20) dostáváme pro lámavost φ_1 následující rovnici

$$\frac{n(2n+1)}{(n+2)(n-1)}\varphi_1^2 + \frac{(n+1)}{(n+2)}\frac{A_k}{B_k}\varphi_1 - \frac{n}{(n+1)}B_k = 0.$$

Např. pro $A = B = 0, C = 0,22, n_D = 1,51680$ (sklo BK7) dostáváme dvě řešení: $\varphi_{11} = 0,3475$ a $\varphi_{12} = -0,1208$.

Shrňme-li získané výsledky, dostáváme pro výpočet parametrů astronomické komory s afokálním kompenzátořem následující postup.

Volíme A, B, C, φ_1 a dále postupujeme podle následujících rovnic, platí ($\varphi = 1, f' = -1$)

$$A_k = A - 1/4, B_k = B + 1/2 - e/4, e = 2(1 - \sqrt{C}),$$

$$a = \frac{n+1}{n+2}\frac{A_k}{B_k} + \frac{n}{n+2}\varphi_1, b = \frac{n}{n+1}\frac{B_k}{\varphi_1}, \rho_1 = \frac{a+b}{2}, \rho_2 = \frac{a-b}{2},$$

$$\alpha = \frac{n\varphi_1}{2(n-1)}, \beta = \frac{\varphi_1(n-2)}{2(n-1)},$$

$$\frac{1}{r_1} = \rho_1 + \alpha, \frac{1}{r_1'} = \rho_1 + \beta, \frac{1}{r_2} = \rho_2 + \beta, \frac{1}{r_2'} = \rho_2 + \alpha, r_3 = -2.$$

Parametry optické soustavy získané podle předcházejících rovnic pak použijeme jako vstupní parametry pro další optimalizaci této soustavy pomocí nějakého programu pro výpočet optických soustav, např. ZEMAX [6]. Astronomická komora s dvoučlenným afokálním kompenzátořem poskytuje mnohem lepší zobrazení, než je tomu v předešlém případě astronomické komory s achromatickým meniskem. Lze u ní dosáhnout vysoké kvality zobrazení, a to i pro velmi malé clonové číslo (např. $c = 1$).

Afokální kompenzátoř lze umístit i do sbíhavého paprskového svazku, výpočet parametrů kompenzátořu pak probíhá zcela analogicky jako v uvedeném případě, a proto se jím nebudeme zabývat.

2. ASTRONOMICKÉ POZOROVACÍ DALEKOHLEDY

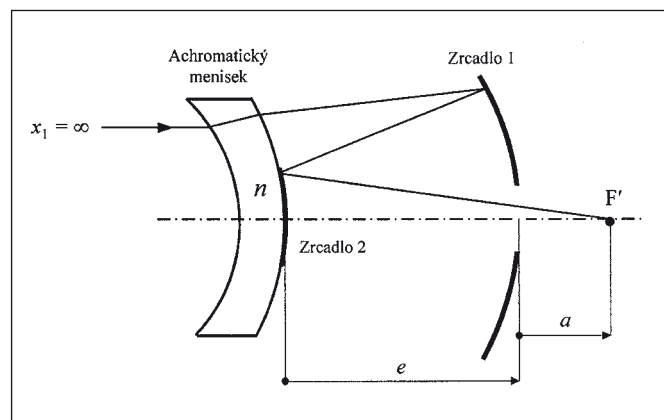
V předcházející části jsme se zabývali výpočtem parametrů dvou typů astronomických fotografických komor. V dalším se budeme zabývat výpočtem parametrů astronomických pozorovacích dalekohledů, přesněji jejich objektivů, a budeme přitom využívat výsledky získané v předcházející části práce. Objektivy astronomických pozorovacích dalekohledů doznaly během vývoje velké rozmanitosti, a to od obyčejných achromatických dubletů, přes apochromatické dublety a triplety, které mohly vzniknout v důsledku vývoje nových typů optických skel, jejichž parametry umožnily kompenzovat barevnou vadu těchto objektivů na minimum. Cena těchto objektivů je však velmi vysoká, neboť použitá speciální optická skla jsou velmi drahá a choulostivá na vliv atmo-

sféry. Také průměr těchto objektivů je limitován technologickými možnostmi výroby optických skel. V oblasti čistě zrcadlových objektivů se nejvíce uplatnily soustavy Cassegrainovy, které umožňují dosáhnout značného zkrácení stavební délky objektivu a použitím dvou asférických zrcadel také dobré kvality zobrazení. Při použití sférických zrcadel je nutno použít pro kompenzaci zbytkových aberací zrcadlové soustavy nějaký kompenzátoř, a to buď achromatický meniskus, nebo afokální kompenzátoř. Získáme tak objektiv, který je co do kvality zobrazení prakticky rovnocenný objektivu s asférickými plochami, a to při mnohem nižší výrobní ceně.

2.1. Meniskový Cassegrainův objektiv

Cassegrainův objektiv je tvořen dvěma kulovými zrcadly, z nichž první je vyduté a druhé vypuklé. Zrcadla jsou od sebe vzdálena o hodnotu e a obraz se vytváří v obrátovém ohnisku objektivu F' , které se nachází ve vzdálenosti a od vrcholu prvního zrcadla. Pro korekci zbytkových vad těchto dvou zrcadel se používají různé kompenzátořy.

a) Zabýváme se nyní výpočtem objektivu Cassegrainova typu s achromatickým meniskem jako kompenzátořem. Při výpočtu budeme požadovat, aby druhá plocha menisku sloužila jako druhé odrazné zrcadlo, tedy $r_2 = r_4$ (obr. 4).



