

**LC528**  
**CENTRUM LASEROVÉHO PLAZMATU**

řešitel - koordinátor - **Ing. Karel Jungwirth, DrSc.**

.....  
(podpis)

za příjemce - koordinátor - **Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. (IČ: 68378271 )**

**ředitel**  
**Jan Řídký, CSc.**

.....  
(podpis, razítko)

---

Verze zprávy: **1**      Zpracováno dne: **11.2.2008**

---

## 2. SKUTEČNOST ZA UPLYNULÉ OBDOBÍ - 2007

---

### 2.1. PROJEKTOVÝ TÝM A ŘEŠITELSKÉ TÝMY

---

#### 2.1.1. PROJEKTOVÝ TÝM

---

IČ organizace 68378271  
Obchodní jméno - název **Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.**  
Zkratka názvu FZÚ AV ČR, v.v.i.  
Role organizace příjemce - koordinátor  
Vazba na organizaci 68378271  
Druh organizace Veřejná výzkumná instituce (zákon č. 341/2005 Sb., o veřejných výzkumných institucích)

#### Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Na Slovance / 2
- PSČ, obec 18221 Praha 8
- stát Česká republika
- telefon 2 6605 2121
- [http:// www.fzu.cz](http://www.fzu.cz)

#### Bankovní spojení

- DIČ CZ-68378271
- banka kód, název 0300 - Československá obchodní banka a.s.
- číslo účtu, sp.symbol 671996443,

#### Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul za Jan Řídký CSc.

- funkce ředitel
- telefon 2 6605 2121
- mobil
- fax 2 8689 0509
- email [fzu@fzu.cz](mailto:fzu@fzu.cz)

---

IČ organizace	68407700
Obchodní jméno - název	<b>České vysoké učení technické v Praze</b>
Zkratka názvu	ČVUT v Praze
Role organizace	příjemce
Vazba na organizaci	68407700
Druh organizace	Veřejná nebo státní vysoká škola (zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (o vysokých školách))

Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Zikova 4/
- PSČ, obec 16636 Praha 6
- stát Česká republika
- telefon 22435 1111
- [http:// www.cvut.cz/](http://www.cvut.cz/)

Bankovní spojení

- DIČ CZ68407700
- banka kód, název 0100 - KB Praha 1
- číslo účtu, sp.symbol 195373100277,

Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul za prof. Ing. Václav Havlíček CSc.

- funkce rektor
- telefon 224352284
- mobil
- fax
- email [havlicek@cvut.cz](mailto:havlicek@cvut.cz)

---

IČ organizace	61389021
Obchodní jméno - název	<b>Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.</b>
Zkratka názvu	ÚFP AV ČR, v.v.i
Role organizace	příjemce
Vazba na organizaci	61389021
Druh organizace	Veřejná výzkumná instituce (zákon č. 341/2005 Sb., o veřejných výzkumných institucích)

Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Za Slovankou 1782/ 3
- PSČ, obec 18200 Praha 8
- stát Česká republika
- telefon 2 6605 2052
- [http:// www.ipp.cas.cz](http://www.ipp.cas.cz)

Bankovní spojení

- DIČ CZ-61389021
- banka kód, název 0300 - Československá obchodní banka a.s.
- číslo účtu, sp.symbol 101256398,

Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul za prof. Ing. Dr. Pavel Chráska DrSc.

- funkce ředitel
- telefon 2 6605 2052
- mobil
- fax 2 8658 6389
- email [chraska@ipp.cas.cz](mailto:chraska@ipp.cas.cz)

### 2.1.3. ZMĚNY V PROJEKTOVÉM A ŘEŠITELSKÝCH TÝMECH - rok 2007

Pč.	Typ	Popis
1	změny v projektovém týmu a řešitelských týmech	<p>Změny řešitelského týmu ve FZÚ AV ČR, v.v.i.</p> <p>Z pracovníků přijatých na dobu řešení projektu odešli z týmu Centra ve FZÚ AV ČR, v.v.i., počátkem roku 2007 Mgr. Peter Obertha (změna ohlášená v minulé zprávě) Mgr. Irena Picková Mgr. Ing. Krzysztof Jakubczak V mateřské dovolené pokračovala Ing. Gabriela Kocourková</p> <p>Z kmenových pracovníků Centra ukončili svůj pracovní poměr ve FZÚ AV ČR Dr. Sergey Koptyaev (změna ohlášená v minulé zprávě) Mgr. Dagmar Babánková (změna ohlášená v minulé zprávě)</p> <p>Na roční dlouhodobou stáž do zahraničí odjel Mgr. Martin Mašek</p>
2	změny v projektovém týmu a řešitelských týmech	<p>Změny řešitelského týmu v ÚFP AV ČR, v.v.i.</p> <p>Počátkem roku 2007 ukončili pracovní poměr v ÚFP AV ČR členové řešitelského týmu studentka FJFI Šárka Vondrová (změna ohlášená v minulé zprávě)</p> <p>a naopak členy řešitelského týmu se stali Ing. Michal Stránský – (v souladu s dodatkem ke smlouvě o poskytnutí dotace MŠMT přešel z KFE ČVUT) Jakub Mareš – operátor laseru (změna ohlášená v minulé zprávě) Ing. Jakub Hübner (doktorand, úvazek v ÚFP 0,2 ) Adéla Tůmová (jen listopad - prosinec 2007) Ing. Pavel Vetešník (úvazek v ÚFP 0,4) Ladislav Ebenstreit (jen září - prosinec 2007)</p>
3	změny v projektovém týmu a řešitelských týmech	<p>Změny řešitelského týmu na ČVUT</p> <p>Z kolektivu Centra na FJFI ČVUT na začátku roku 2007 odešli Ing. Petr Havlík (změna ohlášená v minulé zprávě) Ing. Tomáš Kapin (změna ohlášená v minulé zprávě) Ing. Petr Adámek a v průběhu roku Ing. Alena Zavadilová</p> <p>Do týmu Centra na FJFI ČVUT se naopak zařadili Mgr. Libor Švéda, PhD (změna ohlášená v minulé zprávě) Ing. Michal Drahokoupil (magisterské studium ukončil v roce 2007) Ing. Veronika Picková (magisterské studium ukončila v roce 2007).</p> <p>Z FEL ČVUT odešel na počátku roku Mgr. David Břeň Ing. Michal Stránský (v souladu s dodatkem Smlouvy přešel do ÚFP AV ČR)</p> <p>Do týmu Centra na FEL ČVUT se zařadili noví studenti doktorského studia Ing. Ekaterina Litseva (změna ohlášená v minulé zprávě)) Mgr. Martin Bohata (od 1. 9. 2007)</p>

4 změny v projektovém týmu a řešitelských týmech Od 1.1.2007 mají FZÚ AV ČR, v.v.i., a ÚFP AV ČR, v.v.i., status veřejné výzkumné instituce dle zákona č. 341/2005 Sb. o veřejných výzkumných institucích.

Od 1.6.2007 je ředitelem FZÚ AV ČR, v.v.i., Jan Řídký, CSc.

---

---

## 2.2. ČASOVÝ POSTUP PRACÍ

---

Komentář k metodice a časovému postupu prací a průběhu aktivit za uplynulé období

Práce Centra laserového plazmatu pokračovaly v roce 2007 v souladu s upřesněným ročním plánem. Z celkového počtu 25 plánovaných aktivit (z toho 2 obecné, 12 v oblasti laserového plazmatu, 6 se týkalo vývoje a aplikací rentgenových laserů a 5 výzkumu kapilárních výbojů a magnetických pinčů) byly plánované cíle 22 aktivit beze zbytku splněny. Jejich výsledky jsou v této zprávě rozděleny do 18 skupin a doloženy celkem 180 publikacemi, z toho 53 články v impaktovaných časopisech a 108 referáty na mezinárodních konferencích (viz kapitola 4.1.2. a příloha Publikace pracovníků Centra v roce 2007). Dva články o plazmových jetech ve *Physics of Plasmas* přitom získaly významné mezinárodní ocenění – byly vybrány do *American Virtual Journal of Ultrafast Science*. Pouze u 3 aktivit byly cíle naplněny jen částečně, s tím, že některé experimenty původně plánované pro rok 2007 budou uskutečněny v roce 2008 (podrobněji viz kapitola 2.2.1. a 3.2.1. této zprávy). Současně ale, jak vyplývá i z podrobnějšího popisu aktivit a výsledků v dalších částech zprávy, bylo v rámci naprosté většiny aktivit vykonáno mnoho i nad rámec původního zadání.

Jako na jeden ze svých nejzávažnějších úkolů klade Centrum velký důraz na výchovu mladých vědeckých pracovníků a studentů. Studenti se podílejí na výzkumných pracích Centra a získávají zde výsledky pro své semestrální, ročníkové, diplomové a doktorské práce. Naopak pracovníci Centra se podílejí na výuce studentů např. v nově otevřeném oboru magisterského oboru Fyzika a technika termonukleární fúze na FJFI ČVUT.

V roce 2007 obhájili disertační práce tři doktorandi Centra: M. Bittner - „Ablace materiálů fokusovaným zářením XUV laserů“ (MFF UK, září 2007) a A. Velyhan – "Interaction of charged particle beams with dust grains" (MFF UK, září 2007) a O. Klimo - "Simulations of ultrashort-pulse laser solid-target interactions" (FJFI ČVUT, duben 2007). Tato práce je navržena na PhD Research Award Evropské fyzikální společnosti.

Disertační práci "Advanced soft x-ray interferometer for diagnostics of dense plasmas" má k obhajobě připravenou M. Kozlová. Dalších 15 doktorandů pokračovalo ve studiu a v přípravě disertačních prací. J. Chalupský vypracovával metody stanovení parametrů fokusovaného svazku rtg laserů. J. Cihelka se věnoval optické emisní spektroskopii různých druhů laserového plazmatu. R. Rašín a M. Civiš spolu s diplomantem M. Ferusem sledovali chemické důsledky laserového dielektrického průrazu molekulárních plynů a podíleli se i na experimentech zaměřených na registraci optické emise horké husté hmoty (WDM). P. Váchal pokračoval ve vývoji algoritmů pro fluidní modelování laserového plazmatu, disertační práci by měl dokončit v roce 2008. J. Pšikal je školen ve spolupráci s laboratoří CELIA, Univ. Bordeaux. M. Tamáš se věnoval měření emisních spekter z kapilárního výboje a návrhu zařízení pro studium interakce femtosekundových laserových pulsů s plazmatem v kapiláře. P. Homér pracoval na vývoji fázového detektoru vlnoplochy pro rentgenový laser, K. Jakubczak se podílel na vývoji koherentního rentgenového zdroje na novém fs laseru v laboratoři PALS, J. Dostál, M. Divoký, M. Smrž, O. Novák a L. Král rozpracovávali v laboratoři SOFIA techniku generování velmi krátkých laserových impulzů, ve studiu na FEL ČVUT pokračoval K. Řezáč. Na ČVUT nastoupilo celkem pět nových doktorandů: J. Hübner, M. Drahokoupil, V. Picková, E. Litseva a M. Bohata. Do řešení projektu Centra se zapojili též noví pregraduální studenti. Na FJFI ČVUT V. Picková ve své diplomové práci navrhla systém fokusace EUV záření emitovaného z kapiláry a funkčnost zařízení experimentálně verifikovala. Diplomant M. Nevrla navrhl a realizoval zařízení pro studium kapilárního výboje v argonu. Diplomová práce M. Drahokoupila byla zaměřena na vývoj laserů s velmi krátkým pulsem. Na FEL ČVUT bylo řešeno 5 semestrálních prací a 3 bakalářské práce, z nichž 2 byly obhájeny. Výsledky získané v Centru ve spolupráci s KFPP MFF UK představovaly experimentální část bakalářské práce T. Buriana a ročníkové práce R. Sedláře.

Nové impulzy získala v roce 2007 mezinárodní spolupráce Centra. Společná laboratoř terawattového jódového laseru PALS je již čtvrtým rokem pevně zakotvena v konsorciu předních evropských laserových laboratoří LASERLAB-EUROPE, s nímž bude v r. 2008 společně řešit projekty 6. i 7. RP a současně připravuje nový konsorciální projekt LASERLAB II pro 7. rámcový program EU. Vedoucí pracovníci Centra se podíleli na přípravě první tzv. Road Map evropského výzkumného prostoru a účastní se přípravné fáze projektů velkých evropských laserů HiPER a ELI. V rámci stávajícího programu LASERLAB-EUROPE byly v laboratoři PALS v roce 2007 postupně realizovány tyto společné mezinárodní experimentální projekty: "Plasma jet generation, characterization and their interaction with a gas cloud" (Ph. Nicolai, CELIA, Bordeaux), "Radiative shocks of astrophysical interest" (Ch. Stehlé, LUTH, Observatoire de

Paris), "Volumetrically heated ultradense plasmas produced by focused x-ray laser" (P. Renaudin, CEA Bruyères-le-Châtel), "Investigation of an innershell x-ray laser in Na" (přípravná fáze, S. Sebban, LOA Laboratoire d'Optique Appliquée, Palaiseau). V rámci KIT EURATOM pak proběhla velmi úspěšná série experimentů zaměřených na výzkum interakce laserem generovaných plazmových jetů s okolním prostředím Formation of plasma jets and their interaction with ambient (P. Pisarczyk, IPPLM Varšava). Výsledky těchto a dalších prací jsou podrobněji popsány v příloze 4.1.1. této zprávy.

Pracovníci Centra z FJFI a FZÚ změřili v květnu 2007 na laseru PALS parametry mikroheterogenního plazmatu, které vzniká při interakci intenzivního laserového záření s podkritickou pěnou (aerogelem TMPTA) dopovanou chlórem. Výsledky přinesly významné informace o parametrech plazmatu z pěny a ukázaly na možnost využití tohoto média jako dobře definovaného zdroje čárového rentgenového záření. V laboratoři fs laseru na FJFI bylo v únoru zprovozněno zařízení pro vyřezávání jednotlivého pulsu, v prvním pololetí byly provedeny pilotní experimenty (vrtání miniaturních děr, generace rázové vlny, ablace) a v září byla zprovozněna vakuová komora, zatím s ručním nastavováním terče. Byla uskutečněna první měření XUV emise z pevného terče a z plynu v nově vyvinuté plynové cele. Pracovníci skupiny byli přizváni k přípravě a interpretaci experimentu na 30-kJ laseru LIL ve Francii.

Hydrodynamický kód PALE (Prague Arbitrary Lagrangian Eulerian code) byl rozšířen o algoritmus remapování pro více materiálů a byl implementován model absorpce laserového záření pomocí „ray-tracingu“. Kód byl použit pro modelování terče z dvojité folie a modelování terčků z pěny. 2D3V PIC (particle-in-cell) kód byl paralelizován a provozován na superpočítači JUMP ve Forschungszentrum Jülich. Program byl používán především pro studium urychlování iontů fs laserovými pulsy.

Skupina kapilárního výboje na FJFI realizovala experimenty s pinčujícím výbojem v argonu a dusíku na modifikovaném zařízení FJFI a ve spolupráci na zařízení v ÚFP. Byl navržen a na FJFI experimentálně ověřen systém fokusace EUV záření pomocí elipsoidálního zrcadla s totální externí reflexí. Bylo postaveno zařízení nové generace s pinčujícím výbojem. Pokračovala příprava experimentů s generací vysokých harmonických frekvencí v kapiláře plněné plynem a v kapilárním výboji.

Na aparatuře S-300 v Kurčatovově institutu byly soustavou 12 scintilačních detektorů získány údaje o úhlovém rozdělení spekter neutronů vyzařovaných do všech směrů. Na FEL byla vybudována nová aparatura pro výzkum D-D reakce a testována pro proudy 200 kA. Na PALSu byl instalován a použit systém časově rozlišené detekce záření v měkké rentgenové oblasti. Byly rovněž změřeny charakteristiky rychlých elektronů a keV záření. Byla upravena metoda TOF na určování rychlosti, energie a doby vzniku neutronů zahrnutím úhlové anizotropie a detekce ze dvou opačných směrů. Upravený program Monte Carlo simulace metody time-of-flight je připraven v uživatelské formě a je součástí sepisované disertační práce. Byla provedena perturbační analýza interakce dvou svazků plazmatu, resp. svazku a terčků pro případ nenulových magnetických polí obecného směru a nenulového tlaku v nízkofrekvenční limitě. Byla nalezena disperzní relace zobecněné dvousvazkové nestability a implementován algoritmus pro vyhledávání komplexních kořenů nalezené disperzní relace.

Pracovníci Centra prezentovali v roce 2007 své výsledky na celkem 12 významných mezinárodních konferencích. Započala rovněž příprava Mezinárodního symposia o fyzice plazmatu a plazmových technologiích (23th SPPT Symposium, Praha, červen 16-19, 2008).

Vedle stávajících experimentálních zařízení byly v roce 2007 v Centru uvedeny do provozu v k tomu účelu upravených prostorách dva nové femtosekundové lasery a dva nové pinče, z nichž zařízení SHOWEX představuje unikátní spojení drátkového pinče se stabilizující rázovou vlnou ve vodě. Velmi zdárně pokračoval vývoj rentgenových laserů a jejich instrumentace pro aplikační experimenty s fokusovanými rentgenovými laserovými svazky, jež ve svém oboru představuje světovou špičku. V rámci popularizačních a vzdělávacích akcí zorganizovali pracovníci Centra pražskou 10-denní expozici evropské putovní výstavy Fascination of Light, jež co do návštěvnosti byla nejúspěšnější v celé dosavadní historii této akce (viz [www.fascination-of-light.net](http://www.fascination-of-light.net)). Tradičně velký zájem o unikátní laserové zařízení PALS projevil návštěvníci též v rámci Dne otevřených dveří.

Personální obsazení Centra klíčovými vědeckými pracovníky zůstávalo i v roce 2007 stabilizované, potěšitelné je částečné omlazování pracovních týmů Centra novými pracovníky. Průběh prací Centra v roce 2007, jeho publikační aktivita, rozsáhlá mezinárodní spolupráce i neklesající zájem mladých badatelů dávají záruku, že se Centrum vypořádá na výbornou se všemi svými úkoly i ve zbývajících dvou letech projektu.





---

**2.2.0. PŘEHLED DÍLČÍCH CÍLŮ SCHVÁLENÉ- SKUTEČNOST 2007**

---

	Číslo	Dílčí cíl	Datum plnění
	01	Laserové plazma	1.1.2006 - 31.12.2009
	02	Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů	1.1.2006 - 31.12.2009
	03	Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče	1.1.2006 - 31.12.2009

---

---

## 2.2.1. AKTIVITY USKUTEČNĚNĚ v roce 2007

---

### Číslo aktivity

A07\_01

### Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

### Název (cíl)aktivity

Odborná příprava mladých výzkumných pracovníků (vztahuje se ke všem třem dílčím cílům).

### Zahájení aktivity

1.1.2007

### Ukončení aktivity

31.12.2007

### Popis aktivity

Na pracovištích Centra ve FZÚ a v ÚFP AV ČR pokračovali v řešení svých prací doktorandi: M. Divoký, M. Smrž, O. Novák, J. Dostál (KFE FJFI ČVUT), P. Homer, V. Hájková, J. Chalupský, J. Cihelka, R. Rašín, M. Civiš, A. Velyhan a diplomant M. Ferus. V magisterském studiu pokračují J. Huynh a R. Sedlář. Do řešení projektu na FJFI byli zapojeni doktorandi O. Klimo, P. Váchal, M. Tamáš, J. Pšikal, V. Picková, M. Martínková, M. Drahokoupil, L. Bednárik. Problematikou studovanou v rámci Centra se zabývali studenti magisterského studia O. Slezák, P. Bednaříková, M. Nevrkla, J. Hübner, J. Nejd. V rámci problematiky Centra probíhala i příprava studentů bakalářského studia (M. Staněk, J. Šilar, J. Havlík, Š. Vondrová). Rovněž na FEL ČVUT se v roce 2007 do řešení projektu zapojili noví studenti. Bylo řešeno 5 semestrálních prací, 3 bakalářské práce, z nichž 2 byly obhájeny, rozpracována je 1 diplomová práce a 1 disertační práce. Do doktorského studia nastoupili dva noví studenti E. Litseva a M. Boháč. Pracovníci Centra z FEL realizují výuku v nově otevřeném oboru magisterského oboru Fyzika a technika termonukleární fúze na FJFI ČVUT v předmětech Teorie plazmatu a Laboratorní úlohy na nové aparatuře FEL ČVUT.

### Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Obhájené bakalářské práce: J. Kortánek, M. Havránek, T. Burian (FEL ČVUT).

Obhájené diplomové práce: J. Hübner (ÚFP AVČR – FJFI ČVUT).

Obhájené disertační práce: O. Klimo (FJFI ČVUT), A. Velyhan, M. Bittner (FZÚ AV ČR – MFF UK).

Rozpracované disertační práce: M. Divoký M. Smrž, O. Novák, R. Sedlář, M. Kozlová, P. Homer (FZÚ AV ČR), J. Dostál (ÚFP AV ČR), P. Váchal, M. Tamáš, J. Pšikal, V. Picková, M. Martínková, M. Drahokoupil, L. Bednárik (FJFI ČVUT), Karel Řezáč (FEL ČVUT)

Pracovníci Centra se aktivně podíleli na výuce v rámci nového zaměření Fyzika a technika termojaderné fúze na FJFI ČVUT a na přípravě učebních textů. Pracovníci Centra vedli obhájené doktorské, diplomové a studentské práce.

### Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Dokončené studentské práce a podíl studentů na publikačních výstupech Centra – viz kapitola 4.1.2. této zprávy a seznam studentských prací v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

### Číslo aktivity

A07\_02

### Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

### Název (cíl)aktivity

Odborná a logistická podpora mezinárodních experimentů na laserovém systému PALS (vztahuje se k dílčím cílům 01 a 02).

### Zahájení aktivity

1.1.2007

### Ukončení aktivity

31.12.2007

### Popis aktivity

Pro mezinárodní experimenty v laboratoři terawattového laseru PALS pracovníci Centra zajišťovali na základě požadavků domácích i zahraničních experimentátorů komplexní a technickou a odbornou podporu, tj. návrh a stavbu laserových optických tras, přípravu a justování terčů, návrh a přípravu systémů pro diagnostiku laserových svazků a laserového plazmatu, jakož i periferních digitálních zařízení pro měření a sběr dat. Připravovali rovněž podrobné plány experimentů a zajišťovali průběh experimentálních kampaní i po logistické stránce.

#### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Bylo realizováno celkem pět mezinárodních experimentálních kampaní v rámci evropského projektu LASERLAB-EUROPE a IFE aktivit Euratomu, zaměřených na výzkum interakce fokusovaných laserových svazků s terčíky a na vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů: "Plasma jet generation, characterization and their interaction with a gas cloud", "Formation of plasma jets and their interaction with ambient", "Radiative shocks of astrophysical interest", "Volumetrically heated ultradense plasmas produced by focused x-ray laser" a "Investigation of an innershell laser x-ray laser in Na" (přípravná fáze).

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Zprávy o průběhu a výsledcích mezinárodních experimentů předkládané koordináčnímu centru projektu LASERLAB-EUROPE v Berlíně a pracovnímu výboru aktivit v oblasti inerciální fúze Euratomu (Inertial Fusion Energy Coordination Working Group – IFE WG). Publikace výsledků společných experimentů formou odborných článků a konferenčních příspěvků - viz výsledek č. 01, kapitola 4.1.2 této zprávy, a Příloha: Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

#### **Číslo aktivity**

KP7\_01

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

#### **Název (cíl)aktivity**

Studium dynamiky explodujícího drátku ve vodě.

#### **Zahájení aktivity**

1.1.2007

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2007

#### **Popis aktivity**

V rámci návrhu nového experimentálního zařízení pro studium dynamiky explodujícího drátku ve vodě byla nejprve testována exploze drátku ve vodě s pomalým driverem (kondensátorem 800 nF/60 kV připojeným krátkými silnými kabely přes mechanický spínač k oběma koncům drátku). Potom bylo navrženo, zkonstruováno, vyrobeno a sestaveno koaxiální nízkoinduktivní připojení rychlého driveru CAPEX-U (12,7 nF/max 600 kV) k vodou plněné experimentální komoře s drátkem v její ose. Na tomto zařízení byla studována stabilita plazmového kanálu vytvořeného explozí drátku a jeho vyzařování.

#### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byla prostudována dynamika explodujícího drátku ve vodě pro různé typy a polarity napájecího obvodu. Laboratoři CAPEX se navíc jako první na světě podařilo registrovat XUV záření drátku explodujícího ve vodě.

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky této aktivity byly publikovány v celé řadě konferenčních příspěvků a vědeckých časopiseckých článků, jež jsou uvedeny v kapitole 4.1.2. této zprávy, výsledek č. 14, a v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

#### **Číslo aktivity**

KP7\_02

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

#### **Název (cíl)aktivity**

Experimentální studium spekter pinčujících kapilárních výbojů v EUV oblasti záření.

**Zahájení aktivity**

1.1.2007

**Ukončení aktivity**

31.12.2007

**Popis aktivity**

Byly realizovány experimenty s pinčujícím výbojem v argonu a dusíku na modifikovaném zařízení FJFI a ve spolupráci s ÚFP na zařízení CAPEX-U. Byl navržen a na FJFI experimentálně ověřen systém fokusace EUV záření pomocí elipsoidálního zrcadla s totální externí reflexí. Bylo postaveno zařízení nové generace s pinčujícím výbojem. Pokračovala příprava experimentů s generací vysokých harmonických v kapiláře plněné plynem a v kapilárním výboji.

**Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Pomocí časově rozlišené spektroskopie byl změřen časový vývoj záření z výboje v dusíkem plněné kapiláře a pomocí časově integrované spektroskopie byl prostudován vliv různých materiálů kapilár na záření z výboje v plynem plněné kapiláře (dusík, argon). Naměřená data byla porovnána s výsledky počítačového modelu. EUV záření bylo fokusováno pomocí elipsoidálního zrcadla.

**Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky měření vyzařování kapilárního pinče i vývoje rentgenové optiky byly publikovány na mezinárodních konferencích – viz výsledek č. 15, kapitola 4.1.2. této zprávy a příloha Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

**Číslo aktivity**

KP7\_03

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

**Název (cíl)aktivity**

Simulace pinčujícího plazmatu v kapilárách.

**Zahájení aktivity**

1.1.2007

**Ukončení aktivity**

31.12.2007

**Popis aktivity**

V rámci této aktivity byl s využitím originálního třístupňového numerického modelu proveden výpočet rekombinačního buzení rentgenového záření o vlnové délce 13,38 nm během rozpadu kapilárního dusíkového Z-pinče pro parametry experimentů CAPEX-U UFP a KFE CTU. V rámci dané problematiky pokračovala spolupráce s laboratoří Prof. E. Hotty a K. Horioky v Tokyo Institute of Technology, Yokohama.

**Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byl prostudován vliv počáteční proudové intenzity výboje na proces buzení a stanoveny hodnoty zisku záření pro různé kapiláry v závislosti na poloměru a na proudu procházejícím kapilárním výbojem. Na základě dosažených výsledků byl navržen projekt mezinárodní česko-japonské spolupráce, věnovaný koherentním a nekoherentním zdrojům EUV záření, který je nyní posuzován.

**Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace a konferenční příspěvky uvedené v kapitole 4.1.2. této zprávy, výsledek č. 16, a v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

**Číslo aktivity**

KP7\_04

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

**Název (cíl)aktivity**

Generování energetických částic a neutronů v magnetických pinčích.

**Zahájení aktivity**

1.1.2007

### **Ukončení aktivity**

31.12.2007

### **Popis aktivity**

Na katedře fyziky FEL ČVUT byly skupině silnoproudých výbojů přidělena nově rekonstruované místnosti pro pinčovou a optickou laboratoř a začalo se stavbou výkonnější aparatury s proudovým maximem 300 kA. Je konstruován nový zdroj pro studium D-D reakce, kde je možné testovat novou diagnostiku a zejména plánované systémy přidavného napouštění deuteria. V rámci nově akreditovaného předmětu Fyzika a technika termojaderné fúze na FJFI bude tak k dispozici pracoviště pro demonstraci D-D fúzní reakce, diagnostiku fúzního plazmatu a realizaci studentských semestrálních, bakalářských, diplomových a disertačních prací. Na aparatuře S-300 v Kurčatovově institutu v Moskvě bylo použito 12 scintilačních detektorů umístěných ve 3 vzájemně kolmých směrech pro detekci tvrdého rentgenového záření a neutronů. V laboratoři PALS byla v roce 2007 získána ojedinělá série rentgenových obrázků rázových vln vznikajících při interakci plazmových jetů s okolním plynem.

### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Na aparatuře S-300 v Kurčatovově institutu byly soustavou 12 scintilačních detektorů získány údaje o úhlovém rozdělení spekter vyzařovaných neutronů ve všech prostorových směrech. Na FEL byla vybudována nová aparatura pro výzkum D-D reakce a testována pro proudy 200 kA. Na PALSu byl instalován a použit systém MCP detekce čtyř následných obrázků z jediného výboje v měkké rentgenové oblasti. Byly rovněž měřeny charakteristiky rychlých elektronů a keV záření.

### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Odborné články a konferenční příspěvky uvedené v kapitole 4.1.2. této zprávy, výsledek č.17, a v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

### **Číslo aktivity**

KP7\_05

### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

### **Název (cíl)aktivity**

Vývoj simulačních metod pro plazma s vysokou hustotou energie a s magnetickými poli.

