

Příloha č. 12 Technologie ELI

Součásti	Popis	Klíčové vybavení
Výzkumný program 1		
Lasery pro generaci repetitivních ultrakrátkých pulsů a mnohonásobně petawatových výkonů		
Laserový systém L1	Cílem VP-1 je vyvinout a zprovoznit laserový systém využívající nejmodernější současné technologie, který bude páteřním zařízením centra ELI. Rozsahem a cenou klíčového dlouhodobého zařízení a technologii je VP-1 hlavní aktivitou celého projektu. Laserové systémy budou zahrnovat počáteční oscilátorový stupeň, "booster" zesilovače, repetiční "beamlines" a 10 PW laserový blok. Počáteční stupeň bude generovat cca 5 fs pulsy, které budou injektovány do jednotlivých zesilovacích stupňů L1. Zesilovače typu "booster" budou využívat technologii PFS (Petawatt Field Synthesizer) a jejich čerpání bude zajištěno diodové čerpanými pevnolátkovými lasery (DPSSL) s tenkým diskem. Budou využívány dva typy zesilovačů: na 1 kHz a 100 Hz. Repetiční "beamlines" L2 a L3 budou generovat pulsy s energií 20 J a 30 J v komprimovaných pulsech o nominální délce 20-30 fs s frekvencí výstředí 10Hz. Navržené "beamlines" využívají velkoplošné Ti:safírové krystaly čerpané pomocí multi-deskových kryogenně chlazených DPSSL jednotek. Navržené zařízení ELI bude dále zahrnovat laserový blok se špičkovým výkonem 10 PW, což je v současnosti světově nejvyšší projektovaná hodnota. Blok bude poskytovat energii 1.5 kJ v 150 fs pulsech na opakovací frekvenci až 0.1 Hz.	VP1: Společné části všech laserových systémů EU • Integrovaný kontrolní řídicí systém, centrální velin • Primární vakuový systém • Systém turbomolekulárních vakuových vývěh • Velké přesné optomech. montáže zrcadel a mřížek • Velkoplošná optika pro distribuci femtosekundových pulsů • Systém vakuových komor pro distribuci svazků • Centrální kryogenní systémy a technologické plyny • Fokusační a transportní optika pro exp. haly E1-E6 • Centrální rychlé impulsní elektronické systémy • Stanice pro přestavování materiálů pro diodové a fs lasery - VP1: Laserové oscilátory a vysokorepetiční lasery • Ti: Safírový oscilátorový systém a fs předzesilovače • Laserový řetězec regenerativních zesilovačů • Čerpací tenkodiskové laserové systémy 2J/1kHz • Komponenty PFS femtosekundových systémů • Systémy optických kompresorů ps a fs pulsů - VP1: Laser, 10J diodové čerpané lasery • Diodové čerpaný systém EU E23(1PW/10Hz) • Chladicí systém pro multideskové zesilovače 1kW • Čerpací laserové hlavice typu multislab 100J/10Hz • Diodové čerpací moduly pro hlavice 100J/10Hz • Předzesilovač širokopásmových řetězců • Kontrolní a diagnostický systém vč. adaptivní optiky • Optické difrakční mřížky • Vakuový kompresor optických pulsů - VP1: Laser, 50J diodové čerpané lasery • Kryogenní laserová hlavice-předzesilovač 10J/10Hz • Čerpací laserový kryogenní řetězec 500J/10Hz • Diodové čerpací moduly pro hlavice 500J/10Hz • Kryogenní okruh pro laserové zesilovače 500J/10Hz • Oběhové chladicí systémy pro multideskové zesilovače • Předzesilovač širokopásmových řetězců • Optické difrakční mřížky • Vakuový systém kompresoru • Kontrolní a diagnostický systém vč. adaptivní optiky - VP1: Laser, 10PW laserové řetězce • 10PW laserový řetězec 1.5kJ/130fs • Optické krystaly pro širokopásmový 10PW zesilovač • Vakuový systém 10PW kompresoru • Optické difrakční mřížky kompresoru 10PW pulsů • Řídicí a diagnostické systémy vč. adaptivní optiky
Laserový systém L2		
Laserový systém L3		
Systém distribuce svazků		
Podpůrné technologie		
Systém plynového hospodářství		
Dusíkové systémy		
Systém stlačeného vzduchu		
Speciální plyny		
Centrální rozvod vakua		
Systémy bezpečnosti pracovníků		
Servisovny		
Další podpůrné systémy		
Optické dílny		
Metrologická laboratoř		
Elektronické dílny		
Mechanické dílny		
Chemické dílny		
Produkce terčů		
Výzkumný program 2 - 6		
VP2 : rentgenové zdroje generované ultrakrátkými laserovými pulsy		
