

Oponentský posudek habilitační práce RNDr. Petera Kodyše, CSc.:

Testy křemíkových detektorů pro částicové experimenty

Oponent: Václav Vrba, CSc., Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze

Předložená habilitační práce je věnována instrumentaci dvou zásadních experimentů ve fyzice částic – experimentu ATLAS v CERN, Švýcarsko, a experimentu Belle II v laboratoři KEK, Japonsko. Pojednává o testování a vyhodnocování technologicky nejnáročnějších součástí aparatury: křemíkového dráhového detektoru (Semiconductor Central Tracker – SCT) v případě detektoru ATLAS a pixelového vertexového detektoru (PXD) detektoru Belle II. Na práce pro SCT navazují aktivity pro rozsáhlou rekonstrukci Vnitřního detektoru ATLAS v rámci projektu ITk.

Předmětem obhajoby jsou práce věnované **testování křemíkových detektorů v pražské laboratoři**. Jde o časopisecké publikace:

- [1] Bazant P., ... Kodys P. et al., Laser measurement of absolute charge collection efficiency of a silicon detector, NIMA 581 (2007), 306{309, doi: f10.1016/j.nima.2007.07.128g, 11th International Vienna Conference on Instrumentation, Vienna, FEB 19-24, 2007
- [2] Dolezal Z. et al., Laser tests of silicon detectors, NIMA 573 (2007), 12{15, doi: f10.1016/j.nima.2006.10.319g, 7th International Conference on Position-Sensitive Detectors, Univ Liverpool, Liverpool, SEP 09-13, 2005

a vnitřní zprávu kolaborace ATLAS:

- [3] Broklova Z. et al., SCT module testing system at Charles University in Prague, Technical Report ATL-INDET-2004-003, CERN, Geneva, 2003

Testování modulů ATLAS SCT a jejich vyhodnocování na testovacích svazcích jsou věnovány vnitřní zprávy ATLAS:

- [4] Broklova Z. et al., SCT End-Cap Module Description In Athena Framework, Technical Report ATL-INDET-INT-2005-001. CERN-ATL-INDET-INT-2005-001. ATL-COM-INDET-2005-006, CERN, Geneva, 2005
- [5] Dolezal Z. et al., Beamtests of Prototype ATLAS SCT Modules at CERN H8 in 2000 (2001)

a časopisecká publikace:

- [6] Abdesselam A. et al., The ATLAS semiconductor tracker end-cap module, NIMA 575 (2007), 353–389, doi: {10.1016/j.nima.2007.02.019}

Testování modulů DEPFET a jejich vyhodnocování na testovacích svazcích jsou věnovány publikace:

- [7] Andricek L. et al., Laser tests of the DEPFET gated operation, JINST 8 (2013), doi: f10.1088/1748-0221/8/01/C01051g, Topical Workshop on Electronics for Particle Physics, Oxford, ENGLAND, SEP 17-21, 2012
- [8] Andricek L. et al., Intrinsic resolutions of DEPFET detector prototypes measured at beam tests, NIMA 638 (2011), 24–32, doi: {10.1016/j.nima.2011.02.015}
- [9] Andricek L. et al., Spatial resolution analysis of micron resolution silicon pixel detectors based on beam and laser tests, NIMA 604 (2009), 385–389, doi:{10.1016/j.nima.2009.01.097}, 8th International Conference on Position Sensitive Detectors, Univ Glasgow, Glasgow, SCOTLAND, SEP 01-05, 2008
- [10] Velthuis J.J. et al., DEPFET, a monolithic active pixel sensor for the ILC, NIMA 579 (2007), 685–689, doi: f10.1016/j.nima.2007.05.278g, 6th International Symposium on Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors, Carmel, CA, SEP 11-15, 2006

Habilitační práci tvoří 24 stránkový doprovodný text, seznam použité literatury a přílohy tvořené výše uvedenými publikacemi opatřeny autorovým komentářem. Vesměs se jedná o recenzované publikace, takže nevyžadují dalšího oponentního posouzení.