### **Zahájení aktivity**

1.1.2007

### **Ukončení aktivity**

31.12.2007

### **Popis aktivity**

Byla upravena metoda TOF na určování rychlosti, energie a doby vzniku neutronů zahrnutím úhlové anizotropie a vlivu opačného směru. Byl vypracován postup pro výpočet axiální komponenty energetického spektra deuterionů produkujících detekované neutronové spektrum v axiálním směru, postupy pro určování energetického spektra rychlých deuterionů a testování možností zachycení energetických částic magnetickým polem. Dále byly získány nové poznatky o vlivu magnetického pole na vývoj dvousvazkové nestability a o vlivu coulombovských srážek na teplotu plazmatu. Nově byl studován a diskutován problém energetického zdroje rychlých deuterionů v magnetických pinčích. Uvedené teoretické a simulační výsledky mají obecnější platnost a lze je využít jak ve výbojovém, tak v tokamakovém a laserovém plazmatu.

### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Upravený program MC simulace metody time-of-flight je připraven v uživatelské formě a je součástí sepsované disertační práce. Byla provedena perturbační analýza interakce dvou svazků plazmatu, resp. svazku a terčíku pro případ nenulových magnetických polí obecného směru a nenulového tlaku v nízkofrekvenční limitě. Byla nalezena disperzní relace zobecněné dvousvazkové nestability a implementován algoritmus pro vyhledávání komplexních kořenů nalezené disperzní relace. Byly publikovány 2D PIC numerické simulace ohřevu plazmového vlákna.

### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky této aktivity jsou popsány v odborných publikacích a konferenčních příspěvcích uvedených v kapitole 4.1.2.

**Číslo aktivity**

LP7\_01

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Studium nízkoenergetických nukleárních přechodů aktivovaných laserově generovaným rentgenovým zářením

**Zahájení aktivity**

8.1.2007

**Ukončení aktivity**

31.12.2009

**Popis aktivity**

Pro experimenty s konverzí energie intenzivního laserového svazku do nekoherentního záření v oblasti energie fotonů řádu několika keV byl na základě rozboru vlastností nukleárních izomerů, stabilních a dlouhožijících jader a s přihlédnutím k parametrům laserového systému PALS vybrán vhodný terčikový materiál. V experimentech realizovaných ve spolupráci s IOQ FSU Jena bylo odzkoušeno několik alternativních geometrií nukleárních terčiků, které umožňují jak přímá pozorování rentgenové emise z laserově ozářeného masivního tantalu, tak aplikaci kombinovaných Ta terčiků a záchytných fólií pro lokalizaci jaderně excitovaných iontů. Na laserovém systému PALS byl úspěšně aplikován rentgenový spektrometr s toroidálně ohnutým krystalem.

**Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byly získány nové experimentální údaje o absolutní emissivitě Ta plazmatu v oblasti studovaného nukleárního přechodu (6,25 keV) a verifikovány charakteristiky diferenčního absorpčního spektrometru s TLD detektory. Byly analyzovány signály detekované různými typy scintilátorů a detektory typu Medipix (viz též Platkevič M.: Medipix in extremely hostile environment. Oral contribution, Medipix Meeting, January 30 – February 2, 2007, CERN, Genoa, Switzerland. Platkevič M., Granja C., Vykydal Z., Jakůbek J.: Medipix in extremely hostile environment. Workshop ČVUT, January 2008, Praha.)

**Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky byly publikovány formou odborných časopiseckých článků a konferenčních příspěvků - viz výsledek č. 02, kapitola 4.1.2 této zprávy, a příloha Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

**Číslo aktivity**

LP7\_02

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Studium mechanismů generace a urychlení vysoce nabitých iontů s extrémně vysokou kinetickou energií v laserovém plazmatu.

**Zahájení aktivity**

29.1.2007

**Ukončení aktivity**

30.6.2007

**Popis aktivity**

Experimentální a teoretické práce provedené v rámci této aktivity posloužily k rozlišení mechanismů participujících na generaci a urychlení vysoce nabitých iontů (s nábojovým číslem přes 50+) s extrémně vysokou kinetickou energií (400 MeV), které dosud nejsou jednoznačně klasifikovány. Výsledky mohou být uplatněny při optimalizaci laserových iontových zdrojů pro injektory urychlovačů těžkých iontů, jakož i pro různé technologické účely např. v oboru iontové implantace.

**Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byla získána a analyzována experimentální data o proudech vysoce nabitých iontů (nad 50+) s extrémně vysokou kinetickou energií (až 400 MeV), emitovaných laserovým plazmatem generovaným při interakci fokusovaného laserového svazku s pevným terčíkem. Série iontových experimentů uskutečněných v laboratoři PALS umožnila mj. získat první data o vlivu tloušťky ozařovaného terče na tvorbu předplazmatu a na emisi vysoce nabitých iontů. Výsledky byly prezentovány mj. na mezinárodní konferenci o iontových zdrojích ICIS 2007, příslušný článek vyjde též v časopise Review of Scientific Instruments.

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace získaných výsledků formou odborných časopiseckých článků a konferenčních příspěvků.

Výsledky iontových experimentů byly publikovány v celé řadě odborných časopiseckých článků a konferenčních příspěvků - viz výsledek č. 03, kapitola 4.1.2 této zprávy a příloha Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

#### **Číslo aktivity**

LP7\_03

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

#### **Název (cíl)aktivity**

Studium interakce plazmových jetů

#### **Zahájení aktivity**

1.3.2007

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2007

#### **Popis aktivity**

V rámci této aktivity byly mezinárodním pracovním týmem v laboratoři PALS optimalizovány plazmové jety generované částečně fokusovaným svazkem výkonového laseru na terčíku zhotoveném z těžkých kovů (Cu, Ta, Pb). Optimalizované husté plazmové jety jsou velmi stabilní, doba jejich trvání přesahuje 15 ns, mají délku několika milimetrů a poloměr jen několik desetin milimetru. Jejich rychlost činí přes 500 km/s, Machovo číslo je větší než 10. Laboratorní jety lze využít pro simulaci obdobných astrofyzikálních jevů i ve fyzice termojaderné fúze.

#### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Pomocí laserového tříkanálového interferometru a rychlých rentgenových kamer a další rentgenové diagnostiky byla ve světovém měřítku vůbec poprvé systematicky experimentálně prostudována interakce plazmových jetů s plynovým terčíkem a výsledky byly porovnány numerickými simulacemi.

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky studia plazmových jetů byly publikovány v impaktovaných vědeckých časopisech a na mezinárodních konferencích - viz výsledek č. 04, kapitola 4.1.2 této zprávy a Příloha: Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

#### **Číslo aktivity**

LP7\_04

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

#### **Název (cíl)aktivity**

Spektroskopické studium rentgenové emise z pěn s příměsemi.

#### **Zahájení aktivity**

1.1.2007

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2007

#### **Popis aktivity**



V laboratoři PALS byly experimentálně studovány makroskopické charakteristiky laserově ozářených pěnových terčků. Pěny TMPTA (C<sub>15</sub>H<sub>20</sub>O<sub>6</sub>) s podkritickou hustotou (0,01 a 0,02 g/cm<sup>2</sup>) a proměnným obsahem chloru (váhových 10% a 20%) byly vystaveny zářivým tokům  $4 \times 10^{14} - 9 \times 10^{15}$  W/cm<sup>2</sup> na třetí harmonické jódového laseru PALS. Diagnostický komplex použitý pro studium depozice laserové energie v pěnách zahrnoval zobrazovací systémy poskytující informace o rozměrech plazmatu vznikajícího při interakci laserového svazku s látkou, rentgenovou streakovou kameru studující šíření ionizační vlny a vertikálně disperzní Johannův spektrometr s vysokým spektrálním a prostorovým rozlišením. Pracovníci Centra byli přizváni i k účasti na experimentu na velkém 30 kJ laseru LIL ve Francii.

#### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byly získány nové poznatky o parametrech plazmatu vzniklého z pěny o nízké hustotě, potvrdila se vhodnost pěnových terčů pro studie vlastností atomů vysokoteplotního plazmatu. Na základě prostorově rozlišených čárových spekter emitovaných H<sup>-</sup>, He<sup>-</sup> a Li<sup>-</sup> podobnými ionty chloru byl určen rozsah a emisivita volumetricky ohřátého plazmatu (40 – 250 fotonů/μm<sup>2</sup> mrad<sup>2</sup> v závislosti na depozičních podmínkách) a konverze laserové energie do emise jednotlivých rentgenových čar (na úrovni 0,02%). Detailní interpretaci spekter byly určeny efektivní hodnoty elektronové teploty (520 – 950 eV) a hustoty ( $2 - 6 \times 10^{21}$  cm<sup>-3</sup>, tj. ve shodě s celkovým obsahem elektronů v pěnách) homogenně emitujících objemů plazmatu.

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky experimentů z roku 2006 a jejich interpretace byly v roce 2007 publikovány v mezinárodních recenzovaných časopisech. První výsledky experimentů provedených v roce 2007 byly prezentovány na mezinárodních konferencích, komplexní vyhodnocení získaných dat a jejich porovnání s numerickou simulací nadále probíhá a připravuje se časopisecká publikace výsledků. Viz výsledek č. 05, kapitola 4.1.2. a příloha: Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

#### **Číslo aktivity**

LP7\_05

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

#### **Název (cíl)aktivity**

Hydrodynamické simulace interakce nanosekundových pulzů s terčí

#### **Zahájení aktivity**

1.1.2007

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2007

#### **Popis aktivity**

Pokračovali jsme ve vývoji kódu PALE (Prague Arbitrary Lagrangian Eulerian code). Bylo rozpracováno jeho rozšíření na více typů materiálů a navržen algoritmus remapování pro více materiálů. Byl implementován model absorpce laserového záření pomocí ray-tracingu. Kód byl použit pro modelování nárazu laserem urychlených disků do terče, pro modelování terče z dvojité folie a modelování terčků z pěny. Teoreticky byly zkoumány nestability ablační plochy v porézních pěnových materiálech.

#### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Nově vyvinutá numerická schémata a popisy fyzikálních procesů byly implementovány do našeho hydrodynamického kódu. Kód byl úspěšně použit pro modelování experimentů na laseru PALS.

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky byly publikovány na mezinárodních konferencích a byly zaslány k publikaci do mezinárodních časopisů. Viz výsledek č. 06, kapitola 4.1.2. a příloha zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

**Číslo aktivity**

LP7\_06

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Numerické simulování interakce femtosekundových pulzů s terči.

**Zahájení aktivity**

1.1.2007

**Ukončení aktivity**

31.12.2007

**Popis aktivity**

Originální 2D3V PIC (particle-in-cell) kód byl paralelizován pomocí OpenMP pro běh na clusteru s pamětí sdílenou všemi procesory. Program byl provozován na vyhrazeném clusteru na superpočítači JUMP ve Forschungszentrum Jülich, Německo, kde řešitel projektu získal projekt ECZ040, na který byl přidělen příslušný počítačový čas. Program byl používán pro studium urychlování iontů femtosekundovými laserovými pulzy.

**Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Bylo ukázáno, že použití terčů s omezenou hmotou (např. kapek, malých částí fólie apod.) zvyšuje energii urychlených iontů. Při použití materiálu terče tvořeného směsí lehkých a těžších atomů lze dosáhnout monoenergetického spektra lehkých iontů. Bylo navrženo unikátní schéma urychlování iontů kruhově polarizovanými laserovými pulzy, které vede ke generaci monoenergetických svazků těžších iontů.

**Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky byly publikovány na mezinárodních konferencích a byly zaslány k publikaci do mezinárodních časopisů. Viz výsledek č. 07, kapitola 4.1.2. a příloha zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

**Číslo aktivity**

LP7\_07

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Měření XUV a rentgenového vyzařování z terčů ozářených fs laserem

**Zahájení aktivity**

1.1.2007

**Ukončení aktivity**

31.12.2007

**Popis aktivity**

Na femtosekundovém laseru byly provedeny první experimenty, zaměřené na měření měkkého rentgenového záření z plynu v gas cell a z pevného terče. Pro detekci záření v XUV oblasti byl použit kompaktní a snadno přenosný mřížkový spektrograf LSP-VUV1-3S-M, založený na Rowlandově registračním schématu. Použití v rozsáhlé oblasti spektra (2-80 nm) lze dosáhnout pomocí tří různých sférických mřížek s hustotou vrypů 300, 600 a 1200 na 1 mm. Spektra z několika stovek interakcí (výstřelů) byly akumulovány a detekovány jak pomocí fotografického filmu UF-4, tak rentgenové CCD kamery. Byly prováděny experimenty s EUV zdrojem na WAT ve Varšavě, který používá gas-puff terč ozařovaný laserem. Byla provedena počítačová analýza fokusační optiky pro rentgenový laser na PALSu a zahájeny práce na návrhu optimalizované optiky.

**Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byla získána první data o rentgenové emisi z různých terčů na femtosekundovém laseru FJFI, experimenty pokračují tak, aby bylo výsledky možno prezentovat na mezinárodních konferencích.

**Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky z MUT (Military University of Technology) ve Varšavě a výpočty fokusační optiky pro rentgenový laser byly

publikovány - viz výsledek č. 08, kapitola 4.1.2. této zprávy a příloha Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007. Měření na FJFI jsou zpracována ve výzkumných zprávách, publikace se připravují.

---

**Číslo aktivity**

LP7\_08

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Příprava interakčních zařízení pro femtosekundový laser na FJFI.

**Zahájení aktivity**

1.1.2007

**Ukončení aktivity**

31.12.2007

**Popis aktivity**

U femtosekundového laseru byl uveden do provozu vyřezávač jednotlivých pulzů. Pomocí autokorelátoru byla změřena délka laserového pulzu. Vakuová interakční komora s čerpáním byla uvedena do provozu a byly v ní provedeny první testovací experimenty. Byly nakoupeny motorizované posuvy pro posuv terče mezi výstřely tak, aby laserový svazek dopadal vždy na neporušený povrch terče a je připravována jejich instalace do terčové komory. Byla zkonstruována aparatura pro studium interakce femtosekundového laseru s plynem při daném tlaku (gas cell) a použita k experimentům v terčové komoře. V rámci diplomové práce „Návrh a realizace zařízení pro studium kapilárního výboje v argonu“ bylo postaveno zařízení, které je zkoušeno a po zkopírování a drobných úpravách bude umístěno do laboratoře femtosekundového laseru.

**Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byly provedeny první experimenty ve vakuové interakční komoře. Byl navržen systém kapilárního výboje pro experimenty s fokusací femtosekundového laseru do kapiláry. Byla studována ablace různých materiálů pomocí femtosekundového laseru. V rámci programu ERASMUS byl pro diplomovou práci studenta R.A. Truccolo „Nanoscale changes at surfaces of various materials irradiated by short-wavelength lasers“ femtosekundový laser na FJFI využit k tomu, abychom získali informace o kvalitě povrchu PMMA exponovaného jednotlivými impulzy podobné doby trvání jako krátkovlnné SASE FEL, ale na podstatně delší vlnové délce (800 nm).

**Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Rozvoj laboratoře femtosekundového laseru lze ověřit na místě. Výsledky prvních experimentů jsou v laboratorních zprávách a připravují se publikaci. Viz též výsledek č. 09, kapitola 4.1.2. této zprávy.

---

**Číslo aktivity**

LP7\_09

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Výzkum mechanismu chemického působení laserové jiskry pomocí stabilních izotopů

**Zahájení aktivity**

1.1.2007

**Ukončení aktivity**

31.12.2007

**Popis aktivity**

Výzkum chemického chování velkých laserových jisker byl v minulém roce soustředěn na procesy probíhající v atmosférách s obsahem oxidu uhelnatého. Tento chemicky spíše netečný plyn představoval podstatnou složku v nestálých atmosférách vznikajících při dopadu mimozemských těles do rané zemské atmosféry. Různými metodami plynové chromatografie a vysoce rozlišující absorpční infračervené spektrofotometrie s Fourierovou transformací (FTIR spektra) jsme prokázali vznik celé řady organických molekul v atmosféře složené z oxidu uhelnatého, molekulárního dusíku a vodních par, exponované fokusovaným infračerveným svazkem na zařízení PALS.

### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Spektroskopie s vysokým rozlišením umožňuje měřit izotopové posuny. Toho jsme v roce 2007 využili při studiu reakčních cest pomocí výchozích látek značených stabilními izotopy. Optická emisní spektra LIDB plazmatu nám posloužila rovněž ke studiu molekulárních iontů. Pro studium vlivu stěn, tzv. rychlého zhášení, jsme vyvinuli menší kyvetu o objemu jednoho litru. V tomto roce jsme zahájili první experimenty zaměřené na posouzení vlivu charakteru expanze LIDB plazmatu na jeho chemické projevy.

### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Články v recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích – viz výsledek č. 10, kapitola 4.1.2. a příloha zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007. L. Juha, S. Civiš: Laser-plasma chemistry: Chemical reactions initiated by laser-produced plasmas - kapitola v monografii Lasers in Chemistry (Ed. M. Lackner), J. Wiley, v tisku.

---

### **Číslo aktivity**

LP7\_10

### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

### **Název (cíl)aktivity**

Pokročilé systémy diagnostiky laserových svazků.

### **Zahájení aktivity**

1.1.2007

### **Ukončení aktivity**

31.12.2007

### **Popis aktivity**

V roce 2007 byly navrženy, testovány a instalovány nové části pokročilé diagnostiky pro získání přesnějších parametrů svazku terawattového laserového systému PALS. I když kvůli US embargu nebylo možno adaptovat systém pro měření vlnoplochy na pracovní vlnovou délku laseru, získaná SWIR kamera byla použita pro měření rozložení intenzity svazku v kombinaci s domácím hardware. Současně byl prověřován nový způsob detekce infračerveného záření s nízko-nákladovými dvourozměrnými detektory. Za tímto účelem byla zakoupena nová miniaturní IR kamera, plně kompatibilní s digitálním systémem sběru dat. K diagnostice vlastního laseru se navíc podařilo dosáhnout pokroku v diagnostice interakčního, odraženého a rozptýleného svazku.

### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Výsledky poslouží k přesnější specifikaci parametrů laserových svazků v laserových laboratořích Centra.

V koncové části laseru byl instalován poloautomatický systém se SWIR kamerou pro měření profilu svazku. Ten umožnil získat první informace o přesném rozložení intenzity PALS laseru v daleké zóně. S jeho pomocí se podařilo také zobrazit průběh svazku v blízkém okolí kaustiky a vizualizovat fluktuace svazku během provozu laseru. Úspěšně byl demonstrován nový způsob detekce a dvourozměrný záznam intenzity laserového svazku na 1315 nm v blízké zóně s nízkonákladovým digitálním hardwarem vhodným pro plně automatizovaný sběr dat.

### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky budou využity při realizaci experimentálních programů Centra a stanou se tak součástí jeho publikačních výstupů. Nově instalované komponenty diagnostiky svazku jsou postupně integrovány do diagnostického systému PALSu a centrálního sběru dat. Získaná přesnější data jsou zásadní pro interpretaci plazmových experimentů a jako taková jsou nebo budou použita v prezentacích a publikacích – viz např. konferenční příspěvky [D15, D18] v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

### **Číslo aktivity**

LP7\_11

### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

### **Název (cíl)aktivity**

Aplikace OPCPA techniky generování fs pulzů na laseru SOFIA.

#### **Zahájení aktivity**

1.1.2007

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2007

#### **Popis aktivity**

Realizace automatické prostorové stabilizace oscilátorového svazku. Optimalizace třetí harmonické frekvence jódového laseru SOFIA pro čerpání nelineárních krystalů. Realizace techniky OPCPA se stávajícími dvěma parametrickými zesilovači (LBO, KDP). Dosažení energie 0,5 J v parametricky zesíleném čirpovaném Ti:safírovém svazku..

#### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Z objektivních důvodů, byla tato aktivita splněna jen částečně. Byla úspěšně dokončena automatická prostorová stabilizace oscilátorového svazku a optimalizován laserový svazek na 3. harmonické frekvenci jódového laseru SOFIA. K vlastním OPCPA experimentům dojde až na počátku roku 2008. Zpoždění, které jsme v plnění projektu nabrali, je objektivního rázu. V období prosinec 2006 až leden 2007 měla být dokončena rozsáhlá rekonstrukce vzduchotechniky a klimatizace v laboratoři SOFIA a přilehlých prostorách. Avšak rekonstrukce trvala fakticky čtyři měsíce, laboratoř byla postupně zprovozněna až v dubnu, v květnu byl opět uveden do provozu systém SOFIA. Tento dvouměsíční skluz se nepodařilo dohnat. Po technické stránce jsou však experimenty s parametrickým zesílením čirpovaného svazku Ti:safírového laseru připraveny, včetně diagnostiky výsledného svazku a systému synchronizace obou svazků v nelineárních krystalech. Během zkušební komprese femtosekundových pulzů (časová délka 13 fs), prodloužených do oblasti stovek pikosekund došlo k jejich zpětné kompresi až na úroveň 20 fs. To svědčí o tom, že ač výsledná délka pulzů bude ještě omezena frekvenčním pásmem parametrického zesílení, kompresor pulzů vyhovuje původním požadavkům na získání pulzů časové délky kolem 30 fs.

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Originální systém zpětnovazební stabilizace vlnové délky záření generovaného parametrickým pevnolátkovým oscilátorem systému SOFIA byl popsán v článku uveřejněném v Review of Scientific Instruments a v referátu na optické konferenci CLEO v Mnichově - viz publikace [43] a [D55] v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

#### **Číslo aktivity**

LP7\_12

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

#### **Název (cíl)aktivity**

Variantní návrhy 100 TW laserového systému.

#### **Zahájení aktivity**

1.1.2007

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2007

#### **Popis aktivity**

Vypracování detailních variant návrhu 100 TW svazku PALS, a to s ohledem na jeho možné petawattové rozšíření. Nákup a odzkoušení deformovatelného zrcadla pro kompenzaci vad terawattového svazku a jeho fokusaci. Aplikace měřicího zařízení pro diagnostiku spektrální fáze femtosekundových pulzů.

#### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byl navržen zjednodušený výkonový stupeň 100 TW svazku pro laboratoř PALS se sníženým počtem teleskopů mezi jednotlivými zesilovacími stupni při současném zkrácení jejich rozměrů. To vedlo k redukci prostorových nároků na systém 100 TW zesilovače, k jeho lepšímu přizpůsobení rozměrům laboratoře a ke snížení objemu vakuově čerpaných teleskopů na polovinu. Na základě těchto výsledků byl stávající ideový návrh petawattového rozšíření laserového systému PALS doplněn zařazením konkrétní optické soustavy pro petawattový kompresor pulzů a byl proveden

předběžný odhadu rozměrů vakuové kompresní komory.

V roce 2007 byl rovněž instalován a odzkoušen adaptivně optický systém, skládající se ze Shack-Hartmannova senzoru vlnoplochy a deformovatelného zrcadla, sloužící k minimalizaci deformací vlnoplochy svazku během jeho průchodu terawattovým zesilovacím řetězcem. Instalováno bylo rovněž nově zakoupené měřicí zařízení pro diagnostiku spektrální fáze femtosekundových pulzů a odzkoušeno s laserovým oscilátorem produkující pulzy časové délky 13 fs (díky nesprávné funkci je však toto zařízení v současné době předmětem reklamačního řízení).

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Variantní návrhy 100 TW systému pro laser PALS byly prezentovány a diskutovány na interním semináři Centra v lednu 2008.

---

#### **Číslo aktivity**

RL7\_01

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

#### **Název (cíl)aktivity**

Aplikace rtg laserů v laboratorní astrofyzice a fyzice superhustého plazmatu

#### **Zahájení aktivity**

1.7.2007

#### **Ukončení aktivity**

31.1.2007

#### **Popis aktivity**

Byly úspěšně realizovány plánované experimenty v Badatelském centru PALS, využívající úzce fokusovaný rentgenový laser na vlnové délce 21,2 nm. S použitím multivrstvé mimoosé paraboly pro fokusaci rentgenových svazku (technologicky novátorské řešení ve světovém měřítku) bylo dosaženo velikosti fokální stopy cca 30 mikrometrů, což umožnilo generaci hustot výkonu měkkého rentgenového záření na terči až  $10^{12} \text{ Wcm}^{-2}$ . Při těchto hodnotách hustot výkonu byl v minulém období studován transport měkkého rentgenového záření hmotou (první úspěšný experiment tohoto druhu ve světovém měřítku), byla měřena opacita silně ionizovaného Fe o hustotě pevné fáze pro testování tzv. Standardního slunečního modelu, a byly studovány fyzikální aspekty Thomsonova rentgenového rozptylu v hustém plazmatu. Tyto experimenty byly realizovány ve spolupráci s LLNL (USA), University of York (Británie) a LULI-École Polytechnique (Francie). Vzhledem k jejich úspěchu a jedinečnosti bude v uvedené tématice pokračováno i v nadcházejícím období.

#### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byly získány kvalitativně nové vědecké poznatky v oboru interakce intenzivního měkkého rentgenového záření s hmotou, jmenovitě byl realizován první experimentální studium transportu intenzivního měkkého rentgenového záření chladným ionizovaným plazmatem o hustotě blízké hustotě pevné fáze (spadající do kategorie tzv. warm dense matter).

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v prestižních mezinárodních periodikách, zvané přednášky na mezinárodních konferencích (SPIE, EU workshop) - viz výsledky č. 1 a 12 v kapitole 4.1.2. této zprávy a publikace [1,44] a [D56, D60] v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

#### **Číslo aktivity**

RL7\_02

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

#### **Název (cíl)aktivity**

Studium plazmatu pro generaci laserové akce na vlnových délkách  $<5 \text{ nm}$ .

#### **Zahájení aktivity**

1.7.2007

## **Ukončení aktivity**

31.12.2007

### **Popis aktivity**

V provedeném experimentu byly studovány základní hydrodynamické parametry sloupců plazmatu o délce 1-3 mm, generovaných na povrchu pevných terčů Fe, Zn a Ag, s dominantním zastoupením neonu-podobných respektive niklu-podobných iontů. Sloupce plazmatu byly generovány sekvencí prepuls a hlavní puls, přičemž byl zejména studován 2D příčný profil elektronové hustoty. K tomuto měření, realizovaného podélným prozařováním plazmatu, byl využit svazek zinkového rentgenového laseru na vlnové délce 21.2 nm. Hlavním experimentálním poznatkem bylo zjištění, že je možno generovat sloupce plazmatu, vhodné jako aktivní prostředí rentgenových laserů (eventuálně zesilovačů), s vysoce homogenním profilem hustoty. Podmínkou generace takového plazmatu je konkávní profil ozařující intenzity (minimum intenzity se nachází na ose). Získané výsledky jsou v současné době analyzovány pomocí počítačových simulací ve spolupráci se zahraničními partnery (IST Lisabon, LLNL). V první polovině roku 2008 bude uskutečněn navazující experiment zaměřený na systematické studium generace plazmatu konkávním profilem intenzity a s využitím zdokonalené instrumentace.

### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byly získány zcela nové poznatky o možnosti generace „bezrefrakčních“ plazmatických zesilovačů, potenciálně vhodné pro budoucí generaci rentgenových laserů (emitujících na vlnových délkách včetně tzv. vodního okna, 2,4 – 4,4 nm), založených na bázi uspořádání injektor-zesilovač.

### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky aktivity budou uplatněny v experimentech a publikacích připravovaných pro rok 2008.

---

## **Číslo aktivity**

RL7\_03

### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

### **Název (cíl)aktivity**

Pilotní experiment úsporného režimu čerpání rtg laseru v režimu GRIP

### **Zahájení aktivity**

1.7.2007

## **Ukončení aktivity**

31.12.2007

### **Popis aktivity**

V roce 2007 byla provedena detailní numerická analýza geometrie fokusačního systému pro novou čerpací techniku GRIP (GRazing Incidence Pumping), určeného primárně pro rentgenový laser na bázi neonu-podobného zinkového plazmatu. Analýza byla založena na modelové situaci čerpacího IR svazku o průměru 150 mm (vedlejší svazek systému PALS), který je nutno fokusovat do lineárního ohniska o délce 20 mm, přičemž fokusovaný svazek dopadá na terč pod úhlem 25° vzhledem k jeho povrchu. Z analýzy vyplývá, že takto definovaná geometrie fokusačních parametrů je mimo jiné dosažitelná s parabolami o ohniskové vzdálenosti 600-650 mm a 1500 mm (odpovídající parabolická zrcadla  $f = 635$  mm a 1524 mm byla získána od firmy Space Optics Research Labs, SORL). Ve FZÚ byla mezitím navržena a realizována speciální šestiosá mechanická soustava pro polohování. Úspěšná realizace experimentu by měla klíčový význam pro aplikační projekty rentgenových laserů v Centru PALS, protože by umožnila generaci koherentního rentgenového záření při zachování hlavního IR svazku systému PALS pro generaci laserového plazmatu.

### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Získání potenciálně zásadních vědeckých výsledků pro zvýšení účinnosti čerpání rentgenových laserů čerpaných pulsy o délce stovek ps. Podstatné rozšíření experimentálního potenciálu Badatelského Centra PALS v oboru aplikace rentgenových laserů.

### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Rozpracované publikace a referáty na mezinárodních konferencích, rozšíření a posílení experimentálních kapacit Centra PALS v projektech 7. RP EU.

---

**Číslo aktivity**

RL7\_04

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

**Název (cíl)aktivity**Experimentální studium rtg zesílení na vnitřních hladinách Na<sup>+</sup> (tzv. innershell rtg laser)**Zahájení aktivity**

1.7.2007

**Ukončení aktivity**

31.12.2008

**Popis aktivity**

V roce 2007 proběhla příprava velmi komplexní instrumentace unikátního experimentu, v němž bude využit zinkový rentgenový laser Centra PALS s výstupní energií typicky 4 mJ k fotočerpání sodíkových atomů. Princip experimentu využívá skutečnosti, že pro vlnovou délku Zn laseru 21,2 nm má atomární sodík maximální účinný průřez fotoionizace vnitřní slupky 2p<sup>6</sup> 3s-→2p<sup>5</sup> 3s. Bylo provedeno odzkoušení a kalibrace zdokonalené verze sodíkové pícky, navržena a realizována speciální toroidální fokusační optika rentgenového svazku a navrženy a vyroben mechanický polohovací systém této optiky. Vlastní experiment bude realizován v nadcházejícím období ve spolupráci s Universität Hannover (Německo) a LOA-ENSTA Palaiseau (Francie).

**Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Byly vytvořeny podmínky pro první demonstraci systému rentgenového laseru využívajícího zesílení na vnitřních hladinách – laserová rentgenová akce v tzv. innershell hladinovém systému nebyla dosud nikde laboratorně realizována.

**Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Výsledky aktivity jsou základem experimentu plánovaného pro rok 2008.

---

**Číslo aktivity**

RL7\_05

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

**Název (cíl)aktivity**

Zprovoznění přídatného Ti:Safírového diagnostického svazku laserového systému PALS.

**Zahájení aktivity**

1.1.2007

**Ukončení aktivity**

31.12.2008

**Popis aktivity**

V roce 2007 byla v souladu s plánem zprovozněna hlavní část subpikosekundového diagnostického svazku systému PALS, tvořená Ti:safírovým oscilátorem a regenerativním zesilovačem. Byl osazen a zprovozněn diagnostický blok monitorující parametry laserových pulsů generovaných tímto systémem (1,2 mJ, 35 fs, 1 kHz). Nad rámec původního plánu byl dále zprovozněn víceprůchodový Ti:safírový zesilovač včetně čerpací jednotky, které po osazení výstupního optického kompresoru (plánováno na rok 2008) umožní generaci pulsů >0.5 J, 40 fs, 10 Hz. V roce 2007 byla instalována první část systému synchronizace přídatného Ti:safírového svazku s jódovým laserovým systémem PALS a s takto synchronizovanými pulsy byl - nad rámec původního plánu - realizován vysoce úspěšný aplikační experiment v oboru laboratorní astrofyziky (ve spolupráci s Observatoire de Meudon, Francie) – viz aktivita A07\_02. Rovněž byl úspěšně realizován první experiment, v němž byly femtosekundové pulsy Ti:safírového systému využity ke generaci vyšších harmonických frekvencí (HHG), poskytujících úzce kolimovaný XUV koherentní svazek na vlnových délkách 20-30 nm.

**Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Bylo vybudováno kvalitativně nové experimentální laserové zařízení Badatelského centra PALS, doplňující stávající kJ systém o platformu umožňující jak synchronizovanou, tak samostatnou generaci femtosekundových pulsů. Tento



systém poskytuje zásadní rozšíření experimentálních možností Centra PALS.

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Konferenční příspěvky na 3 mezinárodních konferencích a workshopech (EU workshop Emerging Sources of Intense X-ray Radiation, SPIE konference). Publikace, prezentace zařízení a jeho experimentálních možností při přípravě projektů 7.RP EU – viz výsledky č. 1 a 12 a příloha Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

#### **Číslo aktivity**

RL7\_06

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

#### **Název (cíl)aktivity**

Porovnání parametrů rentgenových svazků generovaných laserem na volných elektronech a plazmovým QSS laserem.

#### **Zahájení aktivity**

1.1.2007

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2007

#### **Popis aktivity**

Proměříme-li pokročilými mikroskopovacími technikami parametry ablačního kráteru (především maximální hloubku a plochu původního povrchu zasaženou ablací) a vyneseme-li je jako funkci přirozeného logaritmu energie impulsu, můžeme fitováním získaných závislostí stanovit hodnotu prahu ablace, atenuační délky záření v materiálu a šířku pásu fokusovaného gaussovského svazku. Posledně zmíněná veličina je dána parametry svazku a fokusační soustavy. Provedli jsme sérii experimentů, při nichž jsme ozářili organický polymer – PMMA – fokusovaným svazkem plazmového laseru s ustáleným ziskem (QSS) emitujícího záření na 21,22 nm (PALS, Praha) a laseru s volnými elektrony (FLASH, Hamburk) naladěného na 32,5 nm, 21,7 nm a 13,5 nm a pomocí mikroskopu atomárních sil určili parametry kráterů.

#### **Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity**

Šířka pásu svazku FLASH určená pomocí výše zmíněné metody při 32,5 nm je v dobrém souhlasu s nezávisle provedeným (PTB, Berlín; HASYLAB, Hamburk) fotoionizačním měřením [A. A. Sorokin a kol.: Method based on atomic photoionization for spot-size measurement on focused soft x-ray free-electron laser beams, Appl. Phys. Lett. 89, 221114 (2006)]. Snížili-li se vlnová délka na 21,7 nm a 13,5 nm, zmenší se logicky i šířka pásu, a to na 15,8 a 13,8 mikrometru. Pro plazmový laser nám šířka pásu vychází poněkud větší, než pro FLASH. Příčiny tohoto rozdílu se nyní podrobně vyšetřují, především pomocí počítačových simulací generace a šíření svazku rentgenového QSS laseru a jeho fokusace s využitím sférického zrcadla a mimoosé paraboly.

#### **Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Článek shrnující výsledky aplikace námi modifikované Liuovy metody na ablační krátery vytvořené v PMMA svazkem FLASH byl publikován v časopise Optics Express. Srovnání charakteristik svazků plazmových (QSS) a svazkových (FEL) rentgenových laserů bylo prezentováno na konferenci „Damage to VUV, EUV and X-ray Optics“ - viz výsledek č. 13 v kapitole 4.1.2. této zprávy a příloha Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007.

---

---

---

## 2.2.2. AKTIVITY NEUSKUTEČNĚNÉ v roce 2007

---

Číslo aktivity

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

Název (cíl)aktivity

Zahájení aktivity

Ukončení aktivity

Popis aktivity

Důvody, proč se aktivitu nepodařilo uskutečnit

---

**2.3.NÁKLADY PROJEKTU - 2007****2.3.1. NÁKLADOVÉ TABULKY ZA JEDNOTLIVÉ SUBJEKTY**

Rok 2007  
Typ skutečné  
Organizace Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.  
Role organizace příjemce - koordinátor

<b>POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč</b>	<b>Náklady skutečně vynaložené tis. Kč</b>	<b>z toho skutečně hrazené z účelové podpory tis. Kč</b>
F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přídělky do FKSP	11670	2200
F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové)	3900	1600
F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu	2656	689
F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	2065	1127
F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu	717	598
F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu	59	59
F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	675	587
F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše	1450	550
F9. CELKEM	23192	7410
	<b>PŘEVOD DO fondu tis. Kč</b>	<b>POUŽITÍ Z fondu tis. Kč</b>
F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků	0	0

Rok 2007  
 Typ skutečné  
 Organizace Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.  
 Role organizace příjemce

<b>POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ</b> tis. Kč	<b>Náklady skutečně vynaložené</b> tis. Kč	<b>z toho skutečně hrazené z účelové podpory</b> tis. Kč
F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přídělky do FKSP	5301	1200
F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové)	2700	1500
F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu	4753	2677
F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	1802	753
F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu	514	339
F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu	65	65
F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	149	126
F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše	1800	700
F9. CELKEM	17084	7360
	<b>PŘEVOD DO fondu</b> tis. Kč	<b>POUŽITÍ Z fondu</b> tis. Kč
F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků	0	0

Rok 2007  
 Typ skutečné  
 Organizace České vysoké učení technické v Praze  
 Role organizace příjemce

<b>POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ</b> tis. Kč	<b>Náklady skutečně vynaložené</b> tis. Kč	<b>z toho skutečně hrazené z účelové podpory</b> tis. Kč
F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přídělky do FKSP	3198	2201
F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové)	0	0
F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu	760	520
F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	1327	1247
F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu	66	66
F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu	7	7
F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	567	567
F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše	870	550
F9. CELKEM	6795	5158
	<b>PŘEVOD DO fondu</b> tis. Kč	<b>POUŽITÍ Z fondu</b> tis. Kč
F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků	0	40



**2.3.2. NÁKLADOVÁ TABULKA ZA PROJEKT**

Rok 2007  
Typ skutečné  
PROJEKT LC528 - CELKEM

<b>POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč</b>	<b>Náklady skutečně vynaložené tis. Kč</b>	<b>z toho skutečně hrazené z účelové podpory tis. Kč</b>
F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné příděly do FKSP	<b>20169</b>	<b>5601</b>
F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové)	<b>6600</b>	<b>3100</b>
F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu	<b>8169</b>	<b>3886</b>
F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	<b>5194</b>	<b>3127</b>
F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu	<b>1297</b>	<b>1003</b>
F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu	<b>131</b>	<b>131</b>
F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	<b>1391</b>	<b>1280</b>
F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše	<b>4120</b>	<b>1800</b>
<b>F9. CELKEM</b>	<b>47071</b>	<b>19928</b>
	<b>PŘEVOD DO fondu tis. Kč</b>	<b>POUŽITÍ Z fondu tis. Kč</b>
F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků	<b>0</b>	<b>40</b>

### 2.3.3. ZDŮVODNĚNÍ ZMĚN V ČERPÁNÍ

Smlouvou o poskytnutí podpory na projekt výzkumu a vývoje LC 528, jejím dodatkem č. 1 ze dne 18.7.2005 a dodatkem č.2 ze dne 20. 8. 2007 bylo určeno 8 závazných výdajových položek projektu pro rok 2007 v tomto pořadí :

E31 - Osobní náklady,

E32a - Náklady na odpisy, opravy a údržbu,

E32b –Náklady na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice kapitálové),

E33 - Další provozní náklady,

E34 - Cestovní náhrady,

E35 – Náklady na podporu mezinárodní spolupráce,

E36 - Náklady na zveřejnění výsledků a

E37 – Režijní náklady.

Takto byly výdaje plánovány a v roce 2007 v projektu čerpány a takto je také v této zprávě uvádíme.

Ve webové aplikaci "e-projekty" je pro zprávu za rok 2007 uvedeno jiné členění nákladů (např. kategorie „Podpora mezinárodní spolupráce“ je přejmenována na „Služby“). Toto nové členění nákladových položek a jejich obsahu ve webové aplikaci "e-projekty" nemá oporu ve Smlouvě o poskytnutí podpory na projekt výzkumu a vývoje LC 528 ani v jejím dodatku ze dne 18.7 2005, ani nebylo upraveno žádným dalším dodatkem ke zmíněné Smlouvě. Proto jsme se v kapitole 2.3. periodické zprávy za rok 2007 řídili původním členěním nákladových položek.

Souhrnně byly účelová podpora i celkové uznané náklady projektu v roce 2007 vyčerpány v přesném souladu s plánem, s tím, že příjemci FZÚ i ÚFP využili všechny finanční prostředky na 100 % a příjemce ČVUT využil navíc prostředky ve výši 40 tis. Kč převedené koncem roku 2006 do fondu účelově určených prostředků pro rok 2007, jež jsou zahrnuty v rozpisu čerpání za tento rok.

Celkové uznané osobní náklady (F1=E31) projektu byly v roce 2007 vyčerpány na 100,05 %, přičemž ve FZÚ byly přečerpány o 454 Kč, v ÚFP o 1 507 Kč (o 0,3 %) a na ČVUT o 8 tis. Kč (0,25 %).

Celková účelová podpora osobních nákladů projektu byla přečerpána o 0,15 % (8 265 Kč), z toho ve FZÚ o 265 Kč a na ČVUT, kde mzdy byly čerpány dle plánu ale pojistné bylo vyšší v důsledku nově zavedeného odvodu do FKSP ve výši 1%, o 8 tis Kč. Tyto drobné odchylky byly vykompenzovány z jiných neinvestičních položek rozpočtu.

Celkové uznané náklady i účelová podpora na pořízení hmotného a nehmotného majetku (E32b=F2) v celkové výši 6 600 tis. Kč byly na všech pracovištích Centra vyčerpány v přesném souladu s plánem. Příjemce FZÚ využil investiční prostředky projektu v celkové výši 3 900 tis. Kč na plánovaný nákup komponent Ti:safírového laseru pro laboratoř PALS od firmy Coherent (2 371 tis. Kč) a pořízení argonového kapilárního laseru z University of Texas (1 008 tis Kč) s vakuovou čerpací jednotkou (521 tis. Kč). Příjemce ÚFP použil investiční prostředky projektu ve výši 2 700 tis. Kč na nákup plánovaných investičních položek, jmenovitě heliového hledače netěsností od firmy Pfeiffer Vakuum (673 tis. Kč), řídicího počítače Simatic 7 k laserovému systému PALS od firmy Siemens (309 tis. Kč), speciálních optických prvků pro IR laser (konverzní krystaly od firmy Cleveland Crystals za 1 282 tis. Kč) a diagnostických zařízení (IR kamera ELCOM za 105 tis. Kč a měřič výkonu laseru MIT za 102 tis. Kč). Ze zbylých prostředků byl zakoupen doplněk k systému sběru dat RIO (National Instruments, 229 tis. Kč). Příjemce ČVUT neměl v roce 2007 plánované žádné investiční prostředky.

Neinvestiční položky projektu byly v roce 2007 čerpány s drobnými odchylkami od původního plánu, jež se v celkovém součtu i u jednotlivých příjemců vzájemně kompenzují, přičemž žádná z nich nepřesahuje povolenou toleranci.

Celkové uznané náklady projektu na provoz a údržbu hmotného majetku (E32a=F3) byly vyčerpány na 101,34 %, dotace na 94,32 %.

Celkové uznané další provozní náklady (E33=F4) byly čerpány na 105,55 %, dotace na 117,12 %.

Celkové uznané náklady na cestovní náhrady (E34=F7) byly čerpány na 86,2 %, z toho dotace na 84,9 %.

Celkové uznané náklady na podporu mezinárodní spolupráce (E35=F5) byly čerpány na 99,84 %, z toho dotace na



98,36 %.

Celkové uznané náklady na zveřejnění výsledků (E36=F6), hrazené celé z účelové podpory byly čerpány na 96,73 %. Doplňkové režijní náklady projektu byly celkově i na všech pracovištích jednotlivě vyčerpány na 100 %.

Příjemce FZÚ AV ČR, v.v.i., vyčerpal celkové uznané náklady projektu na provoz a údržbu (E32a) na 85,67 %, z toho dotaci na 57,37 %. Tento výpadek byl vykompenzován zvýšením příspěvku na další provozní náklady projektu (E33) celkově na 114,69 %, z toho dotace na 140,92 %. Cestovní náhrady (E34) byly ve FZÚ čerpány celkově na 116,35 %, z toho dotace na 117,42 %, náklady na podporu mezinárodní spolupráce (E35) celkově na 113,87 %, z toho dotaci na 119,63 %. Přecherpání bylo v těchto případech způsobeno aktivní účastí FZÚ na přípravě panevropských projektů HiPER a ELI. Náklady na zveřejnění výsledků (E36) byly čerpány na 97,85 %. Celkově příjemce FZÚ AV ČR vyčerpal celkové uznané náklady projektu i dotaci na 100 %.

Příjemce ÚFP AV ČR, v.v.i. vyčerpal celkové uznané náklady projektu na odpisy, opravy a údržbu (E32a) na 113,16 %, z toho dotaci na 111,57 %, další provozní náklady (E33) celkově na 92,4 %, z toho dotaci na 96,51 %, náklady na podporu mezinárodní spolupráce (E35) celkově na 107,2 %, z toho dotaci na 102,78 %, náklady na zveřejnění výsledků (E36) hrazené celé z dotace na 129,9 %. V důsledku toho, že 3 významné mezinárodní konference (ICPIG, SPIE Optics and Optoelectronics Europe, 34th EPS PPCF) se v roce 2007 konaly v Praze a ve Varšavě, se v ÚFP v roce 2007 procestovalo méně, než bylo plánováno. Cestovní náhrady (E34) byly čerpány celkově na 24,84 %, z toho dotace na 31,40 %. Celkově však příjemce ÚFP AV ČR, v.v.i., vyčerpal celkové uznané náklady projektu i dotaci na 100 %.

Příjemce ČVUT čerpal v roce 2007 celkové uznané náklady projektu i dotaci s malými změnami oproti plánu. Další provozní náklady (E33) vyčerpal celkově na 113,42 %, dotaci na 114,40 %, cestovní náhrady (E34) celkově na 103,09 %, z toho dotaci na 103,09 %. Na obou pracovištích ČVUT byly nižší výdaje na zveřejnění výsledků (E36 - dotace čerpána na 28 %) a na zahraniční spolupráci (E35 - dotace čerpána na 34,74 %), nicméně v této poslední položce jsou uvedeny jen náklady na pobyt zahraničních hostů, zatím co náklady na přípravu a provedení společných experimentů jsou zahrnuty v položce provozní náklady, která je naopak vyšší ve srovnání s plánem.

Celkové uznané náklady projektu i dotace byly tak na ČVUT vyčerpány přesně dle plánu.

---

---

#### **2.3.4. NEVYUŽITÉ FINANČNÍ PROSTŘEDKY**

---

V roce 2007 byly všechny finanční prostředky využity beze zbytku.

---

---

### 2.3.5. Seznam hmotného a nehmotného majetku pořízeného za sledované období

---

Pořadí	1
Název	Řídicí počítač Simatic 7 k laserovému systému PALS
Podíl užití majetku pro řešení v %	100
Pořizovací cena v tis. Kč	309,116
Uznaný náklad v tis. Kč	309,116
Uhrazeno z dotace v tis. Kč	154,558
Datum dodání	1.8.2007
Datum zprovoznění	1.9.2007
Dodavatel	Siemens/E&A Bradlec s.r.o.

---

Pořadí	2
Název	Heliový hledač netěsností
Podíl užití majetku pro řešení v %	100
Pořizovací cena v tis. Kč	672,616
Uznaný náklad v tis. Kč	672,616
Uhrazeno z dotace v tis. Kč	269,047
Datum dodání	1.6.2007
Datum zprovoznění	1.6.2007
Dodavatel	Pfeiffer Vakuum GmbH

---

Pořadí	3
Název	Speciální optické prvky pro IR laser
Podíl užití majetku pro řešení v %	100
Pořizovací cena v tis. Kč	1281,858
Uznaný náklad v tis. Kč	1281,858
Uhrazeno z dotace v tis. Kč	681,807
Datum dodání	1.12.2007
Datum zprovoznění	1.12.2007
Dodavatel	Cleveland Crystals Ltd., USA

---

Pořadí	4
Název	IR kamera
Podíl užití majetku pro řešení v %	100
Pořizovací cena v tis. Kč	104,55
Uznaný náklad v tis. Kč	104,55
Uhrazeno z dotace v tis. Kč	62,73
Datum dodání	1.5.2007
Datum zprovoznění	1.5.2007
Dodavatel	ELCOM a.s., Praha

---

Pořadí	5
Název	Měřič výkonu laseru
Podíl užití majetku pro řešení v %	100
Pořizovací cena v tis. Kč	102,34
Uznaný náklad v tis. Kč	102,34
Uhrazeno z dotace v tis. Kč	102,34
Datum dodání	1.7.2007
Datum zprovoznění	1.7.2007
Dodavatel	MIT s.r.o., Praha

---

Pořadí	6
Název	Systém sběru dat RIO NI
Podíl užití majetku pro řešení v %	100
Pořizovací cena v tis. Kč	229,518
Uznaný náklad v tis. Kč	229,518
Uhrazeno z dotace v tis. Kč	229,518
Datum dodání	1.7.2007
Datum zprovoznění	1.8.2007
Dodavatel	National Instruments s.r.o., Praha

---

Pořadí	7
Název	Komponenty zesilovače Ti:Safírového laseru
Podíl užití majetku pro řešení v %	100
Pořizovací cena v tis. Kč	2370,853
Uznaný náklad v tis. Kč	2370,853
Uhrazeno z dotace v tis. Kč	1078,632
Datum dodání	1.9.2007
Datum zprovoznění	1.9.2007
Dodavatel	Coherent/LAO s.r.o Praha

---

Pořadí	8
Název	Argonový kapilárový laser UT
Podíl užití majetku pro řešení v %	100
Pořizovací cena v tis. Kč	1008,175
Uznaný náklad v tis. Kč	1008,175
Uhrazeno z dotace v tis. Kč	0
Datum dodání	1.12.2007
Datum zprovoznění	1.12.2007
Dodavatel	University of Texas, USA

---

Pořadí	9
Název	Vakuová čerpací jednotka
Podíl užití majetku pro řešení v %	100

Požizovací cena v tis. Kč	521,367
Uznaný náklad v tis. Kč	521,367
Uhrazeno z dotace v tis. Kč	521,367
Datum dodání	1.11.2007
Datum zprovoznění	1.12.2007
Dodavatel	Vakuum Praha, s.r.o.

---

---

---

### 3. ZÁMĚR A NÁVRHY PRO NÁSLEDUJÍCÍ OBDOBÍ - rok 2008

---

#### 3.1. PROJEKTOVÝ TÝM A ŘEŠITELSKÉ TÝMY

---

##### 3.1.1. PROJEKTOVÝ TÝM

---

IČ organizace 68378271  
Obchodní jméno - název **Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.**  
Zkratka názvu FZÚ AV ČR v.v.i.  
Role organizace příjemce - koordinátor  
Vazba na organizaci 68378271  
Druh organizace Státní příspěvková organizace (zákon č. 219/2000 Sb.)

##### Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Na Slovance / 2
- PSČ, obec 18221 Praha 8
- stát Česká republika
- telefon 2 6605 2121
- [http:// www.fzu.cz](http://www.fzu.cz)

##### Bankovní spojení

- DIČ CZ-68378271
- banka kód, název 0300 - Československá obchodní banka a.s.
- číslo účtu, sp.symbol 671996443,

##### Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul za Jan Řídký CSc.

- funkce ředitel
- telefon 2 6605 2121
- mobil
- fax 2 8689 0509
- email [fzu@fzu.cz](mailto:fzu@fzu.cz)

---

IČ organizace	68407700
Obchodní jméno - název	<b>České vysoké učení technické v Praze</b>
Zkratka názvu	ČVUT v Praze
Role organizace	příjemce
Vazba na organizaci	68407700
Druh organizace	Veřejná nebo státní vysoká škola (zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (o vysokých školách))

Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Zikova 4/
- PSČ, obec 16636 Praha 6
- stát Česká republika
- telefon 22435 1111
- [http:// www.cvut.cz/](http://www.cvut.cz/)

Bankovní spojení

- DIČ CZ68407700
- banka kód, název 0100 - KB Praha 1
- číslo účtu, sp.symbol 195373100277,

Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul za prof. Ing. Václav Havlíček CSc.

- funkce rektor
- telefon 224352284
- mobil
- fax
- email [havlicek@cvut.cz](mailto:havlicek@cvut.cz)

---

IČ organizace	61389021
Obchodní jméno - název	<b>Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.</b>
Zkratka názvu	ÚFP AV ČR, v.v.i
Role organizace	příjemce
Vazba na organizaci	61389021
Druh organizace	Veřejná výzkumná instituce (zákon č. 341/2005 Sb., o veřejných výzkumných institucích)

Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Za Slovankou 1782/ 3
- PSČ, obec 18200 Praha 8
- stát Česká republika
- telefon 2 6605 2052
- [http:// www.ipp.cas.cz](http://www.ipp.cas.cz)

Bankovní spojení

- DIČ CZ-61389021
- banka kód, název 0300 - Československá obchodní banka a.s.
- číslo účtu, sp.symbol 101256398,

Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul za prof. Ing. Dr. Pavel Chráska DrSc.

- funkce ředitel
  - telefon 2 6605 2052
  - mobil
  - fax 2 8658 6389
  - email [chraska@ipp.cas.cz](mailto:chraska@ipp.cas.cz)
-



---

### 3.1.3. ZMĚNY V PROJEKTOVÉM A ŘEŠITELSKÝCH TÝMECH - rok 2008

---

Pč.	Typ	Popis
1	návrhy změn v projektovém týmu a řešitelských týmech	<p>Očekávané změny v řešitelských týmech v roce 2008 v ÚFP AV ČR, v.v.i.</p> <p>Z řešitelského týmu Centra odcházejí od 1. 1.2008 Adéla Tůmová (mateřská dovolená), Ladislav Ebenstreit.</p> <p>K 31. 3. 2008 ukončí pracovní poměr Ing. Pavel Vetešník.</p>
2	návrhy změn v projektovém týmu a řešitelských týmech	<p>Očekávané změny v řešitelských týmech v roce 2008 na ČVUT</p> <p>Z řešitelského týmu Centra na FJFI ČVUT k 1. 1. 2008 odchází Ing. Jaroslav Kuba, PhD., kmenový pracovník.</p> <p>K 1. 1. 2008 nastupuje Ing. Michaela Martínková (magisterské studium ukončila 2006), přijatá na dobu řešení projektu.</p> <p>Z týmu na FEL ČVUT odchází k 1. 1. 2008 Ing. Martin Žáček.</p>
3	návrhy změn v projektovém týmu a řešitelských týmech	<p>Očekávané změny v řešitelských týmech v roce 2008 ve FZÚ AV ČR, v.v.i.:</p> <p>Z mladých pracovníků, splňujících podmínku pro úhradu svého platu z dotace Centra, hodláme do řešitelského týmu Centra ve FZÚ zapojit: Ing. Lukáše Krále (po obhajobě), Ing. Krzysztofa Jakubczaka, Ing. Ludka Vyšína.</p> <p>Z kmenových pracovníků pak RNDr. Oldřicha Rennera, CSc.</p>

---

---

### 3.2. ČASOVÝ POSTUP PRACÍ - rok 2008

---

#### 3.2.0. PŘEHLED DÍLČÍCH CÍLŮ PLÁNOVANÉ 2008

---

	Číslo	Dílčí cíl	Datum plnění
	01	Laserové plazma	1.1.2006 - 31.12.2009
	02	Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů	1.1.2006 - 31.12.2009
	03	Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče	1.1.2006 - 31.12.2009

---

---

### 3.2.1. AKTIVITY PLÁNOVANÉ NA DALŠÍ OBDOBÍ - rok 2008

---

#### Číslo aktivity

A08\_01

#### Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

#### Název (cíl)aktivity

Odborná a logistická podpora mezinárodních experimentů na laserovém systému PALS.  
(Vztahuje se k dílčím cílům 01-Laserové plazma... a 02- Rentgenové lasery...)

#### Zahájení aktivity

1.1.2008

#### Ukončení aktivity

31.12.2008

#### Popis aktivity

Pro mezinárodní experimenty v laboratoři terawattového laseru PALS budou i v roce 2008 pracovníci Centra na základě požadavků domácích i zahraničních experimentátorů zajišťovat komplexní a technickou a odbornou podporu, tj. návrh a stavbu laserových optických tras, přípravu a justování terčů, návrh a přípravu systémů pro diagnostiku laserových svazků i plazmatu, jakož i periferních digitálních zařízení pro měření a sběr dat. Budou rovněž připravovat podrobné plány experimentů a zajišťovat průběh experimentálních kampaní i po logistické stránce.

#### Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Realizace mezinárodních uživatelských experimentálních kampaní v rámci evropského projektu LASERLAB-EUROPE (prodlouženého do konce roku 2008), Keep-in-Touch aktivit Euratomu a přípravné fáze výstavby evropského výkonového laseru HiPER. V současné době je pro laboratoř PALS připraveno 8 nových projektů zaměřených na výzkum interakce fokusovaných laserových svazků s terčíky a na vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů, z nichž nejméně 4 mají být uskutečněny v roce 2008.

#### Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Zprávy o průběhu a výsledcích mezinárodních experimentů předkládané koordináčnímu centru projektu LASERLAB-EUROPE v Berlíně a koordináčnímu výboru aktivit v oblasti inerciální fúze Euratomu (Inertial Fusion Energy Coordination Committee – IFE CC). Publikace výsledků společných experimentů formou odborných článků a konferenčních příspěvků.

---

#### Číslo aktivity

A08\_02

#### Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

#### Název (cíl)aktivity

Odborná příprava mladých výzkumných pracovníků  
(vztahuje se ke všem dílčím cílům)

#### Zahájení aktivity

1.1.2008

#### Ukončení aktivity

31.12.2008

#### Popis aktivity

Do řešení projektu budou i v roce 2008 zapojeni studenti a doktorandi bakalářského, magisterského a doktorského studia. Výsledky výzkumu budou rovněž promítnuty do výuky studentů a doktorandů. Pracovníci Centra povedou studenty jako školitelé-specialisté a budou se rovněž podílet na výuce v magisterském oboru Fyzika a technika termonukleární fúze na FJFI ČVUT a doktorského studia Fyzika plazmatu FEL ČVUT. Ve FZÚ a ÚFP AV ČR budou pokračovat práce doktorandů J. Cihelky, J. Dostála, M. Civiše, P. Homéra, J. Hübnera, K. Jakubczaka, J. Chalupského, R. Rašína a M. Stránského. Školení doktoranda J. Pšikala bude pokračovat ve spolupráci s laboratoří

CELIA v Bordeaux, experimentální část diplomové práce J. Nejdla bude provedena v laboratoři LOA, Palaiseau, Francie. Na FEL ČVUT budou řešeny doktorské práce K. Řezáče, E. Litsevy a M. Bohaty a 5 bakalářských prací.

#### **Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Dokončení konkrétních studentských prací v rámci bakalářského, magisterského a doktorského studia.

Konkrétně ve FZÚ AV ČR je připravena k obhajobě doktorská práce M. Kozlové "Advanced soft x-ray interferometer for diagnostics of dense plasmas", v ÚFP AV ČR vstupuje do posledního roku studia doktorand Jan Dostál.

Na FJFI ČVUT se předpokládá, že doktorskou disertační práci, zaměřenou na vývoj metod pro fluidní simulace laserového plazmatu, podá P. Váchal., práci ke statní doktorské zkoušce M. Tamáš. Diplomové práce by měli obhajovat studenti P. Bednaříková (kinetické modelování laserového plazmatu), O. Slezák (koherentní skládání svazků výkonových laserů pomocí SBS). V rámci tematiky Centra by měly být dokončeny 4 bakalářské práce.

#### **Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Aktivní účast pracovníků Centra na výuce nového studijního zaměření na FJFI ČVUT.

Dokončené studentské ročníkové, bakalářské diplomové a doktorské práce.