Obr. 4 Meniskový Cassegrainův objektiv

Lámavost achromatického menisku můžeme, podle předcházejícího, přibližně vyjádřit ve tvaru

$$\varphi_M \approx -\left(\frac{n-1}{n}\right)^2 \frac{d}{r_2^2},$$

dále platí pro $n_1 = 1, n_2 = n, n_3 = 1, n_4 = -1$,

$$\varphi_3 = \frac{2}{r_3}, \varphi_4 = \frac{2}{r_2}, \varphi_M \approx -\left(\frac{n-1}{n}\right)^2 \left(\frac{\varphi_4}{2}\right)^2 d, \quad (22)$$

kde φ_3 a φ_4 jsou lámavosti prvního a druhého odrazného zrcadla. Pro koeficient otvorové vady menisku úpravou vztahu (9) dostáváme

$$A_M = -\left(\frac{n+1}{n}\right)\left(\frac{n-1}{n}\right)^2 \left(\frac{\varphi_4}{2}\right)^4 d. \quad (23)$$

Pro koeficient otvorové vady hlavního zrcadla platí

$$A_3 = h_3^4 \varphi_3 \left(\frac{\varphi_3}{2} + \frac{1}{x_3}\right)^2 \approx \frac{1}{4} \left(\frac{1-h_4}{h_4-a}\right)^3, \quad (24)$$

kde jsme přibližně položili

$$h_3 \approx 1, 1/x_3 \approx 0, \varphi_3 \approx \frac{1-h_4}{h_4-a}.$$

Pro koeficient otvorové vady pomocného zrcátka platí

$$A_4 = h_4^4 \varphi_4 \left(\frac{\varphi_4}{2} - \frac{1}{x'_4} \right)^2.$$

Protože platí

$$x'_4 = f' h_4,$$

kde f' je ohnisková vzdálenost soustavy ($f' > 0$), dostáváme

$$A_4 = 2h_4^4 \left(\frac{\varphi_4}{2} \right)^3 - 4h_4^3 \varphi_4 \left(\frac{\varphi_4}{2} \right)^2 + 2(h_4 \varphi_4)^2 \left(\frac{\varphi_4}{2} \right). \quad (25)$$

Pro koeficient otvorové vady A celé soustavy (menisek + dvě zrcadla) platí:

$$A = A_M + A_3 + A_4,$$

Dosadíme-li sem vztahy (23), (24) a (25), dostáváme pro $\varphi = 1$, $A = 0$

$$\alpha_1 \left(\frac{\varphi_4}{2} \right)^4 + \alpha_2 \left(\frac{\varphi_4}{2} \right)^3 + \alpha_3 \left(\frac{\varphi_4}{2} \right)^2 + \alpha_4 \left(\frac{\varphi_4}{2} \right) + \alpha_5 = 0, \quad (26)$$

kde

$$\alpha_1 = -\left(\frac{n+1}{n} \right) \left(\frac{n-1}{n} \right)^2 d, \alpha_2 = 2h_4^4, \alpha_3 = -4h_4^3,$$

$$\alpha_4 = 2h_4^2, \alpha_5 = A_3 \approx \frac{1}{4} \left(\frac{1-h_4}{h_4-a} \right)^3.$$

Řešením rovnice (26) získáme hodnotu $\varphi_4/2$ ($\varphi_4/2 < 0$). Poloměry křivosti r_1 a r_2 achromatického menisku pak vypočítáme ze vztahů

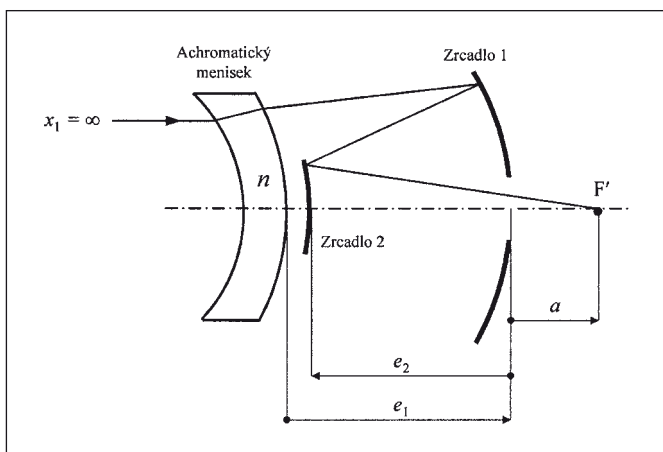
$$r_2 = r_4 = 2/\varphi_4, \quad r_1 = r_2 + \frac{n^2-1}{n^2} d.$$

Pro zobrazení ($\varphi = 1$) platí následující vztahy, z kterých vypočítáme vzdálenost e a poloměr křivosti r_3 zrcadla

$$u_1 = 0, h_1 = 1, u_2 = \frac{n-1}{nr_1}, h_2 = h_1 - d u_2, \quad (27)$$

$$u_3 = n u_2 + h_2 \frac{1-n}{r_2}, u_4 = \frac{2h_4}{r_2} - 1, u_5 = 1,$$

$$e = \frac{h_4 - h_2}{u_4 - u_3}, h_3 = h_2 - e u_3, r_3 = \frac{2h_3}{u_3 + u_4}. \quad (28)$$



Obr. 5 Meniskový Cassegrainův objektiv

Takto vypočítaná soustava nám dává první přiblížení k soustavě korigované. Pomocí vztahů (27) a (28) vypočítáme novou hodnotu aberačního koeficientu A_3 , platí

$$\varphi_3 = -\frac{2}{r_3}, \quad x_3 = \frac{h_3}{u_3}, \quad \alpha_5 = A_3 = h_3^4 \varphi_3 \left(\frac{\varphi_3}{2} + \frac{1}{x_3} \right)^2.$$

Dosažením do rovnice (26) a jejím řešením pak získáme nové hodnoty lámavosti. Výpočet opakujeme tak dlouho, až bude hodnota aberačního koeficientu A dostatečně malá. Pro výpočet aberačního koeficientu A uijeme vztah

$$A = \sum_{i=1}^4 h_i \left(\frac{\Delta u_i}{\Delta(1/n_i)} \right)^2 \Delta \left(\frac{u_i}{n_i} \right).$$

b) Zabýváme se nyní výpočtem parametrů objektivu Cassegrainova typu s kompenzátorem typu achromatického menisku, zobrazeného na obr. 5. Výpočet provedeme pro $\varphi = 1$ ($f' = 1$).