Laserová trasa (E1)	Vzhledem k tomu, že neexistuje "ideální" zdroj rentgenových fotonů pro všechny v současnosti myslitelné aplikace (viz VP-4 a VP-5), bude v rámci VP-2 vyvinuto a optimalizováno několik vzájemně komplementárních rentgenových zdrojů. Zejména se bude jednat o plazmové rentgenové lasery v injekčním modu na vlnových délkách v blízkosti tzv. vodního okna, rentgenové lasery na volných elektronech (XFEL), pokročilé K-alfa zdroje, betatronové zariadení, a generace ultravysokých harmonických frekvencí v oblasti keV. Tyto zdroje jsou založeny na rozdílných fyzikálních principech i metodách realizace a vzájemně se doplňují, čímž dochází k minimalizaci rizik. Výstupní parametry těchto zdrojů mohou být srovnatelné nebo dokonce lepší než parametry velkých světových zařízení (např. typu XFEL), avšak v mnohem kompaktnějších rozměrech. Klíčové výhody rentgenových zdrojů vytvořených s lasery na ELI jsou: ultrakratká délka pulsu, vysoké kolimovaný paprsek, plná časová a prostorová koherence, synchronizace rentgenových, infračervených a viditelných laserových pulsů pro potřeby experimentů typu „pump-probe“ a extrémně vysoký spektrální jas.	Experimentální vybavení zahrnuje vakuový systém sestávající ze dvou komor o průměru 1 m a z jedné komory o průměru 2m. Další experimentální vybavení zahrnuje zejména: • Diagnostiku rentgenového zariadení • Systém fokuse laserových svazků • Pomocná zariadení - rychlé osciloskopy, systémy pro sběr dat atd.
Sekundární zdroj typu HHG		
Sekundární zdroj typu betatron		
Sekundární zdroj typu K alfa		
Laserová trasa (E2)		
Sekundární zdroj typu betatron		
Sekundární zdroj rtg laser (L3)		
Další podpůrné systémy		
VP3 : Urychlování částic pomocí laseru		
Laserová trasa	Hlavním cílem výzkumného programu VP-3 je vyvinout a optimalizovat nové postupy pro generaci laserem urychlených, víceúčelových repetitivních zdrojů elektronů, protonů a iontů s velmi vysokou kinetickou energií laditelnou v širokém rozsahu spektra. Znamy duraz bude kladen na zdokonalení kvality generovaných svazků částic ve smyslu intenzity a parametru svazku. Tyto pokročíle vysokoenergetické částicové svazky spolu se související výzkumnou infrastrukturou (speciální diagnostika, vakuové komory pro aplikaci projekty atd.) dovolí v dlouhodobém horizontu uskutečnit mezináborové aplikace s celospolečenským významem, zejména vývoj a uvedení do praxe kompaktních nízkónákladových protonových zdrojů pro nové postupy eliminace zhoubných nádorů.	VP3: Laserové urychlování částic • Ultravakuový systém a magnetický undulátor • Zariadení pro detekci částic • Systém pro fokusaci svazků • Rentgenová kamera a rychlá (streak) kamera • Systém pro přesné polohování terce • Supravodivé magnety (undulator) • Stínění • Pomocná zariadení - osciloskopy, systémy pro sběr dat atd.
Sekundární elektronový zdroj		
Sekundární zdroj LUX		
ELIMED		
Další podpůrné systémy		
VP4 : Aplikace v molekulárním, biomedicinském a materiálovém výzkumu		
Pulsní radiolýza vč. Ramanovské sondy	Hlavním cílem VP-4 je vybudovat a provozovat experimentální užitelskou stanici venovanou přelomovému výzkumu v oblastech molekulárních, biomedicinských a materiálových (MMB) ved a využívající primární laserový zdroj (VP-1) v kombinaci se sekundárními rentgenovými (VP-2) a částicovými (VP-3) zdroji. Hlavní výhodou zariadení ELI spočívá v tom, že poskytne unikátní kombinaci přesné prostorové a časové synchronizace ultraintenzivního laseru s dalšími svazky ionizujícího zariadení. To umožní studovat velmi ranne fáze fotochemických nebo radiace chemických procesů, jež jsou dnesními prostředky nepřístupné. Hlavní témata výzkumu v rámci VP-4 zahrnují koherentní rentgenové zobrazování a holografii s atomami rozlišením, časové rozlišenou rentgenovou difrakci, sub-pikosekundovou impulzní radiolýzu, ovlivňování a sondování různých zreděných systémů.	VP4: Aplikace v molekulárních, biomedicinských a materiálových vědách • Diagnostiku rentgenového zariadení • Systém fokuse laserových svazků • Pomocná zřízení - rychlé osciloskopy, systémy pro sběr dat atd. • Fourierovský infračervený spektrometr s vysokým rozlišením • Systém pro fokusaci laserových svazků • Rentgenové kamery • Systém pro přesné polohování specifických terců • Pomocná zariadení - osciloskopy, systémy pro sběr dat atd.