Spoluúčast studentů na publikačních výstupech Centra.

---

#### **Číslo aktivity**

KP8\_01

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

#### **Název (cíl)aktivity**

Studium dynamiky plazmového sloupce vytvořeného explozí drátku ve vodě.

#### **Zahájení aktivity**

1.2.2008

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2008

#### **Popis aktivity**

Dosud získané výsledky budou doplněny o spektroskopická měření v XUV oblasti; ze získaných údajů bude odhadnuta teplota plazmatu ve vytvořeném kanálu. Dále se pokusíme o vytvoření silné předionizace kanálu, která by měla umožnit pinčování plazmatického sloupce v tomto vytvořeném kanálu.

#### **Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Vyšší teplota plazmatického sloupce v případě s předionizací by měla indikovat pinčování plazmatického sloupce. Její absolutní hodnota pomůže určit, jak daleko jsme od vhodných podmínek pro vytvoření populační inverze na Ni-podobných iontech a pro laserování v oblasti vlnových délek <15 nm.

#### **Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Konferenční příspěvky, případně časopisecká publikace.

---

#### **Číslo aktivity**

KP8\_02

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

#### **Název (cíl)aktivity**

Experimentální studium spekter pinčujících kapilárních výbojů v EUV oblasti záření.

#### **Zahájení aktivity**

1.1.2008

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2008

#### **Popis aktivity**

Budou pokračovat experimenty s pinčujícím výbojem v argonu a dusíku na modifikovaném a novém zařízení FJFI.

Budou pokračovat experimenty s fokusací EUV záření pro diagnostiku a pro zvyšování intenzity EUV záření z kapilárního výboje. Nové zařízení s pinčujícím výbojem na FJFI bude postupně uváděno do provozu. Budou provedeny experimenty s generací vysokých harmonických v kapiláře plněné plynem.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Uvedení do provozu nového zařízení s pinčujícím výbojem. Získání nových poznatků o vyzařování pinčujícího kapilárního výboje v argonu a dusíku.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace ve vybraném vědeckém časopise a příspěvky na mezinárodních konferencích.

---

**Číslo aktivity**

KP8\_03

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

**Název (cíl)aktivity**

Numerická simulace zářivého plazmatu pinčujících kapilárních výbojů.

**Zahájení aktivity**

1.1.2008

**Ukončení aktivity**

31.12.2009

**Popis aktivity**

Bude studován vliv ablaovaného materiálu ze stěny kapiláry na chování Z-pinče. Budou porovnány podmínky vzniku inverse populace excitovaných stavů vodíku-podobných iontů dusíku a bóru v neablujících a ablujících kapilárách plněných dusíkem a bórem. Ve spolupráci s TIT Japonsko budou studovány zdroje nekoherentního XUV záření v kapilárách plněných Xe, Kr a dalšími plyny. Ve spolupráci s NIEFA St. Petersburg budou provedeny optimalizační simulace rekombinačního buzení v zařízeních s nesinusoidálním tvarem proudového pulzu.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Stanovení prostorového rozdělení elektronové hustoty, teploty, elektrických proudů a magnetického pole v kapilárním výboji. Návrh výpočtu vedení koherentního záření (waveguiding) v kapilárách plněných dusíkem. Rozbor vedení záření v ablující kapiláře pro experimenty prováděné na KFE FJFI ČVUT. Stanovení kinetických vlastností dusíkové směsi.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích.

---

**Číslo aktivity**

KP8\_04

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

**Název (cíl)aktivity**

Generování energetických částic a neutronů v magnetických pinčích.

**Zahájení aktivity**

1.1.2008

**Ukončení aktivity**

31.12.2008

**Popis aktivity**

Interferometrická měření na aparatuře PF 1000 v IPPLM ve Varšavě. Diagnostika nového způsobu napouštění plynného deuteria na S-300 v KI v Moskvě a měření tvrdého rentgenového i neutronového záření na pinčové aparatuře FEL. Aplikace detektorů rentgenového záření a elektronů na laserovém systému PALS.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Na aparaturách S-300 v Kurčatovově institutu a PF-1000 v IPPLM Varšava budou pomocí souboru scintilačních detektorů získány údaje o úhlovém rozdělení spekter vyzařovaných neutronů a rychlých deutronů. Na aparatuře FEL ČVUT se plánuje určování korelace rentgenového záření s neutrony. Na PALSu se bude pokračovat v určování

časových a prostorových charakteristik rentgenového záření.

#### **Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Odborné články a konferenční příspěvky.

---

#### **Číslo aktivity**

KP8\_05

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

#### **Název (cíl)aktivity**

Vývoj simulačních metod pro plazma s vysokou hustotou energie a s magnetickými poli.

#### **Zahájení aktivity**

1.1.2008

#### **Ukončení aktivity**

#### **Popis aktivity**

Vývoj teoretických metod a simulací pinčového plazmatu pro zpracování diagnostických měření, mechanismu generace neutronů a vlivu magnetických polí. Další zpřesnění představ o mechanismu urychlování energetických částic a produkci neutronů v magnetických pinčích.

#### **Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Budou publikovány úpravy programu pro MC simulace metody time-of-flight. Bude konkretizován vliv magnetického pole na dvousvazkovou nestabilitu a popsány charakteristiky energetického spektra rychlých deuterionů.

#### **Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Odborné články a konferenční příspěvky.

---

#### **Číslo aktivity**

LP8\_01

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

#### **Název (cíl)aktivity**

Konverze energie intenzivního laserového svazku do záření v oblasti keV energií.

#### **Zahájení aktivity**

1.1.2008

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2008

#### **Popis aktivity**

Technikami rentgenové spektroskopie a radiační dozimetrie bude experimentálně zkoumána konverze laserového pulzu do emise rentgenového záření s energiemi fotonů v oblasti energií několika keV a následná rezonanční absorpce tohoto záření v stabilních izotopech. Zpožděná rentgenová reemise jader měřená modifikovanými typy detektorů s časovým rozlišením přispěje k porozumění mechanismu aktivace jader v laserovém plazmatu.

#### **Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Získání nových experimentálních údajů o účinnosti laserové aktivace nízkoenergetických jaderných přechodů a sběr přesných dat pro verifikaci teoretických modelů. Aplikace nových typů rentgenových detektorů s časovým rozlišením přispěje k rozvoji přístrojové základny pro diagnostiku horkého hustého plazmatu.

#### **Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace výsledků formou článků v recenzovaných časopisech a příspěvků na mezinárodních konferencích.

---

#### **Číslo aktivity**

LP8\_02

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Studium urychlení iontů v laserovém plazmatu vytvářeném z tenkých fóliových terčů

**Zahájení aktivity**

1.1.2008

**Ukončení aktivity**

31.12.2008

**Popis aktivity**

Pomocí Thomsonova a elektrostatického analyzátoru a iontových kolektorů budou studována spektra iontů urychlených při interakci laserového záření na 1. harmonické frekvenci výkonového jódového laseru (1315 nm) s fóliovými terčíky zhotovenými z různých kovů se zvláštním zřetelem k iontům urychleným ve směru dopadajícího laserového svazku. Kromě toho budou testovány možnosti detekce impulzního rentgenového záření laserového plazmatu a energetických nabitých částic pomocí diamantového monokrystalického detektoru.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Získání a analýza experimentálních dat o energetických spektrech a proudech iontů urychlených v laserovém plazmatu vytvářeném při interakci fokusovaného laserového záření s tenkými fóliovými terčíky.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace získaných výsledků formou odborných časopiseckých článků a konferenčních příspěvků na konferencích ECLIM 2008 a SPPT 2008.

---

**Číslo aktivity**

LP8\_03

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Studium laserové ablace a tvorby plazmových jetů.

**Zahájení aktivity**

1.1.2008

**Ukončení aktivity**

31.12.2008

**Popis aktivity**

Na základě výsledků úspěšných experimentů provedených v roce 2007, jejichž vyvrcholením bylo studium tvorby rázových vln při interakci optimalizovaných plazmových jetů s plynovými terčíky, budou v roce 2008 studovány mj. procesy tvorby plazmových jetů na vícevrstvých a kaskádních terčích. Cílem je získat pomocí laserové interferometrie, rentgenové spektroskopie a detekce rentgenového vyzařování podrobná data o časovém vývoji hustoty a teploty v plazmové koróně a využít je k objasnění role jednotlivých fyzikálních procesů provázejících formování a interakci plazmových jetů.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Získání údajů o prostorovém rozložení a časovém vývoji plazmatu vytvářeného při interakci výkonového laserového svazku s pevnými strukturovanými terči, se speciálním zřetelem k tvorbě plazmových jetů a jejich interakci s okolním prostředím, jako výchozího materiálu pro simulaci a teoretickou interpretaci těchto procesů.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v impaktovaných vědeckých časopisech a na mezinárodních konferencích.

---

**Číslo aktivity**

LP8\_04

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Studium interakce nanosekundového laserového svazku s pěnovými a speciálními terči.

**Zahájení aktivity**

1.1.2008

**Ukončení aktivity**

31.12.2008

**Popis aktivity**

Experimentálně bude studována interakce svazku laseru PALS s pěnovými a speciálními terči, komplexně bude sledován energetický transport v terči. Diagnostika bude zahrnovat rentgenovou spektroskopii s vysokým spektrálním a prostorovým rozlišením, snímky rentgenovou rychlou kamerou a optickou diagnostiku. Cílem bude získat detailní informace o interakci laserového svazku s terči s velkým aplikačním potenciálem.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Získání nových poznatků o parametrech plazmatu a transportu energie v komplexních a pěnových terčích. Získání poznatků o vhodnosti pěnových terčů pro studie v oboru atomové fyziky vysokoteplotního plazmatu.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích.

---

**Číslo aktivity**

LP8\_05

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Hydrodynamické simulace interakce laserových pulzů s terči.

**Zahájení aktivity**

1.1.2008

**Ukončení aktivity**

31.12.2008

**Popis aktivity**

Budeme rozvíjet numerické metody řešení fluidních rovnic. Do našeho 2D hydrodynamického kódu PALE (Prague Arbitrary Lagrangian-Eulerian code) doplníme model radiačního transportu v terčích. Kód bude použit k simulacím experimentů s pěnovými a vrstevnatými terči, experimentů sledujících srážku proudů plazmatu ze dvou fólií a vznik jetů v terčích ozářených laserovým svazkem s minimem intenzity uvnitř svazku.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Srovnání výsledku simulací s jinými kódy a experimentem. Získání nových poznatků o parametrech plazmatu a transportu energie v komplexních a pěnových terčích. Interpretace experimentů na laseru PALS.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích.

---

**Číslo aktivity**

LP8\_06

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Částicové modelování interakce femtosekundových pulzů s terči.

**Zahájení aktivity**

1.1.2008

**Ukončení aktivity**

31.12.2009

**Popis aktivity**

Popis ionizačních procesů bude implementován do 2D3V PIC (particle-in-cell) kódu. Budou prováděny 1D a 2D



simulace interakce femtosekundových pulzů s terčí, zvláště simulace zaměřené na urychlování iontů lineárně a kruhově polarizovaným zářením v ultratenkých fóliích, ve fóliích s tvarovanou zadní stranou a při šíření laseru podél povrchu terče.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Získání nových poznatků o interakci femtosekundových laserových pulzů s terčí a o možnostech generace intenzivních iontových svazků vhodných pro aplikace.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích.

---

**Číslo aktivity**

LP8\_07

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Měření XUV a rentgenového záření z terčů ozářených fs laserem.

**Zahájení aktivity**

1.2.2008

**Ukončení aktivity**

30.11.2008

**Popis aktivity**

Budou získány charakteristiky fokusovaného svazku femtosekundového laseru. Budou provedeny první experimenty s femtosekundovým laserem na FJFI ČVUT. Bude měřena emise záření v rentgenové a XUV oblastech z plazmatu vytvářeného fs laserem.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Získání prvních experimentálních dat o rentgenovém vyzařování plazmatu vytvářeného fs laserem, na jejichž základě bude stanoven program dalších experimentů.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace na mezinárodních konferencích.

---

**Číslo aktivity**

LP8\_08

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

**Název (cíl)aktivity**

Experimentální studium interakce femtosekundových pulzů s terčí.

**Zahájení aktivity**

1.1.2008

**Ukončení aktivity**

31.12.2008

**Popis aktivity**

Bude rozvíjena technika generace krátkých laserových pulzů. Detailně bude charakterizován svazek femtosekundového pulzu a bude studována možnost zvýšení intenzity v ohnisku ve vakuové komoře. Bude probíhat výstavba zařízení kapilárního výboje pro experimenty s vedením fokusovaného laserového svazku v kapilárním plazmatu. Experimentálně bude studována emise EUV, XUV a rentgenového, záření při interakci fs laseru s terčí. V rámci studia fluorescence materiálů v EUV oblasti budou prováděny experimenty s EUV zdrojem na WAT ve Varšavě. Bude dokončen návrh fokusační optiky pro rentgenový laser. Bude studována ablace materiálů femtosekundovým laserem. Ve spolupráci s dalšími pracovišti bude studováno urychlování částic ultrakrátkými laserovými pulzy.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Naměřené parametry laserového svazku budou k dispozici pro interpretaci experimentu. Interakční komora bude umožňovat efektivní experimenty s opakovací frekvencí 10 Hz i s jednotlivými pulzy. Zařízení kapilárního výboje bude

postaveno v laboratoři a připraveno k testování. Data o rentgenové emisi z plazmatu generovaného femtosekundovými laserovými pulzy umožní analyzovat možnosti zdroje rentgenového záření a navrhovat další experimenty. Ablace fs optickými pulzy bude prováděna pro srovnání s ablací pomocí krátkých pulzů XUV laseru. Rentgenová fokusační optika bude připravena pro experimenty.

#### **Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v časopisech a na mezinárodních konferencích. Pokroky ve výstavbě terčových zařízení lze kontrolovat fyzicky a funkčnost terčové komory lze ověřit pomocí provedených experimentů.

---

#### **Číslo aktivity**

LP8\_09

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

#### **Název (cíl)aktivity**

Vliv fyzikálních a chemických vlastností molekulárních plynových soustav s laserovými jiskrami na tvorbu malých organických molekul.

#### **Zahájení aktivity**

1.2.2008

#### **Ukončení aktivity**

30.11.2008

#### **Popis aktivity**

Pomocí vysoce rozlišující infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR), různých chromatografických technik (HPLC, GLC) a hmotové spektroskopie s proudem vybraných iontů (SIFT) bude na Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR (Doc. Civiš, Dr. Španěl) sledována tvorba malých organických molekul iniciovaná velkými laserovými jiskrami (PALS) ve směsích plynů simulujících silně redukční (vysoký podíl methanu) a slabě oxidační (klíčovou složkou je oxid uhelnatý) ranou zemskou atmosféru. Porovnání výsledků nám umožní přispět k řešení problému, která atmosféra byla pro vznik malých organických molekul působením jevů o vysokých hustotách energie příhodnější. Kromě chemického složení bude obměňován způsob zhášení směsi. Ve velké kyvetě bude docházet k expanzi do masy chladného plynu (pomalé zhášení), zatímco v malé kyvetě bude LIDB plazma zhášeno rychle a efektivně jejími stěnami. Vývoj laserové jiskry bude ve výše uvedených soustavách sledován i metodami fyzikální diagnostiky plazmatu. Korelace zjištěných parametrů LIDB plazmatu s jeho určitými chemickými účinky nám pomůže přispět k objasnění mechanismů chemického působení laserového plazmatu v homogenních molekulárních plynech.

#### **Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Registrovat a popsat rozdíly v kvantitě a kvalitě produktů chemických reakcí indukovaných velkou laserovou jiskrou v CO a CH<sub>4</sub> směsích ve velkých a malých kyvetách, případně v pulzní trysce. Stanovit jejich závislost na fyzikálních charakteristikách plazmatu jiskry.

#### **Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v kvalitních časopisech věnovaných chemické fyzice (J. Chem. Phys., Chem. Phys. Lett. resp. J. Phys. Chem. A) resp. hmotové spektroskopii či obecně chemii (J. Am. Chem. Soc.); příspěvek na mezinárodní konferenci zaměřené na chemickou evoluci.

---

#### **Číslo aktivity**

LP8\_10

#### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

01 - Laserové plazma...

#### **Název (cíl)aktivity**

Realizace OPCPA s jódovým laserem v režimu jednotlivých pulzů.

#### **Zahájení aktivity**

1.1.2008

#### **Ukončení aktivity**

31.12.2008

**Popis aktivity**

Proběhne závěrečná fáze experimentů, jejichž cílem je ověřit možnost aplikace techniky OPCPA (Optical Parametric Chirped Pulse Amplification) na jódový laser pracující v režimu jednotlivých pulzů. Pro měření výkonů a spektra laserových svazků bude využita nová laserová diagnostika, zdokonalená v průběhu přípravné fáze daného experimentu. Kromě toho bude na základě zkušeností získaných při návrhu 100 TW OPCPA systému dokončen návrh výkonového stupně PW svazku pro laserový systém PALS.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Dosažení energie 0,5 J v parametricky zesíleném čirpovaném Ti:safírovém svazku.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích.

---

**Číslo aktivity**

RL8\_01

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

**Název (cíl)aktivity**

Studium poškození vybraných materiálů ozářených fokusovaným svazkem rentgenového laseru dopadajícím na povrch vzorku pod malým úhlem.

**Zahájení aktivity**

1.4.2008

**Ukončení aktivity****Popis aktivity**

Dosud jsme studovali interakci fokusovaných svazků XUV/rtg laserů a vysokých harmonických převážně při kolmém dopadu na povrch pevné látky. Hlavní motivací těchto experimentů ovšem představuje studium poškozování materiálů pro konstrukci optických prvků pro vedení a fokusaci svazků rentgenových laserů nové generace (FLASH, LCLS, XFEL), kde interakce probíhá pod malými úhly, tzv. grazing incidence. Provedeme tedy sérii ozařování vrstev amorfního uhlíku a poly(methyl methakrylátu) pod nejméně dvěma úhly menšími než 30 stupňů jak s plazmovým laserem pracujícím v režimu ustáleného zisku (QSS; PALS), tak s laserem na volných elektronech (FLASH). Poškození bude analyzováno pokročilými mikroskopovacími technikami; získaná data poslouží ke stanovení prahů poškození za daných podmínek interakce.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Naměřené závislosti charakteristik poškození na energii impulzů umožní stanovení prahů poškození pro dané interakční úhly. Tak získáme experimentální body nutné pro verifikaci vypočtených závislostí prahu poškození na úhlu dopadu svazku (spolupráce s H. Wabnitzem; DESY, Hamburg). Amorfní uhlík, který je z našich raných experimentů znám svou citlivostí k současnému účinku dlouhovlnného a krátkovlnného záření, budeme za daných podmínek ozařovat svazkem plazmového laseru očištěným filtrem od širokopásmové dlouhovlnné emise plazmatu aktivního prostředí a svazkem kombinovaným.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v kvalitních časopisech věnovaných užití fyzice, např. J. Appl. Phys., nebo optice, např. Opt. Express, Appl. Opt., JOSA; příspěvek na mezinárodní konferenci zaměřené na vývoj a užití rentgenových laserů, radiační odolnost materiálů resp. pokročilou rentgenovou optiku.

---

**Číslo aktivity**

RL8\_02

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

**Název (cíl)aktivity**

Generace a studium radiačního transportu v superhustém plazmatu typu WDM (Warm Dense Matter).

### **Zahájení aktivity**

15.3.2008

### **Ukončení aktivity**

### **Popis aktivity**

Tato aktivita bude navazovat na předchozí experimenty v Badatelském centru PALS a bude využívat rentgenový laser na vlnové délce 21.2 nm, fokusovaný na tenkou fólii do stopy o průměru cca 10 mikrometrů. Pomocí nové fokusační rentgenové optiky typu grazing incidence, sestávající z optimalizovaného rotačního elipsoidu, bude svazek rentgenového laseru na fokusován do ohniska o průměru cca 3x menším než v předchozích experimentech, v nichž byla využívána parabola typu off-axis. Ve spojení se zvýšenou reflektivitou (související se šikmým dopadem rentgenového svazku na novou optiku) bude možno dosáhnout fokusovaných intenzit měkkého rentgenového záření  $>10^{13}$  W/cm<sup>2</sup>, tj. nejméně 10x více než v předchozích experimentech. V experimentu, který bude realizován ve spolupráci s LLNL (USA), bude zkoumán transport rentgenového záření ionizovanou hmotou o hustotě pevné fáze, generovanou v režimu volumetrického ohřevu.

### **Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Získání kvalitativně nových vědeckých poznatků v oboru fyziky warm dense matter a interakce intenzivního měkkého rentgenového záření s hmotou. Půjde o světově originální experimenty - možnost realizace srovnatelných experimentů je v současné době pouze na zařízení FLASH Hamburk (laser na volných elektronech).

### **Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v prestižních mezinárodních periodikách (Physical Review Letters), zvané referáty na mezinárodních konferencích.

---

### **Číslo aktivity**

RL8\_03

### **Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

### **Název (cíl)aktivity**

Měření rychlosti ablace fúzních terčů a spontánních MG polí při interakci laser-plazma.

### **Zahájení aktivity**

15.3.2008

### **Ukončení aktivity**

31.7.2008

### **Popis aktivity**

V souvislosti se zapojením Badatelského centra PALS do přípravné fáze evropského projektu HiPER (fyzikální demonstrátor inerciální fúze pomocí laseru) budou v mezinárodní spolupráci (University of York, Británie, Instituto Superior Técnico, Lisabon) realizovány experimenty zaměřené na fyziku primární komprese fuzního teče. Jde jednak o měření ablační rychlosti a 2D profilu ablačního čela při ozařování plastických terčů IR laserem, jednak o detekci a měření 2D profilu spontánních magnetických polí generovaných v okolí kritické plochy. V obou experimentech bude jako diagnostický svazek využit rentgenový laser na vlnové délce 21,2 nm. Experimentální uspořádání zahrnuje v případě měření ablační rychlosti interferometr na bázi dvojitého Lloydova zrcadla a techniku moiré, v případě měření MG polí bude svazek rentgenového laseru použit k simultánnímu prosvěcování zkoumaného plazmatu spolu s optickým svazkem. Experimentální uspořádání je v obou navržených projektech zcela originální.

### **Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Získání základních fyzikálních poznatků v oboru interakce intenzivního IR laseru s hmotou a fyziky komprese terčů pro inerciální fúzi.

### **Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace v mezinárodních časopisech, zvané i příspěvkové referáty na mezinárodních konferencích.

---

### **Číslo aktivity**

RL8\_04

**Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

**Název (cíl)aktivity**

Pilotní experiment úsporného režimu čerpání rentgenového laseru v režimu GRIP.

**Zahájení aktivity**

**Ukončení aktivity**

31.7.2008

**Popis aktivity**

V návaznosti na výpočty reflexního fokusačního schématu pro generaci lineárního ohniska a realizaci optické a mechanické části potřebné parabolické optiky pro svazek o průměru 150 mm, uskutečněných v roce 2007, proběhne v roce 2008 pilotní experiment čerpání rentgenových laserů v geometrii GRIP. Bude testována možnost generace zesílení na vlnové délce 21 nm v neonu-podobném zinkovém plazmatu, čerpaným vedlejším svazkem systému PALS pod šikmým úhlem dopadu technikou GRIP (GRazing Incidence Pumping). Tento experiment byl původně plánován na rok 2007, avšak časová i technická náročnost návrhu a realizace potřebné reflexní optiky vedla k jeho přesunutí na rok 2008. Úspěch navrženého experimentu by měl klíčový význam pro aplikační projekty rentgenových laserů v Centru PALS, protože by umožnil generaci rentgenového laseru vedlejším svazkem při zachování hlavního IR svazku pro generaci laserového plazmatu.

**Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity**

Získání potenciálně zásadních vědeckých výsledků pro zvýšení účinnosti čerpání rentgenového laseru na vlnové délce 21 nm. Rozšíření experimentálního potenciálu Badatelského Centra PALS v oboru aplikace intenzivních koherentních rentgenových zdrojů.

**Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity**

Publikace, referáty na mezinárodních konferencích, prezentace nových experimentálních kapacit Centra PALS při přípravě projektů 7.RP EU.

---

---

---

### 3.2.2. NÁVRH ZMĚN V ŘEŠENÍ PROJEKTU - rok 2008

---

Pč.	Typ	Popis
-----	-----	-------

*		
---	--	--

---

### 3.3. NÁKLADY PROJEKTU - rok 2008

#### 3.3.1. NÁKLADOVÉ TABULKY ZA JEDNOTLIVÉ SUBJEKTY

Rok 2008  
Typ požadované  
Organizace Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.  
Role organizace příjemce - koordinátor

<b>POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ</b> tis. Kč	<b>Náklady skutečně vynaložené</b> tis. Kč	<b>z toho skutečně hrazené z účelové podpory</b> tis. Kč
F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přídělky do FKSP	12470	2600
F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové)	3700	1000
F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu	1400	1000
F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	2700	1400
F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu	1030	500
F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu	60	60
F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	580	500
F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše	1450	550
F9. CELKEM	23390	7610
	<b>PŘEVOD DO fondu</b> tis. Kč	<b>POUŽITÍ Z fondu</b> tis. Kč
F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků	0	0

Rok 2008  
 Typ požadované  
 Organizace Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.  
 Role organizace příjemce

<b>POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ</b> tis. Kč	<b>Náklady skutečně vynaložené</b> tis. Kč	<b>z toho skutečně hrazené z účelové podpory</b> tis. Kč
F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné příděly do FKSP	5600	1500
F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové)	3100	1000
F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu	3700	2300
F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	2650	1280
F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu	480	330
F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu	50	50
F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	400	400
F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše	1800	700
F9. CELKEM	17780	7560
	<b>PŘEVOD DO fondu</b> tis. Kč	<b>POUŽITÍ Z fondu</b> tis. Kč
F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků	0	0



Rok 2008  
 Typ požadované  
 Organizace České vysoké učení technické v Praze  
 Role organizace příjemce

<b>POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ</b> tis. Kč	<b>Náklady skutečně vynaložené</b> tis. Kč	<b>z toho skutečně hrazené z účelové podpory</b> tis. Kč
F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přídělky do FKSP	3581	2584
F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové)	0	0
F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu	680	520
F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	925	874
F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu	110	110
F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu	10	10
F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	480	480
F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše	870	550
F9. CELKEM	6656	5128
	<b>PŘEVOD DO fondu</b> tis. Kč	<b>POUŽITÍ Z fondu</b> tis. Kč
F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků	0	0



**3.3.2. NÁKLADOVÁ TABULKA ZA PROJEKT**

Rok 2008  
Typ požadované  
PROJEKT LC528 - CELKEM

<b>POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč</b>	<b>Náklady požadované tis. Kč</b>	<b>z toho požadované z účelové podpory tis. Kč</b>
F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přídělky do FKSP	<b>21651</b>	<b>6684</b>
F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové)	<b>6800</b>	<b>2000</b>
F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu	<b>5780</b>	<b>3820</b>
F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	<b>6275</b>	<b>3554</b>
F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu	<b>1620</b>	<b>940</b>
F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu	<b>120</b>	<b>120</b>
F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu	<b>1460</b>	<b>1380</b>
F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše	<b>4120</b>	<b>1800</b>
<b>F9. CELKEM</b>	<b>47826</b>	<b>20298</b>
	<b>PŘEVOD DO fondu tis. Kč</b>	<b>POUŽITÍ Z fondu tis. Kč</b>
F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků	<b>0</b>	<b>0</b>

### 3.3.3. NÁVRH ZMĚN V NÁKLADECH - rok 2008

Pč.	Typ	Popis
1	návrh změn v nákladech	<p>Příjemce FZÚ AV ČR, v.v.i., žádá pro rok 2008 snížit plánované náklady dotace v položce F3 (E42a – odpisy, údržba a opravy dle dodatku č.2 ke smlouvě č.j. 15 397/2005-31) o 1 200 tis. Kč, neboť pro rok 2008 neplánuje žádné větší opravy majetku. Příjemce navrhuje použít tyto prostředky na posílení položky F1 částkou 400 tis. Kč (osobní náklady dotace, kde by se jinak v roce 2008 nedostávalo prostředků na nové mladé pracovníky) a položky F4 částkou 800 tis. Kč (další provozní náklady, které je s ohledem na dobudování nových experimentálních zařízení nutno výrazně posílit).</p> <p>Z těchto důvodů a navíc vzhledem k výrazně se rozšiřující mezinárodní spolupráci v rámci panevropských projektů HiPER a ELI žádáme pro rok 2008 o snížení vlastních prostředků v položce F3 z 1 600 tis. Kč na 400 tis. Kč a naopak o zvýšení vlastních nákladů v každé z položek F1 (=E41 osobní náklady), F4 (=E43 další provozní náklady) a F5 (=E45 podpora mezinárodní spolupráce) o 400 tis. Kč. Požadované změny jsou u příjemce FZÚ AV ČR, v.v.i., rozpočtově neutrální jak vzhledem k celkovým uznaným nákladům projektu, tak i k dotaci na projekt (viz příslušná tabulka v kap. 3.3.1).</p>
2	návrh změn v nákladech	<p>Příjemce ÚFP AV ČR, v.v.i., žádá pro rok 2008 v položce F3 (E42a – odpisy, údržba a opravy dle dodatku č.2 ke smlouvě č.j. 15 397/2005-31) snížit plánované náklady dotace o 800 tis. Kč, neboť pro rok 2008 plánuje jen menší opravy majetku. Příjemce navrhuje použít tyto prostředky na posílení položky F1= E41 částkou 300 tis Kč (osobní náklady dotace pro mladé pracovníky, kde by jinak v roce 2008 došlo k deficitu) a položky F4=43 částkou 500 tis. Kč (další provozní náklady, které je nutno posílit vzhledem ke zprovoznění přídavného laserového systému a dalších experimentálních zařízení v laboratoři PALS). Kromě toho navrhuje příjemce ÚFP AV ČR, v.v.i., posílit položku F4 o dalších 200 tis. Kč z vlastních prostředků, a to na úkor vlastního příspěvku v položce F7 - cestovní náhrady. Všechny tyto požadované změny jsou u příjemce ÚFP AV ČR, v.v.i., rozpočtově neutrální jak vzhledem k celkovým uznaným nákladům projektu, tak i k dotaci na projekt (viz příslušná tabulka v kap. 3.3.1).</p>
3	návrh změn v nákladech	<p>Příjemce ČVUT navrhuje u dotace na projekt pro rok 2008 snížit o 30 tis. Kč položku F5 (služby, resp. zahraniční spolupráce) a o stejnou částku zvýšit položku F7 (cestovní náhrady). Dále příjemce ČVUT navrhuje zvýšit vlastní příspěvek ČVUT v položce F8 (doplňkové náklady) o 70 tis. Kč a o stejnou částku snížit vlastní příspěvek ČVUT v položce F4 (další provozní náklady). Obě požadované změny jsou i v tomto případě vzhledem k celkovým nákladům projektu i k dotaci na projekt u příjemce ČVUT rozpočtově neutrální (viz příslušná tabulka v kap. 3.3.1).</p>
4	návrh změn v nákladech	<p>Místo původně plánovaných investičních položek hodlá příjemce FZÚ AV ČR, v.v.i., v roce 2008 z investičních prostředků projektu uhradit část nákladů na</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- optický kompresor (3 100 tis. Kč)</li><li>- laserové komponenty (600 tis. Kč).</li></ul>
5	návrh změn v nákladech	<p>Vedle původně plánované investiční položky "Generátor přídavného pikosekundového svazku" hodlá příjemce ÚFP AV ČR, v.v.i., v roce 2008 z investičních prostředků projektu uhradit ještě část nákladů na</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- speciální optické parabolické prvky od americké firmy SORL (400 tis. Kč)</li><li>- řídicí software pro vícekanálový synchronizovaný sběr obrazových dat z experimentů (300 tis. Kč).</li></ul>