Pro koeficient otvorové vady menisku podle vztahu (8) platí ($h_1 = 1, u_1 = 0$)

$$A_M = \left(\frac{n}{n-1} \right)^2 \left[\frac{u_2^3}{n} + h_2 (u_3 - u_2)^2 \left(u_3 - \frac{u_2}{n} \right) \right]. \quad (29)$$

Podmínka achromasie menisku má podle (9) tvar

$$h_2 = -\frac{u_2}{u_3 - u_2} = 1 - d u_2, \quad (30)$$

kde d je tloušťka achromatického menisku. Koeficient otvorové vady A_3 zrcadla 1 (hlavní zrcadlo), jehož lámavost je φ_3 , je dána vztahem

$$A_3 = h_3^4 \varphi_3 \left(\frac{\varphi_3}{2} + \frac{1}{x_3} \right)^2 = h_3^2 \varphi_3 \left(h_3 \frac{\varphi_3}{2} + u_3 \right)^2 \quad (31)$$

a koeficient otvorové vady A_4 zrcadla 2 (pomocné zrcadlo), jehož lámavost je φ_4 , je dána vztahem

$$A_4 = h_4^4 \varphi_4 \left(\frac{\varphi_4}{2} - \frac{1}{x'_4} \right)^2. \quad (32)$$

Bude tedy koeficient otvorové vady A_Z zrcadlové části objektivu dán vztahem

$$A_Z = A_3 + A_4.$$

Pro koeficient otvorové vady A objektivu bude tedy platit

$$A = A_M + A_Z. \quad (33)$$

Užitím vztahů (29), (30) a (33) dostáváme pro úhel u_2 následující rovnici

$$u_2^5 - \left(\frac{n+1}{n} \right) u_2^4 + \left(\frac{A_Z}{K} \right) u_2^2 - \left(\frac{2A_Z}{Kd} \right) u_2 + \left(\frac{A_Z}{Kd^2} \right) = A, \quad (34)$$

kde

$$K = \frac{n}{(n-1)^2}.$$

Úhel u_3 pak vypočítáme ze vztahu

$$u_3 = u_2 - \frac{u_2}{1 - d u_2}. \quad (35)$$

Abychom mohli řešit rovnici (34), musíme znát hodnotu aberačního koeficientu A_Z . Vzhledem k tomu, že neznáme přesnou

hodnotu koeficientu A_z , neboť tento závisí na úhlu u_2 , provedeme nejprve přibližný výpočet tohoto koeficientu za předpokladu, že $h_3 = 1$ a $x_3 = \infty$. Za tohoto předpokladu pak platí

$$\varphi_3 = \frac{1-h_4}{h_4-a}, r_3 = -\frac{2}{\varphi_3}, \varphi_4 = \frac{1-\varphi_3}{h_4}, r_4 = \frac{2}{\varphi_4},$$

$$x'_4 = h_4 = e_2 + a, e_2 = h_4 - a, x_4 = 0,5r_3 + e_2.$$

Dosažením těchto vztahů do rovnic (31) a (32) pak můžeme vypočítat přibližnou hodnotu aberačního koeficientu A_z . Vyřešíme rovnici (34) pro $A = 0$ a tím získáme přibližnou hodnotu úhlu u_2 . Po dosažení do (35) pak určíme úhel u_3 . Vypočítáme si koeficient otvorové vady ze vztahu

$$A = \sum_{i=1}^4 h_i \left(\frac{\Delta u_i}{\Delta(1/n_i)} \right)^2 \Delta \left(\frac{u_i}{n_i} \right). \quad (36)$$

Hodnota tohoto koeficientu nebude nulová v důsledku přibližného určení koeficientu A_z . Budeme proto opakovat výpočet pro přesnější hodnoty výšky h_3 a lámavostí φ_3 a φ_4 , které určíme ze vztahů ($u_5 = 1$)

$$h_3 = h_2 - e_1 u_3, r_3 = \frac{2h_3}{u_3 + u_4}, r_4 = \frac{2h_4}{u_4 + u_5}, \varphi_3 = -\frac{2}{r_3}, \varphi_4 = \frac{2}{r_4}.$$

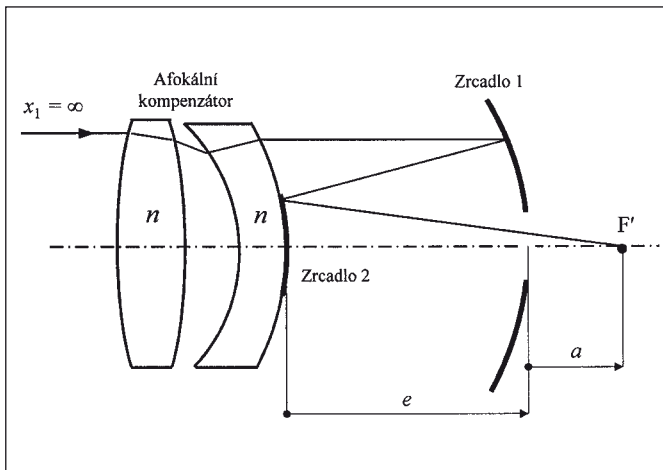
Po několika iteracích již bude aberační koeficient A prakticky nulový. Poloměry křivosti r_1 a r_2 achromatického menisku pak určíme ze vztahů ($h_1 = 1, u_1 = 0$)

$$r_i = \frac{h_i(n_{i+1} - n_i)}{n_{i+1}u_{i+1} - n_i u_i}, i = 1, 2. \quad (37)$$

Při výpočtu postupujeme tak, že volíme: d, n, h_4, a . Výšku h_4 volíme v rozmezí $h_4 = 0,3 \div 0,4$ a vzdálenost e_1 volíme o málo větší než e_2 .

2.2. Cassegrainův objektiv s dvoudílným afokálním kompenzátorem

V případě tohoto typu objektivu, jehož schéma je znázorněno na obr. 5a, zde pro korekci zbytkových vad zrcadlové části užitíme dvoudílný afokální kompenzátor. Budeme požadovat, aby poslední plocha kompenzátoru byla zároveň pomocným odrazným zrcátkem. Jak jsme již dříve ukázali, platí pro lámavost kompenzátoru $\varphi_k = 0$. Lámavost soustavy je tedy dána vztahem ($h_1 = h_2 = h_3 = 1$)