Rentgenová difrakce s časovým rozlišením		
Zobrazování akustických vln v materiálech s časovým rozlišením		
XUV odraz/rozptyl s časovým rozlišením		
Další podpůrné systémy		
VP5 : Plasma a fyzika vysokých hustot energie		
Laserová trasa	Hlavním cílem VP-5 je identifikovat a realizovat nové směry ve fyzice plazmatu a vysokých hustot energie (HEDP) a spolupracovat s mezinárodními projekty termojaderné fuze pomocí laseru. Hlavní témata, jež VP-5 pokrývá, zahrnují nelineární optiku plazmatu a interakci laseru s nízko-hustotním plazmatem, relativistický-m plazmatem, interakci laseru s pevnou fází, klastry a terci s omezenou hmotností, generaci horké husté hmoty a testování pokročilých fyzikálních schémat (rychlý záření). Tento indikativní seznam je určen jen jako osnova pro návrh flexibilního interakčního zariadení a pro volbu základních rezidentních diagnostických zariadení. Aktivní diagnostické metody a techniky pro studium plazmatu budou navrženy, vyvinuty, vyzkoušeny a připraveny pro využití ve vybraných experimentech. Budou provedeny teoretické analýzy a numerické simulace pro identifikované perspektivní projekty. V rámci VP-5 bude vybudována unikátní experimentální infrastruktura pro pokročilé studium plazmatu a HEDP a rovněž pro testování pokročilých konceptů laserové termonukleární fuze. Radiace stíněné interakční komory budou vybaveny základní optikou, rentgenovou a částicovou rezidentní diagnostikou. Dale budou k dispozici aktivní optické a rentgenové diagnostiky využívající stinografie, interferometrie a Thomsonova rozptylu. Tato experimentální stanice poskytne víceúčelové, užitelsky zamerané prostředí pro realizaci široké škály experimentů s hustým plazmatem. Díky výhodě automatické synchronizace všech laseru na ELI bude možné provést řadu nových interakčních experimentů s laserovým plazmatem a experimentu typu „pump-probe“. Speciální diagnostiky plazmatu budou navdány, prototypovány, testovány a implementovány pro potřeby budoucích uživatelů. Výzkum plazmatu v rámci VP-5 bude také pokrývat nové režimy interakce laseru a sekundárních zdrojů z terci.	Experimentální vybavení zahrnuje zejména vakuový systém, který se skládá ze 2 komor o průměru 1m a jedné o průměru 2m. Mezi dalšími plánovanými vybaveními naleží: • Systém fokuse laserových svazků • Rentgenová kamera a rychlá (streak) kamera • Systém pro přesné polohování vícenásobných terců • Pomocná zariadení - osciloskopy, systémy pro sběr dat atd.
Experimentální komory pro výzkum PP&WDM		
Zpořizovací linka a synchronizace		
Další podpůrné systémy		
VP6 : Exotická fyzika a teorie		
Laserová trasa	Hlavním cílem VP-6 je zkoumat nejdříve teoreticky a následně experimentálně ultrarelativistický režim (hustoty v'konu 1023 W/cm2 a vyšší) interakce záření s hmotou, nazývaný exotická fyzika. Tato dosud zcela neprobádaná oblast intenzit umožní přístup k základním fyzikálním jevům s daleko větší charakteristickými energiemi než kdykoliv předtím a pravděpodobně způsobí preskupení nebo sjednocení několika dříve oddělených souasných fyzik (atomární fyzika, fyzika plazmatu, částicová fyzika, nukleární fyzika, gravitační fyzika, teorie nelineárních polí, fyzika ultravysokých tlaků, astrofyzika a kosmologie). Z dlouhodobější perspektivy nabízejí relativistická komprese možnosti intenzit překračujících 1025 W/cm2, což je nadkritická hodnota pro tvorbu elektron-pozitronových párů ve vakuu, stejně jako poskytnutí nových cest k ultrachytrým zeptosekundovým (10-21 s) jevům. Některé z exotických jevů studovaných v rámci VP-6 jsou např. generace elektron-pozitronového plazmatu, čtyřvrstevné smesování ve vakuu, polarizace a dvojitou vakua, Unruhovo záření,	VP6: Exotická fyzika a teorie • Ultravakuové komory (velikost 1m a 4m)
HFP (High Field Physics - Fyzika extrémně silných polí)		
Další podpůrné systémy		
Společné pro VP 2 - 6		
Biologická laboratoř		
Chemická dílna		