---

#### 4. PŘÍLOHY

---

#### 4.1. ZPRÁVA O POSTUPU ŘEŠENÍ PROJEKTU - rok 2007

---

#### 4.1.1. POPIS ŘEŠENÍ PROJEKTU - seznam

---

	Pořadí	Soubor
	1	<b>Zpráva o postupu řešení projektu LC528 - rok 2007</b> dokument MS Word 2,140 kB <a href="#">LC528_kap4-1-1_popis_reseni_2007_rev3.doc</a> (2140 kB )

---

## 4.1.2. DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

### 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/01/2007**

Název výsledku

Laboratorní astrofyzikální experimenty na laserovém systému PALS

#### Abstrakt

V laboratoři PALS bylo uskutečněno několik mezinárodních experimentů zaměřených na studium procesů a vlastností látek v horkém a hustém laserovém plazmatu, umožňujícím modelovat extrémní podmínky panující uvnitř některých astrofyzikálních a planetárních objektů. V experimentech provedených společně se skupinou z anglické University of York, vedenou Prof. G. Tallentsem, byl pomocí rentgenového laseru studován odraz a průchod rentgenového záření s vlnovou délkou 21,2 nm v horkém kovovém a uhlíkovém plazmatu – viz publikace [1] a [D1] v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007. Ve spolupráci s kolektivem pracovníků z francouzské laboratoře LUTH (Laboratoire de l'Univers et de ses Théories, Observatoire de Paris-Meudon), vedených Dr. Ch. Stehlé, byla studována tvorba, struktura, rychlost a vyzařované spektrum zářivých rázových vln v plynech o vysokém tlaku [2] a [D2]. Experimenty prováděné v laboratoři PALS společně s týmem prof. D. Batani z italské University di Milano-Bicocca byly pak zaměřeny na studium vlastností kosmogenních prvků uhlíku a železa při velmi vysokých tlacích (řádu až desítek Megabarů), vytvářených v pevných terčích fokusovaným výkonovým laserovým paprskem [3,4]. Do této kategorie patří i experimenty prováděné ve spolupráci s pracovníky varšavského ústavu IPPLM a francouzské laboratoře CESTA, které jsou uvedeny zvlášť ve výsledku č. 4. Přehled výsledků těchto a dalších mezinárodních experimentů v laboratoři PALS byl obsažen rovněž ve dvou zvaných přednáškách řešitele-koordinátora projektu [D107, D108].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

### 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Experimenty poskytly nové poznatky o vlastnostech látek v extrémních podmínkách vyskytujících se v přírodě pouze v horkých stelárních objektech či v jádrech velkých planet a o dynamice tvorby plazmových jetů pozorovaných v dalekém Vesmíru.

### 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Plazma vytvářené fokusovanými výkonovými lasery umožňuje simulovat v laboratoři astrofyzikální procesy probíhající v daleko větším měřítku ve Vesmíru. Získané laboratorní údaje o vlastnostech látek v extrémních podmínkách lze využít při numerickém modelování procesů ve hvězdných atmosférách a v jádrech velkých planet.

### 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

**Rus Bedřich Dr.**

Spojení

266052871 rus@fzu.cz

Organizace

68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. Na Slovance 2 68378 Praha 8  
<http://www.fzu.cz>

### 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[1] M.H. Edwards, D.S. Whittaker, G.J. Tallents, P. Mistry, G.J. Pert, B. Rus, T. Mocek, M. Kozlová, J. Polan, A. Praeg, M. Stupka, P. Homer: Laser-Ablation Rates Measured Using X-Ray Laser Transmission, Phys. Rev. Lett. 99,	J - Článek v odborném periodiku	ANG

195002 (2007)

- 02 [2] M. Busquet, E. Audit, M. González, C. Stehlé, F. Thais, O. Acef, D. Bauduin, P. Barroso, B. Rus, M. Kozlová, J. Polan, T. Mocek: Effect of Lateral Radiative Losses on Radiative Shock Propagation. High Energy Density Physics 3, 8-11 (2007) J - Článek v odborném periodiku ANG
- 03 [3] Bussoli, M., Batani, D., Desai, T., Canova, F., Milani, M., Trtica, M., Gakovic, B., Krousny, E.: Study of laser induced ablation with focused ion beam/scanning electron microscope devices. – Laser and Particle Beams 25 (1): 121-125 (2007) J - Článek v odborném periodiku ANG
- 04 [4] Batani D., Stabile H., Canova F., Koenig M., Benuzzi A., Nishimura H., Ochi Y., Ullschmied J., Skala J., Kralikova B., Pfeifer M., Mocek T., Prag A.: High-pressure behavior of carbon by laser-generated shocks. Russian Journal of Physical Chemistry 81 (9): 1360-1364 SEP 2007 J - Článek v odborném periodiku ANG
- 05 [D1] G. J. Tallents, M. H. Edwards, D. S. Whittaker, P. Mistry, G. J. Pert, B. Rus, T. Mocek, M. Kozlová, J. Polan, A. Praeg, M. Stupka, P. Homer: X-ray lasers as probes to measure plasma ablation rates. Soft X-Ray Lasers and Applications VII, Proc. SPIE Vol. 6702 D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 06 [D2] Velarde, P., Gonzalez, M., Garcia-Fernandez, C., Oliva, E., Kasperczuk, A., Pisarczyk, T., Ullschmied, J., Colombier, J-P., Ciardi, A., Stehle, Ch., Busquet, M., Rus, B., Garcia-Senz, D., Bravo E., Relano A.: Simulations of radiative shocks and jet formation in laboratory plasmas. IFSA2007, Kobe Japan, September 9-14, 2007, paper ThO2.4 D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG



## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/02/2007**

Název výsledku

Studium nízkenergetických nukleárních přechodů v laserovém plazmatu

### Abstrakt

Z hlediska optimalizace studia nízkenergetických nukleárních přechodů (1-30 keV) byly analyzovány vlastnosti nukleárních izomerů, stabilních a dlouhožijících jader [5] a [D3]. Na základě tohoto rozboru byl s přihlédnutím k parametrům PALS vybrán jako nejvhodnější terčikový materiál  $^{181}\text{Ta}$ . V experimentech realizovaných ve spolupráci s IOQ FSU Jena bylo odzkoušeno několik alternativních geometrií nukleárních terčků, které umožňují jak přímá pozorování rentgenové emise z laserově ozářeného masivního tantalu, tak aplikaci kombinovaných Ta terčků a záchytných fólií pro lokalizaci jaderně excitovaných iontů. Rentgenovým spektrometrem s toroidně ohnutým krystalem (CCD detekce) a diferenčním absorpčním spektrometrem užívajícím TLD detektory byly změřeny absolutní emisivity Ta plazmatu v oblasti studovaného nukleárního přechodu (6,25 keV). Analýza signálů detekovaných různými typy scintilátorů a detektory typu Medipix prokázala výskyt pulsů s exponenciálně klesající četností, odpovídající poločasům rozpadu hledaného nukleárního přechodu. Výsledky výzkumu byly shrnuty ve zvaném referátu na konferenci FPPT [D3] a v následné publikaci [5].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Mikroskopické a mikro-spektroskopické testy (XRF, RBS a EMA) polymerních kolektorů (polyimid, polyetylen) prokázaly, že poškození povrchu těchto materiálů fotony (UV, VUV, rtg) a částicemi emitovanými plazmatem není kritické, výše zmíněné materiály jsou tedy vhodné pro záchyt excitovaných iontů Ta. Při experimentech na systému PALS byl prvně úspěšně implementován absolutně kalibrovaný rentgenový spektrometr s toroidním krystalem GaAs a CCD detekcí. Jím změřená emise Ta plazmatu v oboru 6,25 keV verifikovala charakteristiky diferenčního absorpčního spektrometru s TLD detektory. Scintilační detektory registrovaly zpožděnou emisi rentgenových fotonů, změřené rozpadové konstanty odpovídají hledané rezonanční fluorescenční emisi jader  $^{181}\text{Ta}$ .

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Úspěšná aplikace rentgenového spektrometru s toroidálně ohnutým krystalem prokázala možnost rozšíření diagnostického komplexu používaného při experimentech na systému PALS. Absolutní kalibrace radiačních charakteristik Ta plazmatu poskytla údaje potřebné pro verifikaci teoretických výpočtů emisivity plazmatu generovaného na terčích s vysokým atomovým číslem a pro vyhodnocení výtěžků jaderných excitací. Experimenty také ukázaly, že jednoznačná identifikace hledaného nukleárního přechodu je ztížena relativně vysokým radiačním pozadím způsobeným zářivou rekombinací plazmatu a sekundární emisí doprovázející interakci energetických nabitých částic (v čase 100 ns po interakci laserového pulsu s Ta terčem se pohybovaly změřené hodnoty iontového proudu na úrovni 80 A/cm<sup>2</sup>) a fotonů se stěnami interakční komory. Odstínění těchto rušivých signálů je jedním z hlavních cílů návazných experimentů.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

**Krouský Eduard prom. fyz. CSc.**

Spojení

266052382 krousky@fzu.cz

Organizace

68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. Na Slovance 2 68378 Praha 8  
<http://www.fzu.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
-------	-----------------	-----	-------

- |    |  |  |     |
|----|--|--|-----|
| 01 | [5] Granja C., Haiduk A., Kuba J., Renner O.: Survey of nuclei for low-energy nuclear excitation in laser-produced plasma. Nuclear Physics A 784 (2007) 1-12.  | J - Článek v odborném periodiku                                    | ANG |
| 02 | [6] Renner O., Juha L., Krasa J., Krousky E., Pfeifer M., Velyhan A., Granja C., Jakubek J., Linhart V., Slavicek T., Vykydal Z., Pospisil S., Kravarik J., Ullschmied J.: Low-Energy Nuclear Transitions in Subrelativistic Laser-Generated Plasmas. Laser and Particle Beams (Extended version of D1, accepted).   | J - Článek v odborném periodiku                                    | ANG |
| 03 | [D3] Renner O., Juha L., Krasa J., Krousky E., Pfeifer M., Velyhan A., Granja C., Jakubek J., Linhart V., Slavicek T., Vykydal Z., Pospisil S., Kravarik J., Ullschmied J.: Low-Energy Nuclear Transitions in Subrelativistic Laser-Generated Plasmas. 3rd International Conference on the Frontiers of Plasma Physics and Technology, March 5-9, 2007, Bangkok, Thailand. IAEA conference proceedings (in print). | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/03/2007**

Název výsledku

Studium vytváření a urychlování iontů v laserovém plazmatu

### Abstrakt

V roce 2007 proběhly v laserové laboratoři PALS kooperativní mezinárodní experimenty zaměřené na studium procesů tvorby a urychlování mnohonásobně nabitých iontů při interakci fokusovaného laserového svazku s plazmatem. Hlavní úsilí bylo zaměřeno na objasnění vlivu počátečního plazmatu, vytvářeného čelem laserového pulzu, na parametry pozorovaných iontových svazků [7,8] a [D4,D5] a na studium urychlování těžkých kovových iontů s velmi vysokým nábojovým číslem. Byly získány první experimentální údaje o vlivu tloušťky terče na studované procesy [9,10] a [D6]. Další experimentální a teoretické práce byly věnovány analýze experimentálně získaných iontových spekter. Nová metoda analýzy proudů uhlíkových iontů a protonů z polyetylenového plazmatu umožnila stanovit teplotu expandujícího plazmatu a unášivou rychlost grup iontů stejného náboje [11-14] a [D7-D9]. Nově vyvíjené experimentální metody detekce nabitých částic jsou popsány v publikacích [15-17] a [D10]. Kinetické procesy v plazmové koróně, hrající pravděpodobně roli při urychlování iontů na nejvyšší energii, jsou modelovány v teoretické práci [D11].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Výsledky systematického studia tvorby a urychlování vysoce nabitých iontů v laserovém plazmatu přinesly zcela nový pohled na mechanismus vzniku pozorovaného množství skupin iontů s rozličnými energiemi a na roli nelineárních kinetických procesů v procesu urychlování iontů. V rámci těchto prací byly vyvinuty nové metody numerické analýzy naměřených iontových proudů a nové detektory těžkých iontů s vysokými energiemi.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Výsledky experimentálního studia generování vysoce nabitých energetických iontů v laserovém plazmatu poslouží při dalším vývoji laserových iontových zdrojů pro injektory urychlovačů nabitých částic a pro implantační technologie. Nové metody analýzy iontových proudů zrychlí a zefektivní zpracování výsledků iontových měření a umožní využít je i pro stanovení některých parametrů laserového plazmatu samotného.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

**Krása Josef RNDr. CSc.**

Spojení

266052619 krasa@fzu.cz

Organizace

68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. Na Slovance 2 18221 Praha 8  
<http://www.fzu.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[7] Laska, L., Badziak, J., Boody, F. P., Gammino, S., Jungwirth, K., Krasa, J., Krousky, E., Parys, P., Pfeifer, M., Rohlena, K., Ryc, L., Skala, J., Torrisi, L., Ullschmied, J., Wolowski: Factors influencing parameters of laser ion sources. Laser and Particle Beams 25, 2: 199-205 (2007)	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[8] L. Láska, J. Badziak, S. Gammino, K. Jungwirth, A. Kaspercuk, J. Krása, E. Krouský, P. Kubeš, P. Parys, M.	J - Článek v odborném periodiku	ANG

Pfeifer, T. Pisarczyk, K. Rohlena, M. Rosinski, L. Ryc, J. Skála, L.Torrise, J. Ullschmied, A. Velyhan, J.Wolowski: The influence of an intense laser beam interaction with preformed plasma on the characteristics of emitted ion streams. *Laser Part. Beams* 25 (2007) 549–556.

- |    |  |                                 |     |
|----|--|---------------------------------|-----|
| 03 | [9] L. Láska, K. Jungwirth, J. Krása, E. Krouský, D. Margarone, M. Pfeifer, K. Rohlena, L. Ryc, J. Skála, L..Torrise, J.Ullschmied, A. Velyhan: Laser generation of Au-ions with charge states above 50+. <i>Rev. Sci. Instrum.</i> (2008) - In Press.   | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 04 | [10] J. Badziak, A. Kasperczuk, P.Parys, T. Pisarczyk, M. Rosinski, L.Ryć, J. Wolowski, S. Jablonski, R. Suchanska, E. Krouský, L.Láska, K. Mašek, M. Pfeifer, J. Ullschmied, L. J. Dareshwar, I. Foldes, L.Torrise, P. Pisarczyk: Production of high-current heavy ion jets at the short-wavelength subnanosecond laser-solid interaction. <i>Appl. Phys. Lett.</i> 91 (2007) 081502. | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 05 | [11] A. Borrielli, L. Torrise, A. M. Mezzasalma, F. Caridi, J. Badziak, J. Wolowski, L. Láska, J. Krása, J. Ullschmied: Ion energy enhancement in laser-generated plasma of metallic doped polymers. <i>Radiation Effects And Defects</i> , In Press - Feb 27, 2008.   | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 06 | [12] Krasa, J., Jungwirth, K., Krousky, E., Laska, L., Rohlena, K., Pfeifer, M., Ullschmied, J., Velyhan, A.: Temperature and centre-of-mass energy of ions emitted by laser-produced polyethylene plasma. <i>Plasma Phys. Control. Fusion</i> 49: 1649–1659, (2007)   | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 07 | [13] J. Krása, K. Jungwirth, S. Gammino, E. Krouský, L. Láska, A. Lorusso, V. Nassisi, M. Pfeifer, K. Rohlena, L. Torrise, J. Ullschmied, A. Velyhan: Partial currents of ion species in an expanding laser-created plasma. <i>Vacuum</i> (2008) – In Press.   | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 08 | [14] J. Krása, K. Jungwirth, E. Krouský, L. Láska, K. Rohlena, J. Ullschmied, A.Velyhan: Analysis of time-of-flight spectra of ions emitted from laser-generated plasmas. <i>Radiation Effects And Defects</i> , In Press - Feb 27, 2008.  | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 09 | [15] D. Margarone, L. Láska, L. Torrise, S. Gammino, J. Krása, E.Krouský, P. Parys, M. Pfeifer, K. Rohlena, M. Rosiński, L. Ryć, J. Skála, J. Ullschmied, A. Velyhan, J. Wolowski: Studies of craters dimension for long-pulse laser ablation of metal targets at various experimental conditions. <i>Appl. Surf. Sci.</i> , (2007) – In Press, Available online 22 October 2007.      | J - Článek v odborném periodiku | ANG |

10	[16] S. Cavallaro, D. Margarone, L. Torrisi, L. Láska, J. Krása, J. Ullschmied: Detection of energetic ions emitted from laser produced plasma by means of CR39 solid state nuclear track detectors. Radiation Effects And Defects, In Press - Feb 27, 2008.	J - Článek v odborném periodiku	ANG
11	[17] D. Margarone, L. Torrisi, S. Cavallaro, E. Milani, G. Verona-Rinati, M. Marinelli, C. Tuve, L. Láska, J. Krása, M. Pfeifer, E. Krouský, J. Ullschmied, L. Ryc, A. Mangione, A. M. Mezzasalma: Diamond detectors for characterization of laser-generated plasma. Radiation Effects And Defects, In Press - Feb 27, 2008.	J - Článek v odborném periodiku	ANG
12	[D4] J. Badziak, L.J. Dareshwar, I. Földes, A. Kasperczuk, E. Krousky, L. Láska, K. Mašek, P. Parys, M. Pfeifer, P. Pisarczyk, T. Pisarczyk, M. Rosinski, L. Ryc, R. Suchanska, L. Torrisi, J. Ullschmied, J. Wolowski; Highly collimated, high-current heavy ion beams from the subnanosecond laser -plasma interaction; 34th EPS Conference on Plasma Phys. Warsaw, 2 - 6 July 2007 ECA Vol.31F, P-5.008 (2007).	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
13	[D5] L. Láska, J. Badziak, S. Gammino, K. Jungwirth, A. Kasperczuk, J. Krása, E. Krouský, P. Kubeš, P. Parys, M. Pfeifer, T. Pisarczyk, K. Rohlena, M. Rosinski, L. Ryc, J. Skála, L. Torrisi, J. Ullschmied, A. Velyhan, J. Wolowski: The influence of an intense laser beam interaction with preformed plasma on the characteristics of emitted ion streams. 3rd Int. Conference on the Frontiers of Plasma Physics and Technology, March 5-9, 2007, Bangkok (Thailand), Book of Abstract (invited).	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
14	[D6] Láska, L., Jungwirth, K., Krása, J., Krouský, E., Margarone, D., Pfeifer, M., Rohlena, K., Ryc, L., Skála, J., Torrisi, L., Ullschmied, J., Velyhan, A.: Laser Generation of Au-ions with Charge States Above 50+. 12th Int. Conf. on Ion Sources, Juju-do, August 2007.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
15	[D7] J. Krása: Analysis of time-of-flight spectra of ions emitted from laser generated plasmas. Workshop on Plasma production by laser ablation PPLA2007, Scilla (Reggio Calabria), Italy, June 14-16, 2007 oral Friday 15.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
16	[D8] J. Krása, K. Jungwirth, E. Krouský, L. Láska, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Ullschmied, A. Velyhan: Analysis of Ion Currents Emitted from Laser Ion Sources. 6th International Symposium on Applied Plasma Science (ISAPS '07), September 24 - 28, 2007 Nikko, Japan. Advances in Applied Plasma Science, Vol.6, 2007, 193-6.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

- 17 [D9] J. Krása, K. Jungwirth, E. Krouský, L. Láska, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Ullschmied, A. Velyhan: Analysis of Ion Currents Generated with a Pulsed Laser. PLASMA 2007 - International Conference on Research and Applications of Plasmas, Oct. 16 - 19, 2007 Greifswald, Germany, WeP24. American Institute of Physics - Conference Proceedings (2008) – In Press. D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 18 [D10] L. Torrisi, S. Cavallaro, E. Milani, G. Verona-Rinati, M. Marinelli, C. Tuvè, R., Potenza, D. Margarone, L. Láska, J. Krása, M. Pfeifer, A. Velyhan, E. Krousky, J. Ullschmied, A. Mangione, A.M. Mezzasalma, L. Ryc; Diamond detectors for characterisation of laser-generated plasma. 34th EPS Conference on Plasma Phys. Warsaw, 2 - 6 July 2007 ECA Vol.31F, P-5.011 (2007). D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 19 [D11] M. Mašek, K. Rohlena: Anomalous dispersion observed in numerical simulation of electron gas dynamics in the external corona of laser generated plasma; 34th EPS Conference on Plasma Phys. Warsaw, 2 - 6 July 2007 ECA Vol.31F, P-4.004 (2007). D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/04/2007

Název výsledku

Interakce optimalizovaných plazmových jetů s okolním prostředím

### Abstrakt

Optimalizované plazmové jety vytvářené paprskem výkonového laseru na terčících z těžkých kovů (Ta, Cu, Ag, Pb) jsou pozoruhodně stabilní (trvají déle jak 15 ns) a přebírají značnou část energie laserového paprsku (mají rychlost přes 500 km/s při Machově čísle větším než 10). Výsledky systematického studia podmínek tvorby optimálně zformovaných plazmových jetů, prováděné v laboratoři PALS mezinárodním týmem složeným z pracovníků Centra a týmu fyziků z Ústavu fyziky plazmatu a laserové mikrofúze (IPPLM) ve Varšavě pod vedením prof. T. Pisarczyka a A. Kasperczuka, byly uveřejněny v publikacích [18-22] a [D12-D13]. Na teoretické interpretaci a numerické simulaci získaných výsledků se podíleli jednak pracovníci francouzské laserové laboratoře CELIA v Bordeaux V. Tikhonchuk, Ph. Nicolai a Ch. Stenz, jednak prof. S.Yu. Gus'kov z moskevského Fyzikálního ústavu P.N. Lebedeva (FIAN) – [23-25] a [D14]. Laserem vytvářené plazmové jety jsou miniaturní laboratorní analogií např. tzv. protostelárních jetů pozorovaných ve Vesmíru. Lze je využít i v některých nových schématech tzv. rychlého zapálení (fast ignition) inerciální fúze [26]. Prvním krokem k tomu byla série v celosvětovém měřítku unikátních experimentů, při kterých byl systematicky studován přenos energie plazmového jetu do plynového terčíku, doprovázený ohřevem plynu a tvorbou rázových vln [27,28].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Nová metoda vytváření optimalizovaných plazmových jetů otevírá cestu ke studiu laboratorních analogií astrofyzikálních jetů na laserových zařízeních s energií laserového paprsku do 100 J. Výsledky experimentů s plazmovými jety se mohou uplatnit rovněž v nových impaktních schématech rychlého zapálení při konstrukci termojaderných terčů pro termojadernou fúzi.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Dosavadní výsledky systematického studia laserem vytvářených plazmových jetů a jejich interakce s okolním prostředím, prováděného v laboratoři PALS, vzbudily velký zájem mezinárodní vědecké komunity. Významným mezinárodním oceněním těchto prací bylo vybrání článků [18,19] do prestižního amerického Virtual Journal of Ultrafast Science. Objevila se přitom celá řada nových idejí a námětů pro další pokračování výzkumu plazmových jetů, jež představují významný přínos pro vědecký program laboratoře PALS a tím i Centra laserového plazmatu jako takového.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Ullschmied Jiří Ing. CSc.

Spojení

266053246 ullsch@ipp.cas.cz

Organizace

61389021 Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i. Za Slovankou 3 16627 Praha 6 <http://www.ipp.cas.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[18] Kasperczuk, A; Pisarczyk, T; Badziak, J; Miklaszewski, R; Parys, P; Rosinski, M; Wolowski, J; Stenz, C; Ullschmied, J; Krousky, E; Masek, K; Pfeifer, M; Rohlena, K; Skala, J; Pisarczyk, P. : Influence of the focal point position	J - Článek v odborném periodiku	ANG

on the properties of a laser-produced plasma. *Physics of Plasmas* 14, 10: Art. No. 102706 (2007) (Vybráno do US Virtual Journal of Ultrafast Science)

- |    |  |                                 |     |
|----|--|---------------------------------|-----|
| 02 | [19] Kasperczuk, A; Pisarczyk, T; Borodziuk, S; Ullschmied, J; Krousky, E; Masek, K; Pfeifer, M; Rohlena, K; Skala, J; Pisarczyk, P. : The influence of target irradiation conditions on the parameters of laser-produced plasma jets. <i>Physics of Plasmas</i> 14, 3: Art. No. 032701 (2007). (Vybráno do US Virtual Journal of Ultrafast Science)                                 | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 03 | [20] Kasperczuk, A; Pisarczyk, T; Borodziuk, S; Ullschmied, J; Krousky, E; Masek, K; Pfeifer, M; Rohlena, K; Skala, J; Pisarczyk, P.: Interferometric investigations of influence of target irradiation on the parameters of laser-produced plasma jets. <i>Laser and Particle Beams</i> 25 (3): 425-433 (2007)  | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 04 | [21] Kasperczuk, A., Pisarczyk, T., Borodziuk, S., Gus'kov, S.Yu., Ullschmied, J., Krouský, E., Mašek, K., Pfeifer, M., Rohlena, K., Skála, J., Kalal, M., Limpouch, J., Pisarczyk, P.: Plasma jet generation by flyer disk collision with massive target. <i>Optica Applicata</i> 37: 73-82 (2007).   | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 05 | [22] Pisarczyk, T., Kasperczuk, A., Krousky, E., Masek, K., Miklaszewski, R., Nicolai, Ph., Pfeifer, M., Pisarczyk, P., Rohlena, K., Stenz, Ch., Skala, J., Tikhonchuk, V., Ullschmied, J.: The PALS iodine laser-driven jets. <i>Plasma Phys. Control. Fusion</i> 49: B611-B619 (2007).   | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 06 | [23] Nicolai, P., Tikhonchuk, V. , Kasperczuk, A., Pisarczyk, T. , Borodziuk, S., Rohlena, K., Ullschmied, J.: How to produce a plasma jet using a single and low energy laser beam. <i>Astrophysics and Space Science</i> 307, 87-91 (2007)   | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 07 | [24] S. Yu. Gus'kov, A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, S. Borodziuk, J. Ullschmied, E. Krousky, K. Masek, M. Pfeifer, J. Skala, P. Pisarczyk: Energy of a Shock Wave Generated in Different Metals under Irradiation by a High-Power Laser Pulse. <i>Journal of Experimental and Theoretical Physics</i> , 105, 4, pp. 793–802. 2007. , © Pleiades Publishing, Inc., 2007. ISSN 1063-7761 | J - Článek v odborném periodiku | ANG |
| 08 | [25] A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, S.Yu. Gus'kov, J. Ullschmied, E. Krousky, K. Masek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skala, M. Kalal, V. Tikhonchuk, P. Pisarczyk: Laser energy transformation to shock waves in multi-layer flyers, <i>Radiation Effects &amp; Defects in Solids</i> , Vol. 163, No. 6, June 2008, 1–15 (in press)  | J - Článek v odborném periodiku | ANG |



- |    |  |  |     |
|----|--|--|-----|
| 09 | [26] S. Borodziuk, A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, S.Yu. Gus'kov, J. Ullschmied, E. Krousky, K. Masek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skala, M. Kalal, J. Limpouch, P. Pisarczyk, Study of the conditions for the effective energy transfer in a process of acceleration and collision of the thin metal disks with the massive target. European Physical Journal D 41 (2), 311-318, Feb 2007. A07_02                                   | J - Článek v odborném periodiku                                    | ANG |
| 10 | [27] Hora, H., Badziak, J., Read, M. N., Li, Yu-Tong, Liang, Tian-Jiao, Cang, Yu, Liu, Hong, Sheng, Zheng-Ming, Zhang, Jie, Osman, F., Miley, G. H., Zhang, Weiyan, He, Xiantu, Peng, Hansheng, Glowacz, S., Jablonski, S., Wolowski, J., Skladanowski, Z., Jungwirth, K., Rohlena, K., Ullschmied, J.; Fast ignition by laser driven particle beams of very high intensity; Physics of Plasmas 14 (7): Art. No. 072701 JUL 2007 | J - Článek v odborném periodiku                                    | ANG |
| 11 | [28] Nicolai, Ph., Stenz, Ch., Tikhonchuk, V., Ribeyre, X., Kasperczuk A., Pisarczyk, T., Juha, L., Krousky, E., Masek, K., Pfeifer, M., Rohlena, K., Skala, J., Ullschmied, J., Kalal, M., Klir, D., Kravarik, J., Kubes, P. Pisarczyk, P.: Supersonic plasma jet interaction with gases and plasmas at the PALS laser facility. Zasláno do Phys. Rev. Letters 21. listopadu 2007.  | J - Článek v odborném periodiku                                    | ANG |
| 12 | [29] Kasperczuk, A., Pisarczyk, T., Nicolai, Ph., Stenz, Ch., Tikhonchuk, V., Ullschmied, J., Krousky, E., Masek, K., Pfeifer, M., Rohlena, K., Skala, J., Kalal, M., Pisarczyk, P.: Plasma jet interaction with ambient media. Zasláno do Physics of Plasmas 12.12.2007.  | J - Článek v odborném periodiku                                    | ANG |
| 13 | [D12] Pisarczyk, T., Kasperczuk, A., Nicolai, Ph., Ribeyre, X., Stenz, Ch., Krousky, E., Masek, K., Pfeifer, M., Rohlena, K., Skala, J., Ullschmied, J., Kalal, M., Pisarczyk, P.: PALS laser-driven radiative jets for astrophysical and ICF applications. PLASMA 2007, October 16-19, 2007 Greifswald, Germany, paper WeP44  | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 14 | [D13] Pisarczyk, T., Kasperczuk, A., Borodziuk, S., Ullschmied, J., Krousky, E., Masek, K., Pfeifer, M., Rohlena, K., Skala, J., Pisarczyk, P., Nicolai, Ph., Tikhonchuk, V.: Laser-driven jets. 34th EPS Conference on Plasma Physics, Warsaw, Poland, July 2-6, 2007, paper I5007, <a href="http://www.eps2007.ifpilm.waw.pl/">http://www.eps2007.ifpilm.waw.pl/</a>   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 15 | [D14] Kasperczuk, A., Pisarczyk, T., Gus'kov, S. Yu., Ullschmied, J., Krousky, E., Masek, K., Pfeifer, M., Rohlena, K., Skala, J., Kalal, M., Tikhonchuk, V., Pisarczyk, P.: Laser Energy Transformation to Shock Waves in Multi-Layer Flyers, PPLA-2007 (Plasma Production by Laser Ablation)   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |

June, 14th-16th 2007, Scilla, Italy, oral Friday 2-2

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/05/2007

Název výsledku

Emisní charakteristiky pěn o nízké hustotě s příměsí

### Abstrakt

Byla změřena emise plazmatu v jednotlivých čarách H-, He- a Li-podobných iontů chlóru a byla změřena konverze laserové energie do emise jednotlivých rentgenových čar na úrovni 0.02%. Pomocí spektroskopických metod byla změřena elektronová teplota plazmatu a bylo prokázáno vytvoření kvazihomogenní vrstvy relativně hustého plazmatu v cca 0,1 mm hluboké vrstvě pěny. Interpretace interakčních experimentů laseru s pěnou byla publikována v člancích [30-32] a na konferencích [D15,D16]. Výsledky spektroskopických měření byly publikovány na mezinárodních konferencích [D17-D19]. Výsledky experimentu na laseru LIL byly publikovány na mezinárodních konferencích [D20, D21].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Poprvé byla změřena absolutní hodnota konverze energie laseru do emise záření v jednotlivých čarách v pěnových terčích o nízké hustotě a elektronová teplota byla poprvé určena s vysokým prostorovým rozlišením. V experimentech na laseru LIL bylo přímo prokázáno vyhlazování nehomogenit uvnitř laserových svazků pomocí průchodu laseru pěnou.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Výsledky indikují možnost využít pěnové terče jako intenzivní zdroje rentgenového čárového záření s přesně definovanými vlastnostmi. Kvazihomogenní vrstva relativně hustého plazmatu je využitelná pro detailní studium atomové fyziky hustého plazmatu. Velmi perspektivní pro uskutečnění inerciální fúze je vyhlazování nehomogenit uvnitř laserového svazku ve vrstvách podkritické pěny.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Limpouch Jiří Prof. Ing. CSc.