Obr. 5a Cassegrainův objektiv s afokálním kompenzátorem

$$\varphi_3 + h_4 \varphi_4 = \varphi = 1,$$

dále platí následující vztahy

$$\varphi_3 = \frac{1-h_4}{h_4-a}, r_3 = -\frac{2}{\varphi_3}, \varphi_4 = \frac{1-\varphi_3}{h_4}, r_4 = \frac{2}{\varphi_4},$$

$$x'_4 = h_4 = e + a, e = h_4 - a, x_4 = 0,5r_3 + e.$$

Má-li být splněna podmínka $r_4 = r'_2$, musí podle (19) platit

$$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{h_4} + \frac{1}{x_4} \right) = \rho_2 + \xi_2 + \frac{\varphi_1}{2(n-1)},$$

odtud po úpravě obdržíme

$$2\rho_2 = \varphi_4 - \varphi_1 \frac{n}{n-1}. \quad (38)$$

Ve spojení s rovnicí (14) dostáváme po úpravě

$$\varphi_1^2 \beta_1 + \varphi_1 \beta_2 + \beta_3 = 0,$$

$$\beta_1 = - \left(\frac{n}{n-1} + \frac{n}{n+2} \right),$$

$$\beta_2 = \varphi_4 - \frac{A_k n + 1}{B_k n + 2},$$

$$\beta_3 = B_k \frac{n}{n+1}.$$

Použitím druhé Seidelovy věty dostáváme

$$l_3 = e, l_4 = e(1 + h_4).$$

Dále platí

$$M_3 = \frac{1}{4} \varphi_3^3, N_3 = -\frac{1}{2} \varphi_3^2, M_4 = \varphi_4 \left(\frac{\varphi_4}{2} - \frac{1}{h_4} \right)^2,$$

$$N_4 = \varphi_4 \left(\frac{\varphi_4}{2} - \frac{1}{h_4} \right),$$

$$A_3 = M_3, B_3 = l_3 M_3 + N_3, A_4 = h_4^4 M_4,$$

$$B_4 = h_4^3 l_4 M_4 + h_4^2 N_4. \quad (40)$$

Koeficient otvorové vady A_k a koeficient komy B_k vypočítáme pomocí vztahů

$$A_k = A - (A_3 + A_4), B_k = B - (B_3 + B_4). \quad (41)$$

Při výpočtu postupujeme tedy takto: volíme $\varphi = 1, A, B, n, a, h_4$. Pomocí vztahů uvedených na začátku odstavce vypočítáme r_3 a r_4 . Dále určíme vzdálenost e mezi zrcadly a pomocí vztahů (40) a (41) určíme A_k a B_k . Dosažením těchto hodnot do rovnic (39) určíme φ_1 a po dosažení do (29) vypočítáme ρ_2 . Pomocí rovnice (14) pak vypočítáme ρ_1 . Ze vztahů (20) pak získáme příslušné poloměry křivosti jednotlivých členů kompenzátoru.

(Pokračování článku v příštím čísle)

Hoya Vision Care expanduje v České republice



Hoya Vision Care, divize společnosti Hoya Corporation, která je klíčovým hráčem na světovém trhu brýlových čoček, v polovině srpna 2008 oznámila akvizici společnosti Dioptra CZ, jednoho z předních distributorů brýlových čoček v České republice.

HOYA

kvalifikovaným profesionálům v oboru péče o oči a příznivému demografickému vývoji“, řekl pan Gerald W. Bottero, prezident a CEO divize Hoya Vision Care.

Své bohaté zkušenosti a tradiční postavení na trhu rozvíjela společnost Dioptra již od svého vzniku v roce 1896. V roce 2007 společnost Dioptra založila dceřinou společností Dioptra CZ, která se stala výhradním distributorem brýlových čoček značky Hoya a Dioptra v ČR. Změnou majitele získala společnost výhodu silného zázemí mezinárodní firmy, ze které může profitovat při poskytování služeb očním optikům. V současné době HOYA Lens CZ (původně Dioptra CZ) zaměstnává v Turnově (který je známý jako „srdce Českého ráje“) celkem 32 pracovníků a v roce 2007 dosáhla obrátu více než 100 milionů Kč.

15. ledna 2009 se stala generální ředitelkou společnosti HOYA Lens CZ Ivana Nechanická, která pracovala pro Hoya již 8 let v USA. Paní Nechanická většinu svého života pracovala v sektoru brýlové optiky a učila i na optické škole. Do ČR se vrací po letech strávených v zahraničí.

Akvizicí společnosti Dioptra CZ získala Hoya možnost zvýšit prodej nejmodernějších produktů na rychle se rozvíjícím českém trhu. Společnost Hoya očekává na českém optickém trhu růst o více než 10 % ročně. Motorem tohoto růstu bude zejména rychlý přechod z minerálních čoček na plastové a stejně rychlý růst podílu technologicky vyspělejších tzv. progresivních čoček, nahrazujících bifokální skla.

„Budoucnost společnosti Hoya na českém trhu v nás vyvolává opravdové nadšení, očekáváme vyšší prodeje progresivních brýlových čoček díky rostoucím příjmům obyvatelstva, vysoce

Aby mohla Hoya nabídnout brýlové čočky nejlepší kvality, spojila své síly s výrobcem vysokofrekvenčních fréz firmou Schneider. Společně vyvinuli a vyzkoušeli patentovanou FreeForm design technologii. Pomocí této technologie Hoya uvedla v roce 2004 na trh první brýlovou čočku s progresivními komponenty na obou stranách – Hoyalux iD. Od té doby se tato technologie dostala na novou úroveň a v současnosti je jejím výsledkem nejpokrokovější progresivní brýlová čočka na trhu – individualizovaná Hoyalux iD MyStyle. Vytvořený design na míru uživatele, který se maximálně přizpůsobí jeho životnímu stylu, zohlední předchozí korekci a nově zvolenou obrubu.

FreeForm technologie nemůže být chápána pouze jako samotný výrobní proces brýlové čočky. Je to komplexní proces začínající objednávkou, nanášením ochranného povrchu na čočku a jejím uchycením. V dalším kroku musí být zadány veškeré výrobní parametry, rychlost a směr obrábění povrchu, druh frézy, atd.

Po vytváření povrchu je nutné dosáhnout co největší hladkosti povrchu leštěním, kde Hoya vlastní několik patentů. Při leštění narážíme hned na několik problémů, například jak dosáhnout optimální kvality při použití měkkých leštících prostředků a zároveň zkrátit výrobní čas na minimum. Po samotné výrobě musí jít čočka na kontrolu, na vypálení gravur laserem a na potíštění. Gravury slouží k jednoznačné identifikaci čočky a k označení vztažných bodů.

Celý tento proces je u Hoya jedinečný a tím odlišuje výrobky Hoya od konkurence. V příštím čísle budete mít možnost seznámit se s historií FreeForm technologie a progresivních čoček.

