

## **Development of a new runaway electron diagnostics method based on strip semiconductor detectors**

Vedoucí: Ing. Michal Marčišovský Ph.D., FJFI ČVUT  
Oponent: prof. RNDr. Petr Kulhánek, CSc., FEL ČVUT

Předložená diplomová práce se zabývá aplikací křemíkových stripových detektorů s vyčítacím čipem PH32 a scintilačních detektorů s křemíkovými fotonásobiči pro zkoumání vzniku a vlastností ubíhajících elektronů (runaway electrons - RE), konstrukcí měřicí aparatury a srovnáním odezvy nově vyvinutých detektorů s existující diagnostikou tokamaku GOLEM.

Téma práce je aktuální, vyvinuté detekční metody mohou sloužit ke studiu vzniku a interakcí RE, které představují překážku v provozu velkých tokamaků. Použité hybridní křemíkové detektory s vyčítacím čipem PH32 disponují výhodou měření prostorového rozdělení toku ionizujícího záření, jsou kompaktní a umožňují operaci ve vakuu a mají relativně vysokou účinnost detekce měkkých fotonů a nabitých částic. Téma práce navazuje na studentovou bakalářskou práci, oproti které sestavil vylepšenou detekční instrumentaci na bázi dvou stripových detektorů a rozšířil ji o kompaktní scintilační detektor na bázi krystalů LYSO se světelným senzorem na bázi SiPM, čímž bylo dosaženo excelentního časového rozlišení.

V průběhu řešení diplomové práce student zkonstruoval několik samostatných detekčních systémů a úspěšně je provozoval tokamaku GOLEM. Získaná analogová a digitální data z detektorů byla korelována se signálem z existující diagnostiky a byla také provedena studie úhlové závislosti toku částic. Student experimentálně ověřil možnost operačního nasazení vyvinutého detektoru a následně provedl jeho integraci do existujícího DAQ systému tokamaku GOLEM včetně vývoje obslužného software a analýzy naměřených dat. V rámci DP Marek vytvořil Geant4 simulační model tokamaku, který využil pro studium toků odražených elektronů z limiteru.

Vlastní práce se skládá z úvodu, osmi kapitol a závěru. První dvě kapitoly jsou úvod do problematiky termojaderné fúze a tokamaků, ve třetí kapitole student krátce představuje problematiku ubíhajících elektronů. Čtvrtá kapitola je věnována mechanismům interakce elektronů a fotonů se stěnou tokamaku a detektorů. Pátá a šestá kapitola se zabývají polovodičovými a scintilačními detektory záření, s detailnějším popisem použitých křemíkových stripových detektorů, popisu zpracování signálů a vyčítacímu čipu PH32 vyvinutému na FJFI ČVUT. Sedmá kapitola se zabývá vyvinutým Geant4 modelem tokamaku pro účely studia chování RE v tokamaku. Kapitola číslo osm se věnuje dosaženým výsledkům, tj. simulacím a měřením vyvinutými detektory. V závěru se nachází rekapitulace výsledků práce a nástin dalších činností.

Obecně lze konstatovat, že student prokázal vlastní iniciativu při řešení problémů spojených s vývojem experimentálních zařízení. Velmi pozitivně hodnotím samostatnost studenta včetně přípravy instrumentace, software, provádění experimentů za ztížených podmínek a analýzy dat. Práce je zpracována na dobré odborné úrovni, je napsána čtivě v anglickém jazyce. Práci by prospělo využití spellcheckeru, nicméně občasné překlepy nepovažuji z hlediska informační hodnoty za důležité.

Při vývoji aparatury a vytváření přidruženého software pro měření si student osvojil širokou odbornou tematiku křemíkových a scintilačních detektorů a bez problému zvládl originální a náročná témata. Předpokládám, že studentovy výsledky se stanou základem pro publikace v relevantních impaktovaných časopisech a novou generaci instrumentace pro studium RE. Na základě uvedeného konstatuji, že Marek Tunkl úspěšně zpracoval zadané téma. Předložená práce splňuje požadavky kladené na diplomovou práci a hodnotím známku **A „výborně“**.