Spojení

283072275 limpouch@jfifi.cvut.cz

Organizace

68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519  
Praha 8 <http://www.jfifi.cvut.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[30] D. Batani, R. Dezulian, R. Redaelli, R. Benocci, H. Stabile, F. Canova, T. Desai, G. Lucchini, E. Krousky, K. Masek, M. Pfeifer, J. Skala, R. Dudzak, B. Rus, J. Ullschmied, V. Malka, J. Faure, M. Koenig, J. Limpouch, W. Nazarov, D. Pepler, K. Nagai, T. Norimatsu, H. Nishimura, Recent experiments on the hydrodynamics of laser-produced plasmas conducted at the PALS laboratory, Laser and Particle Beams 25 (1), 127–141, Mar 2007.	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[31] N.G. Borisenko, A.M. Khalenkov, V. Kmetik, J. Limpouch, Yu.A. Merkuliev, V.G. Pimenov, Plastic Aerogel Targets and Optical Transparency of Undercritical	J - Článek v odborném periodiku	ANG

- 03 [32] N.G. Borisenko, A.A. Akunets, A.M. Khalenkov, D. Klir, V. Kmetik, E. Krousky, J. Limpouch, K. Masek, Yu.A. Merkuliev, M. Pfeifer, V.G. Pimenov, J. Ullschmied, Particular features of the transmission of laser radiation with wavelength 0.438  $\mu\text{m}$  and intensity  $(3-7)\times 10^{14}$  W/cm<sup>2</sup> through an undercritical plasma from polymer aerogels, Journal of Russian Laser Research 28 (2007), 548-566. J - Článek v odborném periodiku ANG
- 04 [D15] V. Rozanov, D. Barishpoltsev, G. Vergunova, S. Gus'kov, N. Demchenko, I. Doskoch, E. Ivanov, E. Aristova, N. Zmitrenko, J. Limpouch, D. Klit, E. Kousky, K. Masek, V. Kmetik, J. Ullschmied, Energy transfer in low-density porous targets doped by heavy elements, Inertial Fusion Science and Applications, Kobe, Japan, 9.-14.9.2007, paper TuPo26, Book of Abstracts, p. 173 (Proceedings in print). D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 05 [D16] N.G. Borisenko, A.A. Akunets, A.M. Khalenkov, D.Klir, V.Kmetik, E. Krousky, J. Limpouch, K. Masek, Yu.A. Merkuliev, M. Pfeifer, V. G. Pimenov, J. Ullschmied, Transmission of laser radiation with a wavelength of 0.438  $\mu\text{m}$  and intensity of  $(3-7)\times 10^{14}$  W/cm<sup>2</sup> through undercritical plasma from polymer aerogels, 3rd Moscow Workshop on Targets and Applications, Moscow, October 15 - 19, 2007. D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 06 [D17] J. Limpouch, O. Renner, E. Krousky, W. Nazarov, N. G. Borisenko, N. N. Demchenko, S. Yu. Gus'kov, D. Klir, V. Kmetik, R. Liska, K. Masek, Yu. A. Merkul'ev, M. Pfeifer, M. Sinor, J. Ullschmied, Laser Interactions with Low-Density Foams for Laser Beam Smoothing and X-ray Source Studies, 34th EPS Conference on Plasma Physics, Varšava, Polsko, 2.-6.7. 2007, ECA, Vol. 31F, O4.006 (2007). D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 07 [D18] J. Limpouch, O. Renner, N.G. Borisenko, D. Klír, V. Kmetik, E. Krouský, R. Liska, K. Mašek, W. Nazarov, J. Ullschmied, Applications of low-density foams for X-ray source studies and laser beam smoothing, Inertial Fusion Science and Applications, Kobe, Japan, 9.-14.9.2007, paper TuPo75, Book of Abstracts, p. 197 (Proceedings in print). D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 08 [D19] O. Renner, J. Limpouch, E. Krousky., O. Klimo, D. Klir, R. Liska, W. Nazarov, N.G. Borisenko, J. Ullschmied, Spectroscopic investigation of laser energy deposition in low-density foams. 3rd Moscow Workshop on Targets and Applications, Moscow, October 15 - 19, 2007. D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 09 [D20] C. Labaune, S. Depierreux, V.T. Tikhonchuk, P. D - Článek ve sborníku z ANG

- Nicolaï, C. Stenz, M. Grech, D.T. Michel, D. Pesme, S. Hüller, N.G. Borisenko, J. Limpouch, W. Nazarov, C. Meyer, P. Di Nicola, R. Wrobel, E. Alozy, G. Soullié, C. Reverdin, G. Thiell, Laser plasma smoothing studies with the LIL facility, Inertial Fusion Science and Applications, Kobe, Japan, 9.-14.9.2007, invited paper WeO2.4, Book of Abstracts, p. 74 (Proceedings in print).
- 10 [D21] S. Depierreux, C. Labaune, D.T. Michel, V.T. Tikhonchuk, C. Stenz, N. Borisenko, W. Nazarov, M. Grech, S. Huller, J. Limpouch, P. Nicolai, D. Pesme, W. Rozmus, C. Meyer, P. Di-Nicola, R. Wrobel, E. Alozy, P. Romary, G. Thiell, G. Soullie, C. Reverdin, B. Villette, Plasma Smoothing of the Laser Beam in Foam Target (LIL Experiment), 3rd Moscow Workshop on Targets and Applications, Moscow, October 15 - 19, 2007.
- 11 [D22] J. Limpouch, Laser interactions with underdense foams for laser beam and ablation pressure smoothing, (vyzvaný ref.). 5th Workshop on Direct-Drive and Fast Ignitron Physics, Madrid, 2.-4.April. (sborník na CD).
- akce (publikovaná přednáška – proceeding)
- D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/06/2007**

Název výsledku

Hydrodynamické simulace interakce nanosekundových laserových pulzů s terčí

### Abstrakt

Bylo rozpracováno rozšíření našeho kódu PALE (Prague Arbitrary Lagrangian Eulerian code) na více typů materiálů [D23] a navržen algoritmus remapování pro více materiálů [D24]. Kód byl použit pro modelování nárazu laserem urychlených disků do terče [33] a [D25-D27], pro modelování terče z dvojité folie [34], [D28] a modelování terčků z pěny [33], [JD25, D26]. Byl modelován vliv laserového předpulzu na interakci [35] a teoreticky byly zkoumány nestability ablační vrstvy v pěnách [36].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Kód PALE je na špičkové úrovni z hlediska použitých numerických metod i z fyzikálního hlediska. Jeho doplnění detailním popisem fyzikálních procesů rozšiřuje možnost realistických simulací na stále složitější experimenty.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Rozvoj hydrodynamického kódu umožňuje přesnější modelování interakce laserového záření s různými terčí. Hydrodynamické simulace přispěly významně k interpretaci experimentů na laseru PALS.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Limpouch Jiří Prof. Ing. CSc.**

Spojení 283072275 limpouch@jfifi.cvut.cz

Organizace 68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519 Praha 1 <http://www.jfifi.cvut.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[33] T. Kapin, M. Kuchařík, J. Limpouch, R. Liska, P. Váchal. Arbitrary Lagrangian Eulerian method for laser plasma simulations. Int. J. Numer. Meth. Fluids, Published Online 2007, DOI: 10.1002/fld.1567 (in press).	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[34] O. Renner, F.B. Rosmej, P. Adámek, E. Dalimier, A. Delseerieys, E. Krouský, J. Limpouch, R. Liska, D. Riley and R. Schott, Spectroscopic characterization of ion collisions and trapping at laser-irradiated double-foil targets, High Energy Density Physics 3 (1-2), 211-217, May 2007.	J - Článek v odborném periodiku	ANG
03	[35] Y.A. Mikhailov, M.A. Grechko, O.A. Zhitkova, M. A. Zhurovich, A. V. Koutsenko, I.G. Lebo, J. Limpouch, A. A. Matsveiko, V.B. Rozanov, G.V. Sklizkov, A.N. Starodub, V.F. Tishkin, A. M. Chekmarev, Effect of a Prepulse on Ablation-Pressure Smoothing in Laser Heating of Thin Foils, Journal of Russian Laser Research 28 (4), 311-325, July 2007.	J - Článek v odborném periodiku	ANG

04	[36] N. Rudraiah, M. Kalal, Electrohydrodynamic Surface Instabilities: Role of Porous Lining at the Ablative Surface of Laser Driven Inertial Fusion Energy Target, Current Science, Vol. 93 (5), Sep 2007, 628 – 647.	J - Článek v odborném periodiku	ANG
05	[D23] M. Kucharik, R. Liska, M. Shashkov, Multimaterial Arbitrary Lagrangian-Eulerian method for compressible fluid dynamics. Abstracts of 9USACM, 9th US National Congress on Computational Mechanics, page 092/145, 2007.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
06	[D24] M. Kuchařík, R. Liska, M. Shashkov, P. Váchal, Lagrangian models and remapping algorithms for 2D multimaterial ALE methods. Numerical Methods for Multi-material Fluid Flows, Prague, September 10-14, 2007. Book of abstracts, p. 31	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
07	[D25] T. Kapin, M. Kuchařík, J. Limpouch, R. Liska, P. Váchal, Arbitrary Lagrangian Eulerian method for laser plasma simulations. ICFD 2007, Numerical Methods for Fluid Dynamics, University of Reading, 2007. 26-29 March, Book of Abstracts, pp. 59—60 (Proceedings in print).	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
08	[D26] R. Liska, M. Kuchařík, J. Limpouch, P. Váchal, Applications of ALE method to laser plasma studies. Numerical Methods for Multi-material Fluid Flows, Prague, September 10-14, 2007, Book of abstracts, p. 33.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
09	[D27] M. Kucharik, R. Liska, M. Shashkov, Advanced Arbitrary Lagrangian-Eulerian method in laser-plasma interaction simulations. Book of Abstracts of the 14th International Conference on Finite Elements in Flow Problems, p. 155, 2007.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
10	[D28] O. Renner, F.B. Rosmej, E. Dalimier, E. Krousky., R. Liska, R. Schott, Plasma clouds collisions and ion trapping at laser-irradiated double-foil targets. 28th Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases, July 15-20, Prague. Proceedings CD-ROM, Institute of Plasma Physics AS CR., ISBN 978-80-87026-01-4, p. 299-302.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
11	[D29] R Liska, J Limpouch, M Kuchařík, O Renner, Selected Laser Plasma Simulations by ALE Method, Inertial Fusion Science and Applications, Kobe, Japan, 9.-14.9.2007, paper TuPo25, Book of Abstracts, p. 172 (Proceedings in print).	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
12	[D30] M. Kalal, Inertial Fusion Energy as a Source of Inexhaustible Environment-friendly Energy for the Future of Mankind: Current Status and Perspective, International Symposium on Environment-Friendly Technology, Material and Energy, Seoul National University of Technology	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

(SNUT), February 27, 2007, Seoul, Korea, Book of Proceedings, pp 55-63



## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/07/2007

Název výsledku

Simulace urychlování částic femtosekundovými laserovými pulzy

### Abstrakt

PIC simulace pomocí vyvinutého 2D3V paralelizovaného kódu a našeho 1D3V PIC se zahrnutím ionizačních procesů a elastických srážek byly použity ke studiu urychlování a transportu elektronů v různých terčích, urychlování iontů v terčích s omezenou hmotou a ve fóliích. Byl navržen unikátní mechanismus generace monoenergetických svazků iontů pomocí kruhově polarizovaných femtosekundových pulzů. Vliv ionizace na generaci a transport rychlých elektronů byl studován v příspěvcích [D31-D33], urychlování iontů mechanismem TNSA v terčích s omezenou hmotou v článku [37] a konferenčních příspěvcích [D34-D36]. Urychlování iontů kruhově polarizovaným femtosekundovým pulzem je popsáno v [38] a [D33].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Prvně je navržen nový mechanismus generace monoenergetických svazků těžších iontů kruhově polarizovanými laserovými pulsy. Prvně je detailně studováno urychlování iontů TNSA mechanismem v terčích s omezenou hmotou.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Možnost urychlování iontů má významný aplikační potenciál (iontová chirurgie, výroba izotopů pro PET, iontová radiografie, neutronový zdroj, rychlé zapálení inerciální fúze). Návrh mechanismu generace monoenergetických svazků těžších iontů otvírá cestu k table-top urychlování těžších iontů. Použití terčů s omezenou hmotou je perspektivní pro zvýšení účinnosti urychlování iontů.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Limpouch Jiří Prof. Ing. CSc.**  
Spojení 283072275 limpouch@fffi.cvut.cz  
Organizace 68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519  
Praha 6 <http://www.fffi.cvut.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[37] J. Limpouch, J. Psikal, A. A. Andreev, K. Yu. Platonov, S. Kawata: Enhanced laser ion acceleration from mass-limited targets, Laser and Particle Beams. zasláno k publikaci, Nov 2007.	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[38] O. Klimo, J. Psikal, J. Limpouch, V.T. Tikhonchuk: Monoenergetic ion beams from ultrathin foils irradiated by ultra high-contrast circularly polarized laser pulses. Phys. Rev. ST – Accelerators and beams, zasláno k publikaci, Oct 2007	J - Článek v odborném periodiku	ANG
03	[D31] O. Klimo, J. Limpouch, Influence of Ionization on Fast Electron Beam Collimation in Short-Pulse High-Intensity Laser Target Interactions, 34th Conference on Plasma	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

Physics, Varšava, Polsko, 2. - 6.7. 2007, ECA, Vol. 31F, P2.008 (2007).

- |    |  |  |     |
|----|--|--|-----|
| 04 | [D32] O. Klimo, J. Limpouch, High-current fast electron beam propagation in a gas, Inertial Fusion Science and Applications, Kobe, Japan, 9.-14.9.2007, paper MPo20, Book of Abstracts, p. 131 (Proceedings in print).   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 05 | [D33] J. Limpouch, O. Klimo, J. Pšikal, V.T. Tikhonchuk, PIC simulations of ion acceleration by linearly and circularly polarized laser pulses, International symposium on laser-driven relativistic plasmas applied for science, industry and medicine, KPSI JAEA, Kizu-gawa, Japan, 17-20.9. 2007. Book of Abstracts p. 42.  | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 06 | [D34] J. Psikal, J. Limpouch, A.A. Andreev, V.T. Tikhonchuk, A.V. Brantov, Two-dimensional simulations of ion acceleration by ultraintense femtosecond laser pulses, 34th EPS Conference on Plasma Physics, Varšava, Polsko, 2.-6.7. 2007, ECA, Vol. 31F, P5.009 (2007).   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 07 | [D35] J. Limpouch, J. Psikal, V. Tikhonchuk, O. Klimo, A. Brantov, A. Andreev, Laser acceleration of ions in mass-limited multi-species targets, Inertial Fusion Science and Applications, Kobe, Japan, 9.-14.9.2007, invited paper ThO6.3, Book of Abstracts, p. 94 (Proceedings in print).   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 08 | [D36] J. Pšikal, J. Limpouch, O. Klimo, 2D PIC Simulations of Ion Acceleration in Laser Irradiated Small Multispecies Targets, 9th Zababakhin Scientific Talks 2007, Snehinsk, Rusko, 10.-14.9. 2007, oral paper 3-15, Book of Abstracts (Proceedings on CD in preparation).   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 09 | [D37] O. Klimo, J. Limpouch, V.T. Tikhonchuk, A. Debayle, The Role of Ionization Processes in Electron Acceleration and Propagation in Solid Targets Irradiated by Short Intense Laser Pulses, International symposium on laser-driven relativistic plasmas applied for science, industry and medicine, KPSI JAEA, Kizu-gawa, Japan, 17-20.9. 2007, Book of Abstracts p. 41. | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/08/2007

Název výsledku

Měření XUV a rentgenového záření z terčů ozářených fs laserem

### Abstrakt

Byly proměřeny charakteristické vlastnosti zdroje extrémního ultrafialového záření (EUV) používajícího gas-puff terč interagující s krátkým laserovým pulsem a byly sledovány jeho aplikační možnosti [39], [D38-D40]. Byly zkoumány a navrženy optické prvky pro fokusaci měkkého rentgenového záření [D41-D43]. Byla změřena spektra měkkého rentgenového záření emitovaná z plynu v plynové cele a z pevného terče, ozářených pulsy femtosekundového laseru na FJFI. Další výsledky shrnuté ve výzkumných zprávách jsou připravovány k publikaci.

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Na FJFI ČVUT byly proměřeny charakteristiky nového unikátního laserového EUV zdroje s gas-puff terčem ozařovaným fs laserem. Byly navrženy nové prvky rentgenové optiky a využity k měření měkkého rentgenového vyzařování (XUV) z různých terčů ozářených pulsy fs laseru.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

EUV zdroj používající gas-puff terč interagující s krátkým laserovým pulsem je velmi perspektivní pro vytváření nanostruktur na organických polymerech a v mikrolitografii. Pro aplikace měkkého i tvrdého rentgenového záření je nutný další vývoj optických prvků. Přesná charakterizace rentgenového zdroje na FJFI je nutná pro návrh fyzikálních experimentů.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno	Limpouch Jiří Prof. Ing. CSc.
Spojení	283072275 limpouch@fjfi.cvut.cz
Organizace	68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519 Praha 1 <a href="http://www.ipp.cas.cz">http://www.ipp.cas.cz</a>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[39] M. Davidkova, L. Juha, M. Bittner, S. Koptyaev, V. Hajkova, J. Krasa, M. Pfeifer, V. Stisova, A. Bartnik, H. Fiedorowicz, J. Mikolajczyk, L. Ryc, L. Pina, M. Horvath, D. Babankova, J. Cihelka, S. Civis: A high-power laser-driven source of sub-nanosecond soft X-ray pulses for single-shot radiobiology experiments. Radiation Research 168 (3), 382-387, Sep 2007.	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[D38] H. Fiedorowicz, A. Bartnik, K. Jakubczak, R. Jarocki, L. Juha, J. Kostecki, L. Pina, R. Rakowski, M. Szczurek, Application of laser plasma soft x-ray and EUV sources in micro- and nanotechnology, SPIE Europe Optics and Optoelectronics, Prague, April 16.-19.04.2007, SPIE Proceedings 6598, 65980G, 2007.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

- |    |  |  |     |
|----|--|--|-----|
| 03 | [D39] H. Fiedorowicz; A. Bartnik; K. Jakubczak; R. Jarocki; J. Kostecki; L. Pina; R. Rakowski; A. Szczurek; M. Szczurek, Micro- and nanoprocessing of organic polymers using a compact laser plasma EUV source equipped with EUV optical systems, SPIE Proceedings 6703, Sep 2007.   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 04 | [D40] A. Bartnik, H. Fiedorowicz, R. Jarocki, J. Kostecki, M. Sczurek, R. Havlíková, L. Pína, L. Švéda, A. Inneman, Response of inorganic materials to laser-plasma EUV radiation focused with a lobster eye collector, SPIE Europe Optics and Optoelectronics, Prague, Czech Rep., 16.-19.04.2007, SPIE Proceedings Vol. 6586, 65860A (2007). | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 05 | [D41] L. Švéda, A. Inneman, V. Semencová, L. Pína, R. Hudec, R. Havlíková, Metrology of micromirrors with replicated multilayers, SPIE Optocs&Photonics 2007, San Diego, 26.-30.08.2007, SPIE Proceedings Vol. 6705, 67050D (2007).  | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 06 | [D42] R. Hudec, L. Pína, V. Semencová, M. Skulinová, A. Inneman, L. Švéda, Progress in x-ray optics development with formed glass and Si wafers, SPIE Optics&Photonics 2007, San Diego, USA, 26.-30.08.2007, SPIE Proceedings Vol. 6688, 668810 (2007).  | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 07 | [D43] R. Hudec, L. Pína, V. Šimon, L. Švéda, A. Inneman, V. Semencová, M. Skulinová, LOBSTER New Space X Ray Telescopes, Third International Conference on Particle and Fundamental Physics in Space, Beijing, China, 19.-21.04.2006, Nuclear Physics B Proceedings Supplements, Vol. 166, p. 229-233 (2007).                                  | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/09/2007

Název výsledku

Příprava interakčních zařízení pro femtosekundový laser na FJFI ČVUT

### Abstrakt

Byly rozvíjeny komponenty laserových systémů s ultrakrátkými pulsy [40,41], [D44, D45]. Možnosti použít techniku fázové konjugace pomocí SBS pro laserový fúzní driver jsou studovány v [D48-D50]. Experimentální program laboratoře fs laseru byl popsán v [D46, D47]. Byla zprovozněna vakuová interakční komora a byly v ní provedeny první experimenty. Bylo navrženo zařízení kapilárního výboje, do kterého lze fokusovat pulz femtosekundového laseru.

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Byly vyvinuty nové komponenty laserů s ultrakrátkými pulsy. Pomocí autokorelátoru byl charakterizován pulz femtosekundového laseru na FJFI a byly uskutečněny první interakční experimenty, a to jak na vzduchu, tak ve vakuu.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Zprovozněná vakuová interakční komora je nezbytná pro provádění fyzikálních experimentů v příštích letech. Zprovozněný vyřezávač jednotlivých pulsů a měření délky pulsu autokorelátořem je nezbytný vstup do experimentů.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Kubeček Václav Prof. Ing. DrSc.