Martin Činčura, marketing manažer, HOYA Lens CZ a.s., Soboteká 1660, 511 21 Turnov, tel.: 481 358 265, fax.: 481 323 200, e-mail: m.cincura@hoyaavision.cz

Česká účast na HANNOVER MESSE 2009



Světového průmyslového veletrhu HANNOVER MESSE 2009 v německém Hannoveru se ve dnech 20. až 24. dubna 2009 zúčastní 31 českých firem a dále Asociace inovačního podnikání AIP a česká agentura na podporu mezinárodního obchodu MPO ČR – Czech Trade. České expozice využijí celkovou výstavní plochu přes 800 metrů čtverečních v rámci odborných veletrhů ComVac, Energy, Factory Automation, MDA (Motion, Drive & Automation), INTERKAMA, Research & Technology, Surface Technology a Subcontracting. Probíhající přípravy na veletrh odrážejí dlouholetou tradici českého průmyslu i účasti českých firem na veletrhu, vliv světové krize i perspektivy inovačního podnikání.

V rámci nomenklatury ComVac vystavuje firma ATMOS Chrást s.r.o., veletrhu Energy se účastní 8 českých firem (ETD Transformátory a.s., HAKEL-Trade s.r.o., Inženýrsko-výrobní elektrotechnický podnik, KMB Systems, s.r.o., KPB INTRA s.r.o., SALTEK s.r.o., TES VSETÍN s.r.o., ZEZ SILKO s.r.o.), v rámci Factory Automation najdeme dvě české firmy (DINEL, s.r.o. a Teco a.s.), početné české zastoupení 8 firem se očekává na veletrhu MDA (CZ KETTEN s.r.o., Jihostroj a.s., TOS Znojmo a.s., Tribotec s.r.o., VUES Brno s.r.o., Wikov Gear s.r.o., WIKOV MGI a.s., ZKL a.s.), na veletrhu INTERKAMA bude mít Česká republika jediného zástupce Elis Plzeň, a.s., v sektoru Research & Development zastupuje Českou republiku Asociace inovačního podnikání a na veletrhu Surface Technology společnost NOVEX Bohemia s.r.o. Nejpočetnější je česká účast v oboru Subcontracting, kde se prezentují KOVOSVIT MAS, a.s., Power-Cast Ostmann s.r.o., S & K Tools, spol. s r.o., Sanborn, a.s., ŽELEZÁRNÝ Štěpánov spol.s.r.o. a dalších 6 vystavovatelů (CzechTrade, J. Jindra, První brněnská strojírna, Slévárna Kuřim, Triangolo a ŽDAS) ve společném stánku.

Největší výstavní plochu si na veletrhu Hannover Messe 2009 zajistila kromě vystavovatelů ve společném stánku v oboru Subcontracting v hale 3 (175 m²) společnosti ZKL a.s. (72 metrů čtverečních). Společnost Wikov Gear se spoluvystavovatelem WIKOV MGI se stánkem 45 metrů čtverečních ještě zvažuje, jak zaměří svojí expozici. Jak uvedl Martin Sychrovský, ředitel marketingu Wikov MGI: „Strojírenský holding Wikov, vyrábějící mechanická převodová zařízení a kompletní větrné elektrárny, se již potřeť za sebou zúčastní veletrhu Hannover Messe. S ohledem na finanční světovou krizi je tento veletrh pro nás jedinečnou příležitostí ke zpřesnění našich analýz o vlivu krize na jednotlivé strojírenské obory a segmenty. To nám umožní přizpůsobit střednědobé plány ve většině odvětví, do kterých Wikov dodává převodová zařízení. Ve hře o hlavní exponáty Wikovu je několik průmyslových převodovek a speciální ozubená kola, nicméně konečná volba padne koncem března.“

Světovou krizi reflektují i další vystavovatelé, mezi nimi např. firma S&K Tools, která byla založena v roce 2002 a je zaměřena na malosériovou výrobu vysoce přesných součástí (až do 0,002 mm) CNC obráběním a broušením. V krátké době se dostala na špičku v ČR, což dokumentují její dodávky do nejnáročnějších oborů průmyslu (automobilový průmysl, hydraulické systémy, vstříkovací systémy, převodová ústrojí, energetické stroje a měřidla, letectví atd.) a zákazníkům, jako je skupina BOSCH Diesel. Firma konkuruje vybavením, nejmodernějšími a efektivními japonskými a švýcarskými výrobními stroji a vysoce vzdělaným personálem. Velikost firmy (40 pracovníků ve 3 směnách) umožňuje flexibilně reagovat na požadavky zákazníků. S&K Tools se stala dodavatelem významných koncernů a 75 % dílců je exportováno do Německa, Lucemburska a USA.

Podle názoru Ing. Petra Koutného, jednatele společnosti S&K Tools, bylo možné již v září 2008 sledovat příznaky krize i v českém průmyslu. V této souvislosti říká: Očekávám, že česká vláda přejde od slovních vyjádření k přímé podpoře malých a středních firem.

Poprvé se veletrhu Hannover Messe společnost S&K Tools účastnila v roce 2004. Na letošním ročníku chce nabídnout cenově příznivé zpracování dílců a podílet se na programu úspor, kdy potenciální zákazníci chtějí najít levnější zdroj, ale s prokazatelnými referencemi, a podílet se v době hospodářské recese na procesu přemísťování výroby z velkých firem ke specialistům jako je S&K Tools. A jaká jsou očekávání? Stejně jako v roce 2004 – rozšířit síť zákazníků a obrát zvýšit o 15 až 25 %.