Dr. Kodyš vyvinul originální metodiku testování a vyhodnocování parametrů precizních koordinátních křemíkových detektorů pomocí laserových paprsků. Tato metodika je popsána v práci [1], byla aplikována v práci [2] a po té v různých variantách pro testování celé škály dalších detektorů. Toto testovací pracoviště bylo vybudováno v Ústavu částicové a jaderné fyziky MFF UK a jeho vybavení pro kontrolu a pro zajištění kvality modulů pro SCT ATLAS je popsáno v práci [3].

Dalším tematickým okruhem popsaným v pracích [3-6] je testování křemíkových stripových detektorů pro SCT ATLAS pomocí urychlovačových svazků. Dr. Kodyš se zde výrazně podílel na analýze získaných experimentálních dat a jejich interpretaci. Do této činnosti byli do značné míry zapojováni studenti a dr. Kodyš byl vedoucím jejich studentských projektů a diplomových prací.

Třetí okruh prací [7-10] je věnován testování DEPFET (DEPleted Field Effect Transistor) detektorů pro experiment Belle II v laboratoři KEK, Tsukuba, Japonsko. Jde o velmi inovativní typ detektorů vyvinutý ve spolupráci s německými laboratořemi (Bonn Univ., MPI Mnichov) s integrovaným zesilovačem do sensorové buňky, vyznačující se vynikajícím poměrem signál/šum, možností časového spínání a řadou dalších užitečných funkcionalit. Dr. Kodyš se výrazně zasloužil o všestranné vyhodnocení jejich detekčních parametrů. Využil zde svých předchozích zkušeností z testování detektorů pro SCT ATLAS jak pomocí urychlovačových svazků, tak s využitím laserového pracoviště v laboratoři ÚČJF. Stanovení detekčních charakteristik dr. Kodyšem má zásadní význam pro jejich aplikaci v experimentu. Detailní znalost struktury snímané informace z detektoru mj. umožnila dr. Kodyšovi provést klasifikaci systematických odchylek do tříd a aplikovat na ně odpovídající korekce. To

umožnilo výrazně zlepšit prostorové rozlišení DEPFET detektorů do řádu několika μm a významně tak zvýšit kvalitu experimentálních dat a fyzikálních výsledků Belle II.

Vedle vědecké hodnoty předložené habilitační práce je neméně významný autorův přínos do utváření experimentálního pracoviště v Ústavu částicové a jaderné fyziky MFF UK a jeho pedagogická činnost. S jeho výrazným přispěním byly vybudovány čisté laboratoře pro testování křemíkových detektorů, které byly vybaveny zařízením odpovídajícím současným standardům. Za zvláštní zmínku stojí pracoviště pro vyhodnocování detekčních parametrů pomocí laserových paprsků. Zde byla provedena řada výše zmíněných originálních měření, jejichž přínos je respektován v mezinárodní odborné komunitě. Do činnosti laboratoře, stejně tak jako do práce na výše zmíněných experimentech, jsou zapojováni studenti různých stupňů studia. Řada z nich zde absolvovala doktorandské studium a získala vědeckou hodnost PhD. Na těchto pedagogických výsledcích má dr. Kodyš výrazný podíl.

Jako námět do diskuze při obhajobě habilitační práce bych měl následující otázky:

- Zda byla studována radiační odolnost DEPFET detektorů za 200 krad požadovaných pro Belle II,
- Operační zkušenosti z jejich provozu na Belle II, jak se monitorují jejich průběžné detekční parametry během fyzikálních měření,
- Jaké jsou možnosti uplatnění v experimentech na LHC, v heavy ion experimentech, atp.

Na závěr mohu konstatovat, že autor prokázal značnou erudici, zkušenost a invenci při práci na materiálech, které se staly podkladem jeho habilitační práce. Je jedním z předních českých odborníků v oblasti instrumentace aparatury pro experimenty ve fyzice částic, výsledky jeho práce mu získaly mezinárodní renomé a pozvání na četná zahraniční pracoviště – mj. Švýcarsko, Německo, Japonsko. Téma práce je aktuální, je podtrženo závažností fyzikálních výsledků dosažených pomocí aparatury, na jejíž výstavbě se autor podílel, a splňuje kritéria kladená na habilitační práce. Vědecké radě Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy proto doporučuji přijmout předloženou práci k obhajobě a po jejím úspěšném obhájení udělit RNDr. Peteru Kodyšovi, CSc. titul docent.

V Praze 20. 5. 2018

Václav Vrba, CSc.