Spojení

221912245 kubecek@troja.fjfi.cvut.cz

Organizace

68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519  
Praha 1 <http://www.fjfi.cvut.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[40] A. Zavadilová, V. Kubeček, J.C. Diels, Picosecond optical parametric oscillator pumped synchronously, intracavity, by a mode-locked Nd:YVO4 laser, Laser Phys.Lett. 4, 103-108, 2007	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[41] V. Kubeček, W. Zendzian, J.K. Jabczynski, J. Kwiatkowski, H. Jelínková, A. Stintz, J.C. Diels, Side pumped Nd:YAG slab laser mode-locked using multiple quantum well saturable absorbers, Laser Phys.Lett. 5 (1), Jan 2008.	J - Článek v odborném periodiku	ANG
03	[D44] V. Kubeček, M. Drahokoupil, H. Jelínková, A. Stintz, J.C. Diels, Pulsed passively mode-locked operation of diode pumped Nd:GdVO4 and Nd:YVO4 in a bounce geometry. Photonics West 2008, Solid State Lasers XVII, SPIE Proceedings 6871-25 (in press)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
04	[D45] V. Kubeček, M. Drahokoupil, K. Zvoníček, A. Stintz,	D - Článek ve sborníku z	ANG

	J.C. Diels, Comparison of Nd:GdVO <sub>4</sub> and Nd:YVO <sub>4</sub> in a pulsed diode pumped passively mode-locked laser in a bounce geometry, Advanced Solid State Photonics (ASSP) 2008, paper WE20, Technical digest on CD-ROM.	akce (publikovaná přednáška – proceeding)	
05	[D46] J. Limpouch, Hard X-ray Generation and Particle Acceleration in Short-Pulse Laser Target Interactions, 16th Symposium on Applications of Plasma Processes, Podbanske, Slovensko, 20-25.1.2007, Book of Abstracts pp. 99-100.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
06	[D47] R. Havliková, D. Klír, V. Kubeček, J. Limpouch, A.Zavadilová, Laboratory of High-Power Femtosecond Ti:Sapphire Laser at FNSPE CTU, 16th Symposium on Applications of Plasma Processes, Podbanske, Slovensko, 20-25.1.2007, Book of Abstracts pp. 175-176.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
07	[D48] M. Kalal, H.J. Kong, N.B. Alexander, Consideration of SBS PCM technique for self-aiming of laser fusion drivers on IFE targets – proposal and feasibility study, 3rd International Conference on the Frontiers of Plasma Physics and Technology, March 5-9, 2007, Bangkok, Thailand, (proceedings in press)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
08	[D49] M. Kalal, H.J. Kong, N.B. Alexander, M. Martinkova, O. Slezak, Embedding SBS PCM in IFE driver-target scheme, 2nd Workshop on SBS and Phase Conjugation, September 25-29, 2007, Potsdam, Germany (oral), Workshop Digest p. 27	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
09	[D50] M. Kalal, H.J. Kong, N.B. Alexander, M. Martinkova, O. Slezak, SBS PCM technique and its possible role in achieving IFE objectives, IAEA-Technical Meeting on Physics and Technology of IFE Targets and Chambers, September 13, 2007, Kobe, Japan, IFSA 2007 Book of Abstracts p. 217.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/10/2007

Název výsledku

Výzkum mechanismu chemického působení laserové jiskry

### Abstrakt

Metodami plynové chromatografie a vysoce rozlišující absorpční infračervené spektrofotometrie jsme prokázali vznik celé řady organických molekul ve směsi CO-N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O ozařované fokusovaným svazkem laseru PALS. Toho jsme využili Pro studium reakčních cest jsme využili výchozích látek značených stabilními izotopy a spektroskopie s vysokým rozlišením, jež umožňuje měřit izotopové posuny. Například kapalná voda s <sup>18</sup>O nabohaceným na 99,9% poskytla jako produkt aceton. Slepým pokusem (tzn. realizací experimentální procedury s vyloučením generace laserového plazmatu a přidáním produktu v očekávané koncentraci a přirozeném izotopovém složení) jsme ověřili, že izotopovou výměnou tento izotopomer za daných podmínek nevzniká. Tak bylo nade vše pochybnost prokázáno, že aceton se vytváří působením laserového plazmatu na CO-N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O. Tento výzkum probíhal ve velké (15-ti litrové) statické kyvetě, kde lze předpokládat homogenní procesy. Je tedy vyloučen či plně omezen vliv stěn kyvety. Tyto a další výsledky studia elektrochemických procesů v laserových jiskrách jsou popsány v člancích [39,42] konferenčních příspěvcích [D51-D53].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Pomocí plynové chromatografie a vysoce rozlišující absorpční infračervené spektrofotometrie při současné aplikaci originální metody sledování reakčních cest látkami značenými stabilními izotopy byla získána řada nových poznatků o chemických procesech v plazmatu laserem iniciovaného výboje (LIDB) v různých směsích plynů.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Výsledky našich měření potvrzují názor, že LIDB plazma je aktivní především v pozdějších fázích svého vývoje, tedy již značně ochlazené. V té době však zaujímá velký objem, což se promítá do celkového výtěžku produktů. Spektroskopie s vysokým rozlišením se ukázala být efektivním nástrojem při sledování reakčních cest vedoucích ke vzniku molekulárních iontů.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno	Juha Libor Ing. PhD.
Spojení	266052741 juha@fzu.cz
Organizace	68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. Na Slovance 2 18221 Praha 8 <a href="http://www.fzu.cz/">http://www.fzu.cz/</a>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[42] S. Civiš, D. Babánková, J. Cihelka, P. Sazama, L. Juha: Spectroscopic investigations of high-power laser-induced dielectric breakdown in gas mixtures containing carbon monoxide, podáno do J. Phys. Chem. A	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[D51] S. Civiš, L. Juha, J. Jehlička: Towards realistic laboratory simulation of high-energy-density events in planetary atmospheres: Using large laser sparks created by a single pulse of high-power lasers, Bioastronomy 2007:	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

Molecules, Microbes and Extraterrestrial Life; San Juan, Puerto Rico, 16-20 July 2007Astrobiology 7, 503 (2007)

- |    |  |  |     |
|----|--|--|-----|
| 03 | [D52] L. Juha, M. Ferus, P. Kubelík, J. Krása, J. Skála, M. Pfeifer, S. Civiš, J. Cihelka, D. Babánková: High-power laser-plasma chemistry in planetary atmospheres, Bioastronomy 2007: Molecules, Microbes and Extraterrestrial Life; San Juan, Puerto Rico, 16-20 July 2007Astrobiology 7, 516 (2007). | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 04 | [D53] S. Civiš, M. Ferus, P. Kubelik, J. Cihelka, M. Kamas, L. Juha, High power laser plasma chemistry in planetary atmospheres, The 20th Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy; Dijon, Francie, 3-7 July 2007, poster 4.7. 2007.   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 05 | [D54] S. Civiš, M. Ferus, Time resolved Fourier transform emission spectroscopy of He/CH <sub>4</sub> pulsed discharge, The 20th Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy; Dijon, Francie, 3-7 July 2007, poster 6 7. 2007.  | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |



## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/11/2007

Název výsledku

Vývoj plazmových rentgenových laserů

### Abstrakt

V Badatelském centru PALS byly úspěšně realizovány experimenty zaměřené na vylepšení kvality a reprodukovatelnosti profilu svazku rentgenového laseru na vlnové délce 21,2 nm. Vylepšení bylo dosaženo zcela novým optickým systémem fokusace prepulsního budícího svazku, který umožňuje generaci vysoce homogenního profilu intenzity v prepulsním ohnisku, s nastavitelnými parametry. Tento originální systém, zahrnující matici 10 válcových čoček a dva půlené segmenty sférické čočky s měnitelnou vzájemnou polohou, byl navržen a realizován v FZÚ AVČR, v.v.i. Svazek rentgenového laseru na vlnové délce 21,2 nm využívající nový prepulsní fokusační systém vykazuje zlepšenou kolimaci svazku (3x3 mrad) a výbornou reprodukovatelnost profilu svazku. Dalším významným úspěchem dosaženým v roce 2007 bylo demonstrování intenzivní laserové akce na vlnové délce 13,9 nm, využívající přechodu 4d-4p v iontech Ni-podobného stříbra. Geometrie aktivního plazmatu, které je vytvářeno na povrchu pevného Ag terče sekvencí prepulsu a hlavního čerpacího pulsu, je stejná jako v případě zinkového laseru (~0,13 mm x 3 cm). V provedeném experimentu byla studována intenzita laserové akce v jednorůchodovém režimu zesílení pomocí nového rtg/XUV spektrometru osazeného konkávní mřížkou typu flat field. Ze získaných výsledků vyplývá, že intenzita zesílené emise na vlnové délce 13,9 nm je kriticky závislá na strmosti náběžné hrany čerpacího IR pulsu. Tato skutečnost souvisí s tím, že ionizační bilance s dominantním zastoupením niklu-podobných iontů spolu s elektronovou teplotou dostatečně vysokou pro generaci inverze populace je dle numerických simulací dosahováno právě během počáteční fáze čerpacího pulsu, v úzce vymezeném intervalu hustot s teplot plazmatu (viz publikace [44] a [D56-D59]).

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Byl navržen, implementován a úspěšně odzkoušen zcela originální optický systém pro generaci lineárního fokusu s měnitelným profilem intenzity v příčném směru (uvažuje se o patentování tohoto systému). Dále byl implementován a odzkoušen vylepšený rtg/XUV spektrometr s konkávní mřížkou typu flat field. Tento kompaktní spektrometr inovativní koncepce, navržený a realizovaný ve Fyzikálním ústavu AVČR, v.v.i., je kromě Badatelského centra PALS rovněž využíván v mezinárodních experimentech prováděných pod vedením Lawrence Livermore National Laboratory na zařízení FLASH v Hamburku.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Dosažené výsledky mají zásadní význam pro posílení postavení Badatelského centra PALS v mezinárodních programech vývoje a aplikací koherentních rentgenových a XUV svazků. Zdokonalení rentgenového laseru na vlnové délce 21.2 nm umožní efektivnější realizaci připravovaných programů v oboru výzkumu hustého a superhustého plazmatu, včetně plazmatu typu warm dense matter. Vyvinutý kompaktní rentgenový spektrometr typu flat field, který se stal klíčovou součástí instrumentace v prestižním mezinárodním programu na zařízení FLASH, posílil reputaci Centra PALS jakožto vývojového střediska v oboru diagnostiky plazmatu.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Rus Bedřich Dr.

Spojení

266052871 rus@fzu.cz

Organizace

68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. Na Slovance 2 18221 Praha 8  
<http://www.fzu.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[44] B. Rus; T. Mocek; M. Kozlová; J. Polan; P. Homer; M. Stupka; G. J. Tallents; M. H. Edwards; P. Mistry; D. S. Whittaker; N. Booth; Z. Zhai; G. J. Pert; J. Dunn; A. J. Nelson; M. E. Foord; R. Shepherd; W. Rozmus; H. A. Baldis; M. Fajardo; D. De Lazzari; P. Zeitoun; G. Jamelot; A. Klisnick; D. Ros; K. Cassou; S. Kazamias; H. Bercegol; C. Danson; S. Hawkes; L. Juha; V. Hájková; J. Chalupský; J. Feldhaus; H. Wabnitz; J. Nejd; J. Kuba; M. Davídková; A. Plavcová; V. Štísová: Development and applications of multimillijoule soft X-ray lasers. Journal of Modern Optics, Vol. 54, Nos. 16-17, 10-20 (2007)	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[D56] B. Rus, T. Mocek, M. Kozlová, J. Polan, P. Homer, K. Jakubczak, M. Stupka, G. J. Tallents, M. H. Edwards, N. Booth, Z. Zhai, J. Dunn, A. J. Nelson, M. Fajardo, P. Zeitoun, M. E. Foord, R. L. Shepherd, W. Rozmus, H. A. Baldis, J. Sobota: Development of soft x-ray lasers at PALS and their applications in dense plasma physics, Soft X-Ray Lasers and Applications VII, Proc. SPIE Vol. 6702, 67020G (2007)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
03	[D57] P. Homer, B. Rus, J. Polan: Measurements of x-ray laser wavefront profile using PDI technique. Soft X-Ray Lasers and Applications VII, Proc. SPIE Vol. 6702, 670211 (2007)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
04	[D58] K. Jakubczak, T. Mocek, J. Polan, P. Homer, B. Rus, I.J. Kim, C.M. Kim, G.H. Lee, D.S. Kim, S.B. Park, Y.S. Lee, T.K. Kim, C.H. Nam, V. Hájková, J. Chalupský, L. Juha: Development of ultrafast soft x-ray beamline at PALS and surface modification of solids by high-order harmonics. Soft X-Ray Lasers and Applications VII, Proc. SPIE Vol. 6702, 67020X (2007)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
05	[D59] J.Polan, T.Havlíček, B.Rus: Target Delivery System for High Repetition Rate Lasers. Soft X-Ray Lasers and Applications VII, Proc. SPIE Vol. 6702, 670210 (2007)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/12/2007

Název výsledku

Aplikace plazmových rentgenových laserů

### Abstrakt

Těžištěm aplikačních projektů plazmových rentgenových laserů v uplynulém období byla diagnostika horkého hustého plazmatu vytvářeného výkonovými IR lasery a generace chladného plazmatu o hustotě pevné fáze třídy warm dense matter. V první aplikaci je rentgenový svazek použit k prosvěcování plazmatu vytvořeného na příslušně zvoleném terči IR svazkem výkonového laseru, přičemž vlnová délka sondovacího rentgenového svazku umožňuje stanovit 2D prostorové rozložení elektronové hustoty dosahující typicky až  $10^{23} \text{ cm}^{-3}$ , s rozlišením lepším než 5 mikrometrů. V Badatelském centru PALS byla vyvinuta principiální inovace „tradiční“ sondovací geometrie, která využívá selektivní prostorové filtrace a umožňuje zvýšit kontrast užitečného signálu oproti vlastní emisi sondovaného plazmatu více než 1000x. Předmětem druhé ze zmíněných aplikací je volumetrický ohřev hmoty tenké fólie fokusovaným svazek rentgenového laseru, vedoucí ke generaci relativně chladného vysoce ionizovaného plazmatu o hustotě pevné fáze. Experimentální hodnoty transmise rentgenového záření na vlnové délce 21.2 nm volumetricky generovaným plazmatem Al a C (jde o první svého druhu na světě), byla srovnána s výsledky numerického modelování realizovaného v Lawrence Livermore National Laboratory (viz publikace [1, 44] a [D56, D60]). Kromě výše zmíněných aktivit byla v roce 2007 navržena nová optika typu grazing incidence pro bodovou fokusaci rentgenového laseru, která umožní generaci hustot výkonu rentgenového záření (21,2 nm) nejméně  $10^{13} \text{ Wcm}^{-2}$ , tj. 10x více než se stávající rentgenovou optikou na bázi mimoosého paraboloidu. Ve spolupráci s University of York bylo v roce 2007 rovněž navrženo nové schéma měření ablační rychlosti plastických fólií při ozařování intenzivním laserovým zářením, založené na principu rentgenové/XUV interferometrie [D61]. Tato technika bude v nadcházejícím období využita v aplikačních experimentech s fyzikální tematikou inerciální fúze.

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Bylo navrženo a experimentálně demonstrováno schéma selektivní prostorové filtrace pro sondování horkého silně emitujícího plazmatu koherentním svazkem rentgenového záření. Toto schéma vzhledem ke zvýšení kontrastu užitečného signálu o několik řádů znamená zásadní inovaci a lze očekávat, že nalezne významné uplatnění v mezinárodních projektech. Zásadní inovací je rovněž nově navržená a numericky optimalizovaná pokročilá optika typu grazing incidence pro bodovou fokusaci svazku plazmového rentgenového laseru na vlnové délce 21,2 nm, která umožní realizaci pokročilého programu výzkumu plazmatu typu Warm dense matter. Třetí inovací je nové schéma pro přesná měření rychlosti ablace metodou rentgenové interferometrie, které bude experimentálně aplikováno v mezinárodních projektech v roce 2008.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Výše popsané výsledky umožňují Badatelskému centru PALS realizovat řadu principiálně nových experimentů v oboru výzkumu horkého hustého plazmatu (zejména v kontextu s evropským programem fyziky inerciální fúze) a rovněž v oboru výzkumu astrofyzikálně relevantního plazmatu typu warm dense matter. Tyto experimenty proběhnou v mezinárodní spolupráci s partnerskými pracovišti z EU a USA.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Rus Bedřich Dr.

Spojení

266052871 rus@fzu.cz

Organizace

68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. Na Slovance 2 18221 Praha 8  
<http://www.fzu.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[D60] J. Dunn, B. Rus, T. Mocek, A. J. Nelson, M. E. Foord, W. Rozmus, H. A. Baldis, R. L. Shepherd, M. Kozlová, J. Polan, P. Homer, M. Stupka: 21-nm x-ray laser Thomson scattering of laser-heated exploding foil plasma. Soft X-Ray Lasers and Applications VII, Proc. SPIE Vol. 6702, 67020O (2007)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/13/2007

Název výsledku

Rentgenová ablace a detekce rentgenového záření

### Abstrakt

Pro porovnání parametrů rentgenových svazků generovaných laserem na volných elektronech a plazmovým QSS laserem jsme provedli sérii experimentů, při nichž jsme ozářili organický polymer polymethylmetakrylát (PMMA) fokusovaným svazkem plazmového laseru s ustáleným ziskem (QSS) emitujícího záření na 21,22 nm (PALS, Praha) a laseru s volnými elektrony (FLASH, Hamburk) naladěného na 32,5 nm, 21,7 nm a 13,5 nm. Mikroskopem atomárních sil jsme určili parametry kráterů (především maximální hloubku a plochu povrchu zasaženou ablací). Ty jsme vynesli jako funkci přirozeného logaritmu energie impulzu, abychom fitováním získaných závislostí stanovili hodnotu prahu ablace, atenuační délku záření v materiálu a šířku pásu fokusovaného gaussovského svazku – viz publikace [45]. Při 32,5 nm jsme tak určili šířku pásu svazku FLASH na  $2\sigma = 23,0$  mikrometrů, což je v dobrém souhlasu s nezávisle provedeným (PTB, Berlín; HASYLAB, Hamburk) fotoionizačním měřením [A. A. Sorokin a kol.: Method based on atomic photoionization for spot-size measurement on focused soft x-ray free-electron laser beams, Appl. Phys. Lett. 89, 221114 (2006)]. Snížili-li se vlnová délka na 21,7 nm a 13,5 nm, zmenšil se i šířka pásu, a to na 15,8 mikrometru a 13,8 mikrometru. To bychom mohli očekávat, ale pokles z hodnoty nalezené pro záření o vlnové délce 32,5 nm je větší, než jsme předpokládali. Pro plazmový laser nám šířka pásu vychází větší, než pro FLASH – viz příspěvek [D61]. Další práce věnované rentgenové ablací a jejímu využití a detekci rentgenového záření, na nichž se podíleli pracovníci Centra, jsou v příloze uvedeny pod čísly [46-50] a [D62-D67]. Pro porovnání parametrů rentgenových svazků generovaných laserem na volných elektronech a plazmovým QSS laserem jsme provedli sérii experimentů, při nichž jsme ozářili organický polymer polymethylmetakrylát (PMMA) fokusovaným svazkem plazmového laseru s ustáleným ziskem (QSS) emitujícího záření na 21,22 nm (PALS, Praha) a laseru s volnými elektrony (FLASH, Hamburk) naladěného na 32,5 nm, 21,7 nm a 13,5 nm. Mikroskopem atomárních sil jsme určili parametry kráterů (především maximální hloubku a plochu povrchu zasaženou ablací). Ty jsme vynesli jako funkci přirozeného logaritmu energie impulzu, abychom fitováním získaných závislostí stanovili hodnotu prahu ablace, atenuační délku záření v materiálu a šířku pásu fokusovaného gaussovského svazku – viz publikace [45]. Při 32,5 nm jsme tak určili šířku pásu svazku FLASH na  $2\sigma = 23,0$  mikrometrů, což je v dobrém souhlasu s nezávisle provedeným (PTB, Berlín; HASYLAB, Hamburk) fotoionizačním měřením [A. A. Sorokin a kol.: Method based on atomic photoionization for spot-size measurement on focused soft x-ray free-electron laser beams, Appl. Phys. Lett. 89, 221114 (2006)]. Snížili-li se vlnová délka na 21,7 nm a 13,5 nm, zmenšil se i šířka pásu, a to na 15,8 mikrometru a 13,8 mikrometru. To bychom mohli očekávat, ale pokles z hodnoty nalezené pro záření o vlnové délce 32,5 nm je větší, než jsme předpokládali. Pro plazmový laser nám šířka pásu vychází větší, než pro FLASH – viz příspěvek [D61]. Další práce věnované rentgenové ablací a jejímu využití a detekci rentgenového záření, na nichž se podíleli pracovníci Centra, jsou v příloze uvedeny pod čísly [46-50] a [D62-D67].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Vyvinuli a využili jsme ablační techniku, která umožňuje stanovit parametry fokusovaného svazku základních typů rentgenových laserů.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Ablační technika nám umožnila zkoumat závislost fokusu svazků rentgenových laserů na parametrech svazku a způsobu resp. provedení fokusace. Znalost vývoje fokusu s měnícími se parametry můžeme fokusaci optimalizovat a realizovat ji za přesně známých podmínek, což má zásadní význam pro řadu interakčních experimentů – od pokusů o dosažení maximální intenzity rentgenových laserů pro objemový ohřev látky za účelem produkce unikátního hustého, relativně chladného plazmatu (tzv. WDM – horká hustá hmota) až po využití svazků rentgenových laserů k přímému

nanostrukturování materiálů.

#### 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Juha Libor Ing. CSc.**  
Spojení 266052871 juha@fzu.cz  
Organizace 68407700 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. Na Slovance 2 18221 Praha 8  
<http://www.fzu.cz>

#### 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[45] J. Chalupský, L. Juha, J. Kuba, J. Cihelka, V. Hájková, S. Koptyaev, J. Krása, A. Velyhan, M. Bergh, C. Caleman, J. Hajdu, R.M. Bionta, H. Chapman, S.P. Hau-Riege, R.A. London, M. Jurek, J. Krzywinski, R. Nietubyc, J.B. Pelka, R. Sobierajski, J. Meyer-ter-Vehn, A. Krenz-Tronnier, K. Sokolowski-Tinten, N. Stojanovic, K. Tiedtke, S. Toleikis, T. Tschentscher, H. Wabnitz, U. Zastra: Characteristics of focused soft X-ray free-electron laser beam determined by ablation of organic molecular solids. Opt. Express 15, 6036 (2007)	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[46] J. Krzywinski, R. Sobierajski, M. Jurek, R. Nietubyc, J. B. Pelka, L. Juha, M. Bittner, V. Letal, V. Vorlicek, A. Andrejczuk, J. Feldhaus, B. Keitel, E. Saldin, E. Schneidmiller, R. Treusch, M. Yurkov: Conductors, semiconductors and insulators irradiated with short-wavelength free-electron laser, J. Appl. Phys. 101, 043107 (2007)	J - Článek v odborném periodiku	ANG
03	[47] S. P. Hau-Riege, H. N. Chapman, J. Krzywinski, R. Sobierajski, S. Bajt, R. A. London, M. Bergh, C. Caleman, R. Nietubyc, L. Juha, J. Kuba, E. Spiller, S. Baker, R. Bionta, K. Sokolowski-Tinten, N. Stojanovic, B. Kjornrattanawanich, E. Gullikson, E. Ploenjes, S. Toleikis, T. Tschentscher: Subnanometer-scale measurements of the interaction of ultrafast soft X-ray free-electron-laser pulses with matter, Phys. Rev. Lett. 98, 145502 (2007)	J - Článek v odborném periodiku	ANG
04	[48] S. P. Hau-Riege, R. A. London, R. M. Bionta, M. A. McKernan, S. L. Baker, J. Krzywinski, R. Sobierajski, R. Nietubyc, J. B. Pelka, M. Jurek, L. Juha, J. Chalupský, J. Cihelka, V. Hájková, A. Velyhan, J. Krása, J. Kuba, H. Wabnitz, K. Tiedtke, S. Toleikis, T. Tschentscher, M. Bergh, C. Caleman, K. Sokolowski-Tinten, N. Stojanic, U. Zastra: Damage threshold of inorganic solids under free-electron-laser irradiation at 32.5 nm wavelength, Appl. Phys. Lett. 90, 173128 (2007)	J - Článek v odborném periodiku	ANG
05	[49] J. Krása, B. Marczewska, V. Vorlíček, P. Olko, L. Juha:	J - Článek v odborném periodiku	ANG

	Comparative study of thermo- luminescent responses of diverse CVD diamonds, <i>Diam. Rel. Mat.</i> 16, 1510 (2007)	periodiku	
06	[50] J. Krása, L. Czopyk, M. Klosowski, B. Marczevska, P. Olko, L. Juha: Polymer LiF:Mg,Cu,P foil as thermoluminescent detector of low-energy X-rays, <i>Radiat. Meas.</i> 42, 1600 (2007)	J - Článek v odborném periodiku	ANG
07	[D61] J. Chalupský, L. Juha, J. Kuba, V. Hájková, J. Cihelka, P. Homer, M. Kozlová, T. Mocek, J. Polan, B. Rus, J. Krzywinski, R. Sobierajski, H. Wabnitz, J. Feldhaus, K. Tiedtke: Utilizing ablation of solids to characterize a focused soft x-ray laser beam, <i>Proc. SPIE</i> 6586, DOI: 10.1117/12.724385 (2007)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
08	[D62] J. Chalupsky, L. Juha, J. Kuba, J. Cihelka, V. Hajkova, M. Bergh, R. M. Bionta, C. Caleman, H. Chapman, J. Hajdu, S. Hau-Riege, M. Jurek, S. Koptyaev, J. Krasa, A. Krenz-Tronnier, J. Krzywinski, R. London, J. Meyer-ter-Vehn, R. Nietubyc, J. B. Pelka, R. Sobierajski, K. Sokolowski-Tinten, N. Stojanovic, K. Tiedtke, S. Toleikis, T. Tschentscher, A. Velyhan, H. Wabnitz, U. Zastra: Ablation of organic molecular solids by focused soft X-ray free-electron laser radiation, <i>Proceedings of the 10th International Conference on X-ray Lasers – ICXRL 2006, Berlin, 21-25 August 2006</i> ; (Eds. Nickles, P.V.; Janulewicz, K.A.), Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 2007, str. 503-510	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
09	[D63] H. Fiedorowicz, A. Bartnik, R. Jarocki, L. Juha, J. Kostecki, R. Rakowski, M. Szczurek: Micro- and nanoprocessing of organic polymers using a laser plasma XUV source, <i>Proc. SPIE</i> 6346, DOI: 10.1117/12.738157 (2007)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
10	[D64] M. De Grazia, H. Merdji, B. Carré, J. Gaudin, G. Geoffroy, S. Guizard, N. Fedorov, A. Belsky, P. Martin, M. Kirm, V. Babin, E. Feldbach, S. Vielhauer, V. Nagirnyi, A. Vassil'ev, F. Krejci, J. Kuba, J. Chalupsky, J. Cihelka, V. Hajkova, M. Ledinský, L. Juha: Applications of intense ultra-short XUV pulses to solid state physics: time-resolved luminescence spectroscopy and radiation damage studies, <i>Proc. SPIE</i> 6586, DOI: 10.1117/12.724006 (2007)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
11	[D65] L. Juha, V. Hájková, J. Chalupsky, V. Vorlíček, A. Ritucci, A. Reale, P. Zuppella, M. Störmer: Capillary-discharge 46.9-nm laser-induced damage to a-C thin films exposed to multiple laser shots below single-shot damage threshold, <i>Proc. SPIE</i> 6586, DOI: 10.1117/12.724602 (2007)	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

- 12 [D66] H. Fiedorowicz, A. Bartnik, K. Jakubczak, R. Jarocki, L. Juha, J. Kostecki, L. Pina, R. Rakowski, M. Szczurek: Application of laser plasma soft x-ray and EUV sources in micro- and nanotechnology, Proc. SPIE 6598, DOI: 10.1117/12.726547 (2007) D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 13 [D67] K. Sokolowski-Tinten, N. Stojanovic, D. von der Linde, U. Zastra, F. Perner, E. Förster, R. Sobierajski, R. Nietubyc, M. Jurek, J. Krzywinski, J. B. Pelka, L. Juha, V. Hajkova, J. Cihelka, A. Velyhan, J. Kuba, J. Chalupský, Th. Tschentscher, S. Toileikis, S. Düsterer, H. Redlin, S.P. Hau-Riege, R.A. London, R.M. Bionta, H. Chapman, R.W. Lee, M. Bergh, K. Caleman, J. Hajdu: High intensity XUV-FEL interaction with solids: first experimental results, in: Ultrafast Phenomena XV (Ed. A. M. Weiner and R. J. D. Miller), Springer-Verlag, Heidelberg: Springer Series in Chemical Physics 88, 737 (2007). D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG



## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/14/2007**

Název výsledku

Rentgenové lasery na bázi pinčovaných výbojů

### Abstrakt

V ÚFP AV ČR byla v roce 2007 v provozu dvě nová experimentální zařízení s pinčovanými výboji: potenciální driver pro rentgenové lasery vlnovou délkou kratší než 15 nm kapilární pinč CAPEX-U [51], [D68-D72] a unikátní zařízení SHOWEX s výbojem vytvářeným tenkým explodujícím drátkem obklopeným vodou [D73, D74]. V průběhu testování exploze drátku ve vodě byl drátek nejprve napájen pomalejším elektrickým obvodem. Plazmový kanál byl po celou dobu výboje perfektně stabilní. Po připojení na rychlý driver CAPEX-U byl výboj stabilní při kladné polaritě VN elektrody, zatím co při záporné polaritě docházelo k rozvoji nestabilit (pravděpodobně díky přechodové nestabilitě katodových oblastí). Pracovníkům laboratoře CAPEX se přitom jako prvním na světě podařilo registrovat XUV záření exploze ve vodě [D75]. Nové technické a diagnostické prvky uplatněné v experimentech na zařízení CAPEX-U jsou popsány v publikacích [D76-D79].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Bylo realizováno experimentální zařízení zcela unikátní koncepce, sestávající z rychlého impulzního driveru a vodní výbojové komory s explodujícím drátkem. V světovém měřítku poprvé se podařilo zaregistrovat osově XUV záření z plazmového kanálu drátku explodujícího ve vodě.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Nové zařízení SHOWEX se po dalším zdokonalení může stát efektivním driverem pro laboratorní rentgenové lasery pracující v oblasti vlnových délek pod 15 nm, s celou řadou perspektivních vědeckých a technologických aplikací.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno	<b>Koláček Karel RNDr. CSc.</b>
Spojení	266053224 kolacek@ipp.cas.cz
Organizace	61389021 Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i. Za Slovankou 3 18200 Praha 8 <a href="http://www.ipp.cas.cz">http://www.ipp.cas.cz</a>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[51] K.Kolacek, J.Schmidt, V.Prukner, O.Frolov, J.Straus: Ways to discharge-based soft X-ray lasers with the wavelength < 15 nm. Laser and Particle Beams 26 (2008), accepted for publication	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[D68] K.Kolacek, J.Schmidt, V.Prukner, O.Frolov, J.Straus: Ways to discharge-based soft X-ray lasers with the wavelength < 15 nm. Proc. 3rd IC FPPT, Bangkok, Thailand, March 5-9, 2007, IAEA publication	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
03	[D69] K.Kolacek, J.Schmidt, V.Prukner, O.Frolov, J.Straus: Recent progress in discharge-based soft X-ray lasers at IPP AS CR. 8th Int. Conf on Atomic and Molecular Pulsed	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

lasers, Tomsk, Russia, September 10-14, 2007, Conference Abstracts, Paper No. P-3, p. 109-110, Proc. SPIE 2008, accepted for publication

- |    |   |  |     |
|----|---|--|-----|
| 04 | [D70] J.Straus, K.Kolacek, J.Schmidt, O.Frolov, V.Prukner: Computer generated spectra indicating parameters of capillary-discharge-plasma suitable to amplify radiation of Balmer-alpha transition of H-like N (13,4 nm). Proc. 28th Int. Conf. on Phenomena in Ionised Gases, Prague, Czech Rep., July 15-20, 2007, Ed. by J.Schmidt, M.Šimek, S.Pekárek, V.Prukner, Paper No. 3P15-31, p. 1284-1285 | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 05 | [D71] K.Kolacek, O.Frolov, V.Prukner, J.Schmidt, J.Straus: CAPEX-U device – driver for discharge-based soft X-ray lasers with $\lambda < 15$ nm. 2007 IEEE Pulsed Power Conference, Digest of Technical Papers 1976-2007, IEEE Catalog Number: 07CH37864C, Paper No. 5P84, p. 1683-1686   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 06 | [D72] O.Frolov, K.Kolacek, J.Schmidt, J.Straus, V.Prukner: Fast capillary discharge facility CAPEX-U as a source of the soft X-ray radiation. 49th Annual Meeting of the Division of Plasma Physics, Orlando, Florida, USA, 12.-16.11.2007, Bulletin of the American Physical Society, Series II, Vol. 52, No. 16, p.295  | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 07 | [D73] K.Kolacek, J.Schmidt, V.Prukner, O.Frolov, J.Straus: Exploding wire in water – a potential environment for amplification of spontaneous emission in soft X-ray region below 15 nm. Proc. 28th Int. Conf. on Phenomena in Ionised Gases, Prague, Czech Rep., July 15-20, 2007, Paper No. WB4, p. 74-77   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 08 | [D75] V.Prukner, K.Kolacek, J.Schmidt, O.Frolov, J.Straus: Soft X-ray emission from plasma channel created by wire explosion in water. 49th Annual Meeting of the Division of Plasma Physics, Orlando, Florida, USA, 12.-16.11.2007, Bulletin of the American Physical Society, Series II, Vol. 52, No. 16, p.249   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 09 | [D76] O.Frolov, K.Kolacek, J.Schmidt, J.Straus, V.Prukner: Multi-channel laser-triggered spark gap. Proc. 28th Int. Conf. on Phenomena in Ionised Gases, Prague, Czech Rep., July 15-20, 2007, Ed. by J.Schmidt, M.Šimek, S.Pekárek, V.Prukner, Paper No. 3P15-30, p. 1282-1283   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |
| 10 | [D77] J.Schmidt, K.Kolacek, V.Prukner, O.Frolov, J.Straus: Four-segment soft X-ray vacuum photodiode. Proc. 28th Int. Conf. on Phenomena in Ionised Gases, Prague, Czech Rep., July 15-20, 2007, Ed. by J.Schmidt, M.Šimek,   | D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) | ANG |

S.Pekárek, V.Prukner, Paper No. 3P15-28, p. 1276-1278.