Význam inovací pro konsolidaci průmyslových odvětví podtrhuje účast Asociace inovačního podnikání (AIP) ČR, která se zúčastní veletrhu Hannover Messe 2009 výstavním stánkem v rámci veletrhu Research and Development již počtvrté. AIP ČR plní funkci nevládní organizace pro oblast inovačního podnikání v ČR. Cílem její účasti na Hannover Messe je prezentovat oblast výzkumu vývoje a inovací v ČR. Na stánku AIP ČR budou představeny systém inovačního podnikání v ČR, technologický profil ČR, programy mezinárodní vědeckotechnické spolupráce v rámci programu KONTAKT, EUREKA a EUROSTARS. Prezentovány budou také úspěšné inovační produkty oceněné v rámci soutěže o Cenu Inovace roku, např. prototyp Plantografu V07 (měří rozložení tlaku na ploše chodidla), mikroturbína SETUR (chráněna řadou patentů doma i v zahraničí) a další. Dále zde budou představeny vybrané výsledky Českého svazu vědeckotechnických společností: model vzdělávání MCI (Manažer kreativity a inovací) připravený DTO CZ s.r.o., Ostrava; dále budou představeny výsledky spolupráce s 32 mezinárodními organizacemi, např. FEANI (Evropská federace národních inženýrských asociací) a WFEO (Světová federace inženýrských organizací) a výsledky výzkumu a inovací oboru geoinformatika České asociace pro geoinformace.

Význam veletrhu Hannover Messe podtrhuje účast tradičních vystavovatelů a tradičních českých výrobců.

Pravidelně je od roku 1999 na veletrhu zastoupena společnost ČZ Řetězy, s.r.o., Strakonice. Její prezentace v letošním roce je zaměřena na válečkové a pouzdrové řetězy ve speciálním provedení pro všechna odvětví průmyslu. Společnost vyrábí také rozvodové řetězy do automobilů a motocyklové řetězy.

Více než 10 let se veletrhu Hannover Messe účastní společnost VUES s.r.o. Vznikla z původního Výzkumného ústavu elektrických strojů točivých, který byl založen v roce 1947 jako vývojové centrum československého elektrotechnického průmyslu. V současné době se společnost zabývá kromě opakované malosériové výroby především vývojem a výrobou speciálních nestandardních střídavých elektrických strojů, elektrických pohonů a zkušebních pracovišť s dynamometry. Vlastní oddělení R&D využívá vysoké úroveň know-how zkušených vývojových pracovníků podporovaných špičkovými softwarovými produkty a experimentální základnou ve zkušebních laboratořích. Tato vývojová základna zaručuje kvalitní splnění i těch nejnáročnějších požadavků zákazníků. Významnou oblastí aktivit VUES Brno s.r.o. je rovněž výroba elektrocentrál certifikovaných pro použití v armádách NATO a záchranných sborech. VUES Brno s.r.o. je certifikován pro

dodávky pro letecký průmysl. V oblasti zákaznických řešení nabízí provedení zkoušek v akreditované zkušebně a elektrotechnických laboratořích VUES Brno s.r.o. Na letošním Hannover Messe chce VUES s.r.o. představit novou řadu servomotorů AFW a generátor pro malou vodní elektrárnu AG40-14W. Předpokládá navázání nových obchodních styků a prohloubení spolupráce s obchodními partnery, kteří také tradičně na veletrhu vystavují.

Dalším tradičním vystavovatelem, který má za sebou více než 10 ročníků veletrhu, je Slévárna Kuřim, a.s. Firma vyrábí odlitky ze šedé a tvárné litiny a modely podle požadavků zákazníků. Na veletrhu bude nabízet volné kapacity pro výrobu. K hlavním prioritám účasti, kromě prezentace firmy, patří vyhledávání nových potenciačních odběratelů a setkání se stávajícími, monitoring konkurenčních sléváren a jimi používaných technologií a setkání s odborníky z oblasti slévárenství.

Již posedmé bude na Hannover Messe prezentovat stávajícím i potenciálním zákazníkům z celého světa svoje produkty a služby společnost Teco a. s. Firma oceňuje možnost setkat se zde s partnery, se kterými společně buduje a posiluje svoji značku ve světě a věří, že i v průběhu letošního ročníku získá řadu zajímavých kontaktů a naváže nové obchodní vztahy. Produkty firmy Teco nacházejí uplatnění v průmyslové automatizaci, potravinářství, automobilovém průmyslu, metalurgii, důlním a chemickém průmyslu, sklářském a keramickém průmyslu, vodních elektrárnách, informačních dopravních systémech a řadě dalších oblastí.

Pravidelným vystavovatelem na Hannover Messe je i společnost TES Vsetín, s.r.o., která zde představí své tradiční výrobky, motory do 1,5 MW a generátory do 6 MW, ale i nové generátory větších výkonů pro malé vodní elektrárny do 10 MW a generátory pro větrné elektrárny. Nabízet bude komponenty pro elektrické stroje, tj. výrobky podle technické dokumentace zákazníků využívající kompletní technologie firmy – lisovnu, svařovnu, obrobnu, navijárnu, impregnaci ad.

Za tradičního vystavovatele na veletrhu Hannover Messe se považuje i společnost Sanborn. Nabízí široký sortiment strojního opracování, a to jak na klasických strojích, tak na NC a CNC obráběcích centrech. Dále se zabývá montážní a servisní činností v oblasti oprav turbosoustrojí a jejich příslušenství. Mezi hlavní činnosti společnosti Sanborn patří opravy vodních, plynových a parních turbosoustrojí, včetně přelopatkování; výroba speciálního spojovacího materiálu (svorníky, matice, šrouby) pro mechaniky i chemicky namáhané spoje, jako jsou zařízení v teplárnách, elektrárnách, chemických provozech apod.; renovace kluzných kompozicových ložisek statickým i odstředivým litím; výroba kluzných kompozicových ložisek a axiálních kamenů; výroba strojních dílů a částí; obrábění velkých rotačních dílů na karuselech; výroba ultrafiltračních zařízení a odstředivek pro ekologické provozy; výroba svařenců. Na Hannover Messe 2009 chce Sanborn představit především svoje klasické produkty. Od veletrhu pak očekává rozšíření své klientely.

Od roku 2000 vystavují na veletrhu Hannover Messe pravidelně Železárny Štěpánov, spol. s r.o. Firma je slévárnou šedé a tvárné litiny, zaměřujeme se na odlitky pro výrobu elektromotorů, generátorů a převodovek, dále pak součásti čerpacích zařízení a dalších strojírenských produktů. Zabývá se zejména malosériovou, ale i kusovou výrobou odlitků od 50 kg do 3 tun. Na letošním ročníku chce prezentovat svůj tradiční program se zaměřením na náročné tenkostěnné výrobky, ukázat schopnost komplexních dodávek těchto polotovárů včetně tepelného a mechanického opracování a speciálních povrchových úprav. Očekávání spojená s účastí na veletrhu shrnuje následovně: získání nových obchodních partnerů a navázání perspektivních kontaktů, prezentace životaschopnosti firmy a budování „image“, obchodní jednání se současnými partnery, inspirace pro další rozvoj podnikání a porovnání s konkurencí.

Akciová společnost IVEP a.s. se veletrhu Hannover Messe účastní poště. Společnost vyvíjí a vyrábí venkovní i vnitřní spínací přístroje vysokého napětí a poskytuje služby v oblasti vysokonapěťových systémů (servis, zkušebnictví, poradenství). Sortiment výroby je zaměřen především do oblasti energetiky. Kromě uvedeného výrobního programu je IVEP a.s. schopna zajistit i výrobu modifikací a speciální provedení podle přání zákazníků. To lze dokumentovat např. výrobou a dodávkami zapouzdřených zaústění kabelů 110 kV s izolací SF6 do transformátorů 110 kV/vn různých výrobců. Výrobky firmy jsou úspěšně aplikovány nejen v České a Slovenské republice, ale i v dalších státech, celkem ve 42 zemích celého světa. Na Hannover Messe 2009 představí IVEP a.s. nový výrobek, vnitřní odpínač 24 kV, 630 A.

KMB systems, s.r.o. se veletrhu Hannover Messe účastní od roku 2006. Zabývá se výrobou a dodávkami měřicích, registračních a řídicích zařízení pro energetiku. Na veletrhu představí analyzátoři sítě SMP a SMPQ s vysokou přesností měření (třída „S“ dle IEC 61000-4-30 ed. 2) a vyhodnocením kvality napětí podle EN 50160. Účastí na veletrhu chce potvrdit svoji pozici na trhu a také získat nové zákazníky z nových i stávajících teritorií.

Čtyřicetiletou tradici na trhu mechanických převodovek, a to jak v ČR, tak v zahraničí, bude v Hannoveru prezentovat TOS Znojmo, a. s. Její zákazníci se nacházejí ve většině států EU, ve státech bývalého Sovětského svazu i v jihovýchodní Asii.

Nováčkem na Hannover Messe bude NOVEX Bohemia s.r.o. Ve Slaném provozuje chromovnu, která se zabývá tvrdochromem, tedy technickým chromováním pro strojírenské firmy. Tato chromovna byla dříve součástí ČKD Slaný, má tedy čtyřicetiletou tradici. Firma nabízí chromování malých i velkých dílů do průměru 500 mm a délky 8000 mm. V kooperaci i vlastními prostředky zajišťuje i broušení a leštění, které jsou u chromování nezbytné. Vzhledem k tomu, že v Čechách pracuje NOVEX Bohemia pro většinu hlavních strojírenských firem, chtěla by na veletrhu získat nové zákazníky, zejména z Německa.

Petr Beneš

CONTENTS

Topic for 15th international fair OPTA: sport and vision

(M. Střítecký)..... 31

Siemens brings on market a new liquid surface location sensor for corrosive environment (J. Studený)..... 32

Ophthalmic lenses for sun- and sport-glasses

(V. Pavlas, J. Brožek)..... 33

Optics and Fine Mechanics at Czech Technical University in Prague, Faculty of Mechanical Engineering (J. Hošek)..... 35

An article gives an overview about education and research activities performed at Division of Fine Mechanics and Optics of Faculty of Mechanical Engineering of Czech Technical University in Prague.

Application of Shack-Hartmann sensor for picture quality measurement of optical systems (M. Vraštil)..... 38

Antireflection coatings for colour-separating prism assemblies

(P. Obdržálek, J. Zdráhal) 40

Digital projectors use prism assemblies to separate the chromatic R,G,B components of source white light. Transmission of the colour-separating prisms must be as high as possible and therefore it is necessary to minimize their energy losses. From the point of view the energy losses there are three critical parts: glass, dichroic filters and antireflection coatings. The optimal antireflection coatings must have not only small values of reflection but also small values of total losses of energy in layers.

SPIE/CS – optical society informs (M. Baďurová) 42

One year experimental operation of photovoltaic system with fixed frame in Czech University of Life Sciences in Prague

(M. Libra, V. Poulek, J. Mareš, R. Novotný)..... 43

The usage of photovoltaic systems to structure of automation

(J. Mareš, M. Libra)..... 47

The photovoltaic system can be used as a one of part of automation. Photovoltaic system serves as a source of electric energy for programmable logical automat (PLC) and his peripheries. The solar regulator provides optimum charge process and accumulator's protections. The information passing about charge process and accumulator's state is based on right activity. The solar regulator working for maximum energy from the PV collectors, so that need not be directed from PLC. The current loop is suitable for communication. In the case of table of commands and information we can use this easy bus as a universal bus. The current loop is one of typical PLC's interfaces. Key words: Programmable logical automat, solar regulator, current loop.

Katadioptric systems (A. Mikš)..... 50

The paper deals with theoretical analysis of the catadioptric optical systems for astronomical telescopes and photographic telephoto lens. The formulas for calculation of parameters for four types of catadioptric optical systems are derived. The achromatic meniscus and two lens afocal optical system are used as a compensators of the residual aberrations of mirror systems.

Hoya Vision Care Expands in Czech Republic

(M. Činčura)..... 57

Hoya Corporation's Vision Care Division, a key player in the global market for ophthalmic lenses, acquired Dioptra CZ, one of the leading distributors for ophthalmic lenses in the Czech Republic. In early 2009, Hoya appointed Ms. Ivana Nechanická to serve as Managing Director of HOYA Lens CZ (former Dioptra CZ). In recent years, Hoya has carried out a great deal of research into perfecting our progressive lenses. Result of that is a headline-making addition to the Hoyalux iD family of advanced FreeForm progressives.

Czech participation in HANNOVER MESSE 2009

(P. Beneš)..... 58

From technical library (I. Brezina) 60

Z technické knihovny

Dovica, M. a kol.: Metrológia v strojárstve. 1. vyd., Strojnícka fakulta TU v Košiciach, Košice 2006, 351 s., ISBN 80-8073-407-0

Monografia je koncipovaná ako študijná pomôcka pre poslucháčov strojného inžinierstva a má poskytnúť základné znalosti z oblasti merania geometrických veličín, príslušnej meracej techniky a z oblasti predpisovania a navrhovania tolerancií. Autori (okrem prvého autora spolupracovali P. Kaľuch, J. Kováč a M. Petrík, všetci z Katedry prístrojového a biomedicínskeho inžinierstva Stroj. fakulty TU v Košiciach) spracovali danú problematiku v členení na 27 kapitol.