- |    |   |  |     |
|----|---|--|-----|
| 11 | [D78] J.Schmidt, K.Kolacek, O.Frolov, V.Prukner, J.Straus:<br>Soft X-ray radiation measured by four-segment vacuum<br>photodiode. 49th Annual Meeting of the Division of Plasma<br>Physics, Orlando, Florida, USA, 12.-16.11.2007, Bulletin of<br>the American Physical Society, Series II, Vol. 52, No. 16,<br>p.295 | D - Článek ve sborníku z<br>akce (publikovaná<br>přednáška – proceeding) | ANG |
| 12 | [D79] J.Schmidt, K.Kolacek, O.Frolov, V.Prukner, J.Straus:<br>Electrical parameters of high current capillary discharge<br>device. 2006 International Power Modulator Conference,<br>Washington D.C., USA, 2006, ISBN: 1-4244-0019-8, IEEE<br>Catalog Number: 06CH37746C, pp. 515-517                                 | D - Článek ve sborníku z<br>akce (publikovaná<br>přednáška – proceeding) | ANG |

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/15/2007

Název výsledku

Experimentální studium rentgenového vyzařování pinčovaných kapilárních výbojů

### Abstrakt

Výsledky měření emisních spekter z pinčujícího výboje, prováděných na KFE FJFI ČVUT, byly publikovány ve sbornících [D80,D81]. Navržený a experimentálně odzkoušený systém fokusace EUV záření z kapilárního výboje pomocí elipsoidálního zrcadla s totální externí reflexí byl publikován v práci [D82]. Bylo postaveno zařízení nové generace s pinčujícím výbojem.

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Realizovaný systém fokusace EUV záření z kapilárního výboje pomocí elipsoidálního zrcadla s totální externí reflexí je ojedinelý ve světovém měřítku. Bylo realizováno nové zařízení kapilárního výboje velmi moderní koncepce.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Výsledky měření emisních spekter přinášejí informace nutné pro aplikace pinčujícího výboje. Systém fokusace EUV záření působí jako spektrální filtr a zvyšuje intenzitu záření, což je velkým přínosem pro možnost aplikace výboje jako zdroje záření

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Pína Ladislav Doc. Ing. DrSc.

Spojení

221912724 pina@troja.fjfi.cvut.cz

Organizace

68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519  
Praha 1 <http://www.fjfi.cvut.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[D80] M. Tamáš, A. Jančárek, M. Nevrkla, M. Vrbová, P. Vrba, Emission spectra of discharge in sapphire and alumina capillaries filled by argon or nitrogen, XXVIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases July 15-20, 2007 Prague, Proceedings pp. 1239-1242 (2007).	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
02	[D81] M. Tamáš, L. Pína, J. Blažej, A. Jančárek, S. Palínek, P. Vrba, M. Vrbová,: Temporal profile analysis of selected spectral lines of Nitrogen filled capillary discharge plasma, 34th EPS Conference on Plasma Physics, Varšava, Polsko, 2.-6.7. 2007, ECA, Vol. 31F, P4.019 (2007).	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
03	[D82] L. Švéda, L. Pína, A. Jančárek, V. Picková, M. Tamáš, R. Havlíková, Focusing of Radiation from Capillary Discharge Using the EUV Optics, 34th EPS Conference on Plasma Physics, Varšava, Polsko, 2.-6.7. 2007, ECA, Vol. 31F, P4.017 (2007).	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG



## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/16/2007

Název výsledku

Numerické modelování pinčovaných kapilárních výbojů

### Abstrakt

Byl proveden výpočet rekombinačního buzení rentgenového záření o vlnové délce 13,38 nm během rozpadu dusíkového kapilárního Z-pinče. Analýza zisku byla provedena ve 4 -rozměrném oboru parametrů pro různé poloměry kapiláry, hustoty plynu, derivace proudu a maximální hodnoty proudového impulsu v rozmezí 50-100 kA, jež odpovídají experimentům CAPEX-U UFP a KFE FJFI. Výpočetní model se skládal ze tří kroků: (1) ve stanovení radiálních a časových závislostí hustoty, elektronové a iontové teploty a elektronové hustoty plazmatu v průběhu formování a rozpadu Z-pinče pomocí MHD kódu NPINCH, (2) výpočtu závislostí ionizačního zastoupení pro lithium-, helium- a vodíku podobné dusíkové ionty pomocí kódu FLY a (3) v ohodnocení zisku záření o vlnové délce 13,38 nm. Byl studován vliv počátečního proudu na proces buzení a určen zisk rentgenového záření pro různé parametry kapilár [D83-D85].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Vyvinutý originální výpočetní model umožňuje predikovat zisk rekombinačně buzeného rentgenového záření v kapilárních výbojích různých parametrů a usnadňuje interpretaci experimentálních dat získaných v experimentech s pinčovanými dusíkovými kapilárními výboji.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Výsledky simulací byly využity při interpretaci experimentálních výsledků získaných na aparaturách s pinčovanými kapilárními výboji a poslouží při návrhu experimentů směřujících k realizaci rekombinačně buzeného dusíkového rentgenového laseru na vlnové délce 13,38 nm.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Vrba Pavel Ing. CSc.

Spojení

266052521 vrba@ipp.cas.cz

Organizace

61389021 Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i. Za Slovankou 3 18200 Praha 8 <http://www.ipp.cas.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[D83] P. Vrba, K. Koláček, J. Schmidt, A. Jančárek, M. Vrbová: High gain prediction for soft x-ray laser pumped by plasma pinch in nitrogen capillary discharge. XXVIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases, July 15-20, 2007 Prague. Workshop B, Short Oral Lectures WB8 and poster 3P15-07. Proc. pp. 1205-1208, ISBN: 978-80-87026-01-4	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
02	[D84] A. Jančárek, L. Pína, M. Vrbová, M. Tamáš, R. Havlíková, S. Palínek, P. Vrba, K. Koláček, J. Schmidt, J. Strauss: Experimental Comparison of Capillary Pinching Discharge in Argon and Nitrogen. Proc.10th International	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

Conference on X-Ray Lasers 2006, p. 687 - 692, ISBN –  
13978-14020-6017-5

- 03 [D85] V. A. Burtsev, N.V. Kalinin, P. Vrba, M. Vrbová: Dynamics and gain prediction for nonequilibrium plasma in low-inductive discharges. XXVIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases July 15-20, 2007 Prague, Czech Republic. Poster 3P15-13. Proceedings 1228-1231, ISBN: 978-80-87026-01-4
- D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/17/2007

Název výsledku

Generování energetických částic a neutronů v magnetických pinčích

### Abstrakt

Na aparatuře S-300 v KI v Moskvě bylo testováno zařízení pro napouštění plynného deuteria a bylo instalováno 12 scintilačních detektorů umístěných ve 3 vzájemně kolmých směrech pro detekci tvrdého rentgenového záření a neutronů. Na aparatuře PF 1000 v IPPLM ve Varšavě byla provedena rekonstrukce a instalována interferometrická diagnostika. Na katedře fyziky FEL ČVUT byla budována nová silnější aparatura pro studium D-D fúzní reakce. Výsledky měření neutronových spekter na těchto zařízeních jsou obsahem časopiseckých publikací [52,53] a konferenčních příspěvků [D86 – D95].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Byly zpřesněny údaje o časoprostorovém energetickém spektru fúzních neutronů. Na aparatuře S-300 bylo dosaženo neutronového zisku D-D reakce  $10^{10}$  neutronů/výstřel. Na aparatuře FEL bylo dosaženo maximálního proudu 200 kA při napětí na baterii 15 kV a neutronového zisku D-D reakce  $10^6$  neutronů/výstřel. Ve srovnání s parametry předchozí aparatury vzrostl proud třikrát a neutronový zisk o dva řády.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Zvýšený neutronový zisk umožní přesnější určení energetického spektra neutronů a rychlých deuterionů. Na nové aparatuře pro studium D-D reakce bude možné testovat novou diagnostiku a zejména plánované systémy přídatného napouštění deuteria. V rámci nově akreditovaného předmětu Fyzika a technika termojaderné fúze na FJFI bude k dispozici pracoviště pro demonstraci D-D fúzní reakce, diagnostiku fúzního plazmatu a realizaci studentských semestrálních, bakalářských, diplomových a disertačních prací.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Kubeš Pavel Prof. RNDr. CSc.

Spojení

224352311 kubes@fel.cvut.cz

Organizace

68407700 ČVUT Fakulta elektrotechnická Technická 2 16627 Praha 6  
<http://www.fel.cvut.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[52] Kubes P., Bakshaev Y. L., Blinov P. I., Chernenko A.S., Ivanov M. I., Kazakov E. D., Klir D., Korelsky A. V., Kravarik J., Kravchenko E. V., Korolev V. D., Rezac K., Shashkov A. Y., Ustroev G. I. : Deuterated fibre in wire array load on the S-300, Fizika Plazmy Vol. 34 No. 1, 2008 pp.1-9.	J - Článek v odborném periodiku	ANG
02	[53] Klir D., Kravarik J., Kubes P., Rezac K., Anan'ev S.S., Bakshaev Yu.L., Blinov P.I., Chernenko A.S., Kazakov E.D., Korolev V.D., Meshcherov B.R., Ustroev G.I.: Neutron Emission Generated during Wire-Array implosion onto Deuterated Fiber, zasláno do tisku	J - Článek v odborném periodiku	ANG



03	[D86] Kubes P., Klir D., Kravarik J., Rezac K., Litseva E., I. Ivanova –Stanik, Karpinski L., Paduch M., Scholz M., Schmidt H., Sadowski M. J.: Time Resolved Study of D-D Reaction at the Plasma Focus Device, Proc. IEEE PPPS Conference DVD-ROM, Albuquerque USA 2007, Editors E. Schamiloglu, F. Peterkin, pp. 1699-1702.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
04	[D87] Kubes P., Klir D., Kravarik J., Rezac K., Litseva E., Bienkowska B., Tomaszewski K., Karpinski L., Ivanova – Stanik I., Paduch M., Scholz M., Schmidt H., Sadowski M. J.: Fast Deuterons and Neutrons in Plasma Focus Discharge, Proc. 34th EPS Conference on Plasma Physics, Warsaw, Poland 2007 in print.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
05	[D88] Klir D., Kravarik J., Kubes P., Rezac K., Anan'ev S.S., Bakshaev Yu.L., Blinov P.I., Chernenko A.S., Kazakov E.D., Korolev V.D., Meshcherov B.R., Ustrov G.I.: Fusion Neutrons Produced in Wire-Array Z-Pinch at S-300 Facility, Proc. 34th EPS Conference on Plasma Physics, Warsaw, Poland 2007 in print.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
06	[D89] Kubes P., Klir D., Kravarik J., Rezac K., Bienkowska B., Ivanova – Stanik I., Karpinski L., Paduch M., Scholz M., Schmidt H., Sadowski M. J., Tomaszewski K.: D-D Reaction and Fast Deuterons in Plasma Focus Facility, Proc.XXVIII ICPiG, Prague 2007, 1473-1475.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
07	[D90] Klir D., Kubes P., Kravarik J., Rezac K.: D-D Fusion Neutrons Generated in 500 J Fibre Z-pinch, Proc.XXVIII ICPiG, Prague 2007, 1476-1478.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
08	[D91] Kubes P., Klir D., Kravarik J., Rezac K., Litseva E., Scholz M., Paduch M., Bienkowska B., Ivanova – Stanik I., Karpinski L., Schmidt H., Sadowski M. J., Tomaszewski K.: Study of D-D reaction at the Plasma Focus Facility, Book of Abstracts, 17th IAEA TM RUSFD Lisbon 2007 , 31.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
09	[D92] Kubes P., Klir D., Kravarik J., Rezac K., Litseva E., Scholz M., Paduch M., Bienkowska B., Ivanova – Stanik I., Karpinski L., Schmidt H., Sadowski M. J., Tomaszewski K.: Consideration about the Energy Distribution of Fast Deuterons in PF-1000, Proc. Workshop and Expert Meeting ICDMP, Warsaw 2007.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
10	[D93] Rezac K., Klir D., Kubes P., Kravarik J.: Advantage of Usage of Neutron Signals from Opposite Directions for Reconstruction of Neutron Energy Spectra. Proc. Workshop and Expert Meeting ICDMP, Warsaw 2007.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
11	[D94] Klir D., Kravarik J., Kubes P., Rezac K., Anan'ev S.S.,	D - Článek ve sborníku z	ANG

- Bakshaev Yu.L., Blinov P.I., Chernenko A.S., Kazakov E.D., Korolev V.D., Meshcherov B.R., Ustroev G.I.: Enhanced Resistance during Neutron Emission in Wire-Array Z-Pinch, Proc. Workshop and Expert Meeting ICDMP, Warsaw 2007.
- akce (publikovaná přednáška – proceeding)
- 12 [D95] A. Velyhan, B. Bienkowska, I. M. Ivanova-Stanik, L. Juha, L. Karpinski, D. Klír, M. Králík, J. Krása, J. Kravárik, P. Kubeš, R. Miklaszewski, M. Paduch, H. Schmidt, M. Scholz, J. Šolc, K. Tomaszewski: Spatial distribution of DD-fusion neutron emission from a plasma focus measured with thermoluminescent dosimeters. 34th EPS Conference on Plasma Phys. Warsaw, 2 - 6 July 2007 ECA Vol.31F, P-5.083 (2007).
- D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 13 [D96] 14. Litseva E., Kubes P., Klir D., Kravarik J., Rezac K., Filtration of the Signals from Plasma Focus Discharge via Wavelet Transformation, Book of Abstracts, 17th IAEA TM RUSFD Lisbon 2007, 51.
- D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG
- 14 [D97] 4. Litseva E., Kubes P., Klir D., Rezac K: Filtration of the Signals via Wavelet Transformation, WDS07, Proc. of Contributed Papers, Part II, editors J. Šafránková, J. Pavlů, Praha 2007, pp. 184-188.
- D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding) ANG

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: LC528/18/2007

Název výsledku

Vývoj simulačních metod pro plazma s vysokou hustotou energie a s magnetickými poli

Abstrakt

Upravený program MC simulace metody time-of-flight je připraven v uživatelské formě a je součástí sepsované disertační práce. Byly zpracovány postupy pro určení energetického spektra energetických deuterionů. Byla nalezena disperzní relace zobecněné dvousvazkové nestability a implementován algoritmus pro vyhledávání komplexních kořenů nalezené disperzní relace. Výsledky jsou obsahem publikací [D98-D106].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

## 2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Byly zpřesněny údaje o časoprostorovém energetickém spektru fúzních neutronů. Výsledné výpočty umožní upřesnit představy o generaci neutronů ve fúzní DD reakci.

## 3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Vyvinuté numerické postupy lze využít při zpracovávání výsledků neutronových měření na pinčových aparaturách i jiných zařízeních pro výzkum termojaderné fúze.

## 4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Kubeš Pavel Prof. RNDr. CSc.

Spojení

224352311 kubes@fel.cvut.cz

Organizace

68407700 ČVUT Fakulta elektrotechnická Technická 2 16627 Praha 8  
<http://www.fel.cvut.cz>

## 5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název dokumentu	Typ	Jazyk
01	[D98] Rezac K., Klir D., Kubes P., Kravarik J.: Reconstruction of D-D Neutron Energy Spectra with a Small Number of the Time-Resolved Neutron Detectors, Proc. IEEE PPPS Conference, Albuquerque USA 2007, in print.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
02	[D99] Rezac K., Klir D., Kravarik J., Kubes P.: Axial Anisotropy of Neutron Yield in Reconstruction of Neutron Energy Spectra in D-D reaction, Proc. 34th EPS Conference on Plasma Physics, Warsaw, Poland 2007 in print.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
03	[D100] Rezac K., Klir D., Kubes P., Kravarik J., Zacek M., Scholz M., Paduch M., Tomaszewski K., Ivanova Stanik I., Bienkowska B.: Reconstruction of D-D Neutron Energy Spectra from Time-Resolved Neutron Detectors Placed in Opposite Directions, Proc. XXVIII ICPIG, Prague 2007, 1499-1501.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
04	[D101] Rezac K., Klir D., Kubes P., Kravarik J.: Reconstruction of Neutron and Deuteron Energy Spectra in	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná	ANG

	Z-pinch, Proc. APS Plasma Physics Meeting, Orlando USA 2007, in print.	přednáška – proceeding)	
05	[D102] Bohata M., Kulhanek P.: Behavior of Two-Stream Instability in Magnetic Field, Proc. Workshop and Expert Meeting ICDMP, Warsaw 2007.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
06	[D103] Žáček M.: Numerical Simulation of Plasma with Energy Loss by Radiation Calculated from Lorentz-Dirac Equation, in Proceedings of the International Workshop "Collective phenomena in macroscopic systems", G. Bertin, R. Pozzoli, M. Rome' & K.R. Sreenivasan Eds. (World Scientific, Singapore, August 2007), pp. 295-300.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
07	[D104] Kulhánek P., Břeň, D.: Program Package for 3D PIC model of Plasma Fiber, in Proceedings of the International Workshop "Collective phenomena in macroscopic systems", G. Bertin, R. Pozzoli, M. Rome' & K.R. Sreenivasan Eds. (World Scientific, Singapore, August 2007), pp. 237-240.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
08	[D105] Kulhánek P., Břeň D.: Simulations of DD fusion reaction, in Book of Abstracts, Turbulent Mixing and Beyond, The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy, 2007, p. 24.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
09	[D106] Žáček M.: 2-D PIC simulation of the Heating in the plasma fiber, in Book of Abstracts, Turbulent Mixing and Beyond, The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy, 2007, p. 26.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
10	[D107] K. Jungwirth: Highlights of the Laser Plasma Research at PALS, PLASMA 2007 (zvaný referát) - International Conference on Research and Applications of Plasmas, Oct. 16 - 19, 2007 Greifswald, Germany.	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG
11	[D108] K. Jungwirth: Nonlinear processes in laser plasma corona (zvaná přednáška). 28th Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases, July 15-20, Prague	D - Článek ve sborníku z akce (publikovaná přednáška – proceeding)	ANG

---

#### **4.1.3. PLNĚNÍ DÍLČÍCH CÍLŮ**

---

Dílčí cíl nebyl pro rok 2007 plánován. Příloha "4.1.3. PLNĚNÍ DÍLČÍCH CÍLŮ" se nezpracovává.

---

---

#### 4.1.4. REDAKČNĚ UPRAVENÁ ZPRÁVA

---

Centrum laserového plazmatu sdružuje personální a materiální výzkumné kapacity dvou českých veřejných výzkumných institucí (FZÚ AV ČR, v.v.i., ÚFP AV ČR, v.v.i.) a ČVUT (FEL a FJFI) v oblasti fyziky plazmatu vytvářeného lasery a plazmatu jako pracovního média laserů. K nosným směrům jeho výzkumného programu patří výzkum interakce intenzivního laserového záření s hmotou, vývoj a aplikace pulzních výkonových laserových systémů, plazmových rentgenových laserů a různých typů kapilárních a magnetických pinčů. V těchto oborech vychovává mladé vědecké pracovníky a spolupracuje s řadou zahraničních institucí v rámci celoevropských programů i bilaterálních dohod. Výsledkem práce Centra laserového plazmatu v letech 2005 - 2007 je přes 300 vědeckých prací se značným citačním ohlasem, publikovaných v odborných časopisech a na mezinárodních vědeckých konferencích.

---

---

#### 4.1.5. PLNĚNÍ PODMÍNEK PROGRAMU

---

Specifické podmínky programu LC stanoví, že centrum základního výzkumu se musí podílet na uskutečňování doktorských studijních programů tím, že na pracovištích Centra jsou vzděláváni studenti doktorských studijních programů, a že studenti magisterských a doktorských studijních programů se musejí podílet na činnosti centra.

Jak bylo zdůrazněno již v předešlých průběžných zprávách za léta 2005 a 2006, aktivní účast studentů magisterských a doktorských studijních programů na činnosti Centra laserového plazmatu je velmi podstatnou součástí jeho náplně. Studenti se účastní práce v Centru již v průběhu studia jako studentské vědecké síly, pracují zde pod vedením pracovníků Centra na svých ročníkových a diplomových pracích, čerpají materiál pro své doktorské práce. Vedle tuzemských studentů jsou na pracovištích Centra laserového plazmatu školeni v rámci studijních pobytů i zahraniční doktorandi.

##### Magisterské studium

Na činnosti Centra se v roce 2007 podílela celá řada studentů ČVUT i MFF KU v rámci svých magisterských studijních programů. Tak například studentka FJFI ČVUT Veronika Picková ve své diplomové práci navrhla systém fokusace EUV záření emitovaného z kapiláry a experimentálně funkčnost zařízení verifikovala. Tento systém významně zvyšuje intenzitu záření a je významným krokem k aplikaci kapiláry jako EUV zdroje. Další diplomant M. Nevrkla ve své práci vyprojektoval a realizoval zařízení pro studium kapilárního výboje v argonu. Diplomová práce Michala Drahokoupila byla zaměřena na vývoj laserů s velmi krátkým pulsem. Diplomant Martin Ferus se věnoval optické emisní spektroskopii a absorpční infračervené spektrofotometrii laserové jiskry. Jaroslav Huynh se v laboratoři SOFIA v rámci 3. ročníku navazujícího magisterského studia a přípravy diplomové práce zabýval optimalizací jódového systému SOFIA, zejména jeho oscilátorové části.

Na FEL ČVUT bylo řešeno 5 semestrálních prací a 3 bakalářské práce, z nichž 2 byly obhájeny. Výsledky získané v Centru ve spolupráci s KFPP MFF UK představovaly experimentální část bakalářské práce T. Buriana "Detektory rentgenového záření v měkké oblasti pro experimenty s lasery na volných elektronech", obhájené v září 2007 na KFE FJFI ČVUT.

##### Doktorské studium

Doktorské disertační práce obhájené v Centru laserového plazmatu:

Rok 2005

Ing. Pavel Barvíř - téma "Vysokoenergetické výboje za atmosférického tlaku"

Mgr. David Břeň - "Numerické simulace zářivých procesů v plazmatu"

Ing. Václav Kaizr – "Interakce laserového záření s hustým plazmatem v silných magnetických polích"

Ing. Daniel Klír – "The Study of a Fibre Z-Pinch",

Rok 2006

Ing. Milan Kuchařík – "Lagrangian-Eulerian methods in plasma physics"

Mgr. Libor Švéda – "Multi-Foil X-Ray Optical Systems and Image Analysis in High- Temperature Plasma Physics"

Ing. Michal Stránský. - "Helical Structures in Z-Pinches"

Mgr. Martin Mašek - "Kinetické procesy v plazmové koróně"

Rok 2007

Ing. Michal Bittner – "Ablace materiálů fokusovaným zářením XUV laserů"

Ing. Andriy Velyhan – "Interaction of charged particle beams with dust grains"

Ing. Ondřej Klimo - "Simulations of ultrashort-pulse laser solid-target interactions"

(Tato práce je navržena na PhD Research Award Evropské fyzikální společnosti.)

Své disertační práce mají v roce 2008 obhájit:

Ing. Michaela Kozlová - "Advanced soft x-ray interferometer for diagnostics of dense plasmas"

Ing. Karel Řezáč - "Time-Resolved Energy Neutron Spectra in Fusion Reactions"

Ing. Lukáš Král –"Laserové měření vzdáleností"

V doktorském studiu pokračují nebo je započali:

Mgr. Jaroslav Cihelka, téma "Laserová spektroskopie atmosféry a plazmatu" (Doc.RNDr.Svatopluk Civiš, CSc., Ing. Libor Juha, CSc.).

Mgr. Martin Civiš sleduje chemické důsledky laserového dielektrického průrazu molekulárních plynů. Podílel se i na experimentech zaměřených na registraci optické emise WDM.

Ing. Martin Divoký, téma práce "Disperzní systémy pro velmi krátké optické impulsy" (vedoucí Prof. Ing. Václav Kubeček, DrSc., konzultant Mgr. Petr. Straka, PhD.).

Ing. Jan Dostál, téma "Studium generace ultrakrátkých vysokovýkonných laserových impulzů" (vedoucí Prof. Ing. Václav Kubeček, DrSc., konzultanti RNDr. Hana Turčičová, CSc., a RNDr. Jiří Skála).

Ing. Pavel Homer, téma "Vývoj detektoru vlnoplochy rentgenového svazku s výstupem na fázový korektor" (Doc.Ing. Bernard Jaroslav, CSc., Ing. Bedřich Rus, PhD.).

Mgr. Jaromír Chalupský, téma "Charakterizace svazků rtg. laserů různých typů pro jejich využití" (vedoucí Ing. Jaroslav Kuba, PhD., konzultant Ing. Libor Juha, CSc.)

Mgr. Ing. Krzysztof Jakubczak, téma "Development and applications of coherent soft x-ray sources" (vedoucí Doc. Ing. Ladislav Pína, DrSc., konzultant Ing. Tomáš Mocek, PhD.).

Ing. Ondřej Novák se specializuje na parametrické zesílení femtosekundových pulsů.

Ing. Jan Pšikal je školen ve spolupráci s laboratoří CELIA, Univ. Bordeaux. V roce 2007 paralelizoval svůj 2D3V PIC kód a provozoval ho v rámci projektu ECZ040 na superpočítači JUMP ve Forschungszentrum Jülich, Německo. Zabýval se urychlování iontů v terčích s omezenou hmotou (mass-limited targets).

Mgr. Robin Rašín se zabývá optickou emisní spektroskopií a absorpční infračervenou spektrofotometrií laserové jiskry, podílel se a registraci optické emise WDM.

Ing. Martin Smrž, téma "Diagnostika laserových svazků s velmi krátkými optickými impulsy" (vedoucí Prof.Ing. Václav Kubeček, DrSc.; konzultant Mgr. Petr Straka, PhD.).

Ing. Martin Tamáš se podílí na měření spekter vyzařovaných z kapilárního výboje na vývoji tohoto zařízení.

Ing. Pavel Váchal vyvíjí numerická schémata pro řešení hydrodynamických rovnic používaných pro modelování plazmatu.

Nově byli do doktorského studia přijati:

Na FJFI ČVUT

Ing. Jakub Hübner – specializace fyzika a modelování laserového plazmatu

Ing. Michal Drahoukoupil

Ing. Veronika Picková

Na FEL ČVUT

Ing. Ekaterina Litseva

Mgr. Martin Bohata

Z důvodu mateřské dovolené prozatím studium přerušila Ing. Gabriela Kocourková. Doktorské studium předčasně ukončili Ing. Petr Adámek, Ing. Tomáš Kapin a Ing. Petr Havlík.

Celkem se tedy v roce 2007 pracovalo v laboratořích Centra 24 doktorandů, z nichž 3 v tomto roce úspěšně obhájili své disertační práce.



---

#### **4.1.6. PLNĚNÍ SMLOUVY O SPOLUPRÁCI**

---

Příloha 4.1.5. Plnění smlouvy o spolupráci - se pro tento program nezpracovává.

---

---

## 4.2. DALŠÍ PŘÍLOHY - rok 2007

---

### 4.2.1. Odborné a věcné přílohy zprávy - seznam

---

	Pořadí	Soubor
	1	<b>Publikace pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2007</b> Soubor MS Word 154,624 kB <a href="#">LC528_2007_priloha publikace.doc</a> (155 kB )

---

---

#### 4.2.2. Ostatní (např. možné využití výsledků) - seznam

---

	Pořadí	Soubor
		<i>V elektronické podobě soubor nebyl řešitelským týmem poskytnut.</i>

---

#### 4.2.3. Zápisy z projednání (oponentské posudky) - seznam

	Pořadí	Soubor
	1	<b>Posudek projektu LC528 Petr Lukas</b> dokument MS Word 33.8 kB <a href="#">LC528_2007_posudek Lukas.doc</a> (34 kB )
	2	<b>Posudek projektu LC528 Vratislav Kapicka</b> dokument MSWord 49.7 kB <a href="#">LC528_2007_posudek Kapicka.doc</a> (50 kB )
	3	<b>Posudek projektu LC528 Zdeněk Němeček</b> dokument MS Word 29,2 kB <a href="#">LC528_2007_posudek Nemecek.doc</a> (29 kB )
	4	<b>Oponentní rada projektu LC528</b> dokument MS Word 34.3 kB <a href="#">LC528_oporada 2007.doc</a> (34 kB )

---

#### 4.2.4. Zápisy a dokumenty z jednání se styčnými pracovníky zadavatele - seznam

---

	Pořadí	Soubor
		<i>V elektronické podobě soubor nebyl řešitelským týmem poskytnut.</i>

---

---

#### 4.2.5. Zápisy z jednání Rady projektu (Centra) - seznam

---

	Pořadí	Soubor
	1	<b>Zápis ze zasedání Rady Centra laserového plazmatu</b> soubor MS Word, 41,725 kB <a href="#">ZapisRadaCLP_6.doc</a> (41 kB )

---

---

#### **4.2.6. Návrh dodatku ke smlouvě na řešení projektu se zdůvodněním - seznam**

---

Příloha 4.2.6. Návrh dodatku ke smlouvě na řešení projektu se zdůvodněním - se pro tento program nezpracovává.

---