Po krátkom úvode je v 1. kap. vysvetlená všeobecná koncepcia geometrickej špecifikácie výrobkov (GPS) a príslušný výklad k normám GPS. Stručná história merania je podaná v 2. kap., na čo nadväzujú kapitoly o metrológii a o chybách a neistotách merania. Meraniu dĺžok sú venované ďalšie dve kapitoly (kde však mohla viacej miesta dostať aj stať o metodike merania).

V 7. kap. autori podali základné informácie o rozmerových obvodoch; ďalšie dve kap. sa zaoberajú geometrickými útvarmi a všeobecnými toleranciami. 11. kap. objasňuje drsnosť povrchu a príslušné parametre, ktoré dovoľujú drsnosť kvantifikovať. Ďalších 9 kapitol podrobne rozoberá tematiku geometrického tolerovania. Uvedené sú základné informácie k toleranciam profilu, tvaru, polohy, smeru, hádzania a uhlov.

Dôležité prvky strojných súčiastok, ozubenia a závitov sú spracované z metrologického hľadiska veľmi dobre v kapitolách 21 a 22. Nasledujúca kap. má názov „Štatistické tolerancie“, ale v skutočnosti sa zaoberá aj súvisiacou problematikou bodového a intervalového odhadu. V 24. kap. autori charakterizovali štatistické riadenie vo výrobnom procese (aj s charakterizovaním meracieho procesu!) a spôsobilosť procesov. Kap. 25 popisuje moderný spôsob vektorového kótovania a tolerovania a kap. 27 podáva informácie o počítačovej podpore tolerovania.

Ku kap. 26, týkajúcej sa súradnicovej meracej techniky, musíme však vyjadriť niekoľko kritických pripomienok: uvedená typológia súradnicových meracích strojov (obr. 26.2) je neúplná, chýba tu zmienka o metrologickom zabezpečení, údaje v Tab. 26.1. sú problematické! Na druhej strane, určite zaujme vtipná „kartografická“ interpretácia súradnicového systému a súvisiacich operácií v ňom.

Dielo je završené stručným záverom, zoznamom literatúry – 143 položiek (tieto však nie sú v texte priamo citované) a zoznamom obrázkov (346 položiek) i tabuliek.

Na záver len konštatovanie: monografia môže byť nielen užitočnou učebnicou pre študentov, ale aj ako príručka pre praktikov – metrológov v strojárskych podnikoch.

I. Brezina

KONVEX

RECEPT OPTIKA
spol. s r.o.

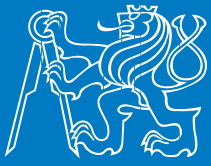


- **Dioptrické sluneční výrazně prohnuté čočky SPORT**
 - **Progresivní a bifokální čočky**
- **Nízké i vysoké dioptrické korekce, prismatické korekce**
 - **Výroba z plastových a minerálních materiálů**
 - **Běžné i speciální povrchové úpravy**
 - **Zábrusy čoček do brýlových obrub**
 - **Optimální návrhy s minimalizací tloušťky čoček**
 - **Poradenství ve výběru vhodných brýlových čoček pro oční optiky od českého výrobce brýlových čoček**

KONVEX - Recept optika spol. s r.o.

Tyršova 466, 512 63 Rovensko pod Troskami

Tel.: 481 381 137, fax: 481 381 138, e-mail: objednavky@konvex.eu



BAKALÁŘSKÝ OBOR:

OPTIKA A OPTOMETRIE

FORMA STUDIA:

PREZENČNÍ

TITUL:

Bc.

DÉLKA STUDIA:

3 roky

HLAVNÍ CÍLE OBORU

Bakalářský studijní obor Optika a optometrie je zcela nově zavedený obor studia, který si klade za cíl přípravu kvalifikovaných odborníků v oblasti optiky a optometrie v souladu s požadavky Evropské rady optiky a optometrie (ECOO) a vzdělávání nelékařských zdravotnických pracovníků v souladu s platnými legislativními předpisy o nelékařských zdravotnických povoláních.



STRUKTURA A OBSAH STUDIA

Studenti si osvojí vědomosti a praktické dovednosti z oblasti optiky, optometrie, oftalmologie a dalších souvisejících oborů. Student získá znalosti z předmětů přírodovědného základu, z preklinických a klinických lékařských předmětů s důrazem na lidské oko a předmětů s optickým zaměřením, které jsou základem přípravy pro další odborné předměty z oblasti optiky, optometrie, oftalmologie a přístrojové techniky, využívané v uvedených oborech. Po ukončení mohou absolventi oboru Optika a optometrie dále pokračovat ve studiu dvouletého navazujícího magisterského programu Biomedicínská a klinická technika v oborech Přístroje a metody pro biomedicínu a Systémová integrace procesů ve zdravotnictví.

PRAKTICKÉ UPLATNĚNÍ ABSOLVENTŮ STUDIA

Absolvent tohoto studia najde uplatnění nejen jako oční optik a optometrista, ale i v oblasti práce se speciálními lékařskými přístroji, v oblasti výroby a aplikace brýlových a kontaktních čoček a dalších příbuzných oborů. Získané vědomosti a praktické dovednosti může uplatnit ve zdravotnických zařízeních, aplikačních centrech kontaktních čoček, v provozovnách oční optiky, ve výrobě brýlových a kontaktních čoček, brýlových obrub u firem, jež se zabývají vývojem, výrobou, prodejem a servisem přístrojové techniky pro optiku, oftalmologii a optometrii.

PŘIJÍMACÍ ZKOUŠKY

Přijímací zkoušky do bakalářského studia v oboru Optika a optometrie jsou písemné ze dvou předmětů. Povinným předmětem je biologie. Druhý předmět si může student vybrat z kombinace matematika, fyzika nebo informatika.

TERMÍN ODEVZDÁNÍ PŘIHLÁŠEK

Do 31. března 2009 osobně na studijním oddělení Fakulty biomedicínské inženýrství ČVUT, nám. Sítná 3105, 272 01 Kladno nebo elektronicky či poštou doporučeně s razítkem podání nejpozději 31. března 2009.