Příloha č. 12 Technologie ELI

	Hodnota systému (Kč, vč. DPH)	Cena klíčového vybavení (Kč, vč. DPH)	Dodavatelé	Popis	Klíčové vybavení	Kód Haly
Výzkumný program 1						
Lasery pro generaci repetičních ultrakrátkých pulsů a mnohonásobně petawattových výkonů						
Laserový systém L1	282 657 869			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 technologií 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, ktere budou injektovány do jednotlivých zesilovacích stupňů L1. Zesilovače typu "booster" budou využívat technologii PFS (Petawatt Field Synthesizer) a jejich čerpání bude zajištěno diodově 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 výstřelů 10Hz. Navržené "beamlines" využívají velkoplošne Ti:safirové 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.		L1
Základní vybavení laserové laboratoře		23 607 805	LAO, MIT, Safiba			L1
Optické stoly		7 917 600	MIT			L1
Titan:Safírový oscilátor		4 434 000	MIT			L1
Femtosekundový OPCPA zesilovací systém s kHz opakovací frekvencí a čerpacímy lasery na bázi tenkých disků		19 123 648	Trumpf GmbH			L1
Vysokoenergetické, diodově čerpané zesilovače ns laserových pulzů o vln. délce 1030 nm a frekvenci 1 kHz		36 768 875	Trumpf GmbH			L1
Vakuové komory pro přenos svazku na trase CMP->OPA (tzv. image relay)		2 237 290	Delong Instruments			L1
CRIo a PXIe komponenty L1		30 000 000	National Instruments		VP1: Společné části všech laserových systémů ELI • Integrovaný kontrolní řídicí systém, centrální velín	L1
Vysokoenergetické zesilovače na bázi Yb:YAG tenkých disků pro L1 čerpací laser s opakovací frekvencí 1 kHz.		38 642 076	Trumpf GmbH		• Primární vakuový systém • Systém turbomolekulárních vakuových vývěv	L1
Programovatelný akusticko-optický disperzní filtr - tzv. DAZZLER		2 394 544	Fastlite		• Velké přesné optomech. montáže zrcadel a mřížek • Velkoplošná optika pro distribuci femtosekundových pulsů	L1
Vakuové komory pro ps kompresor a OPCPA zesilovač		31 935 530	Delong Instruments		• Systém vakuových komor pro distribuci svazků • Centrální kryogenní systémy a technologické plyny • Fokusační a transportní optika pro exp. haly E1-E6	L1
Tendr 1: Krystaly vysoké optické kvality		2 950 000			• Centrální rychlé impulsní elektronické systémy • Stanice pro pěstování materiálů pro diodové a fs lasery	L1
Tender 2: Sada dielektrických "chirped" zrcadel pro kompresor pulzů z 1 ps na 20 fs		5 400 000			VP1: Laserové oscilátory a vysokorepetiční lasery • Ti: Safírový oscilátorový systém a fs předzesilovače • Laserový řetězec regenerativních zesilovačů	L1
Laserový systém L2	151 725 047					L2
Diodově čerpaný laser s energií 10J a frekvencí 10Hz		84 610 656	STFC		• Čerpací tenkodiskové laserové systémy 2J/1kHz • Komponenty PFS femtosekundových systémů	L2
Yb:YAG monokrystaly		5 663 284	Cryfur		• Systémy optických kompresorů ps a fs pulsu	L2
Kryogenní chladící smyčka		23 038 400	ATEKO		VP1: Laser, 10J diodově čerpané lasery	L2
Laserový systém L3	1 407 685 493				• Diodově čerpaný systém ELI E23(1PW/10Hz) • Chladící systém pro multidiskové zesilovače 1kW	L3
Laserový systém L3 generující pulzy s výkonem v řádu petawattů (PW), s opakovací frekvencí 10 Hz s dobou trvání pulzu 30 femtosekund (30 fs)		1 324 103 401	LLNL		• Čerpací laserové hlavice typu multislab 100J/10Hz • Diodově čerpací moduly pro hlavice 100J/10Hz • Předzesilovač širokopásmových řetězců	L3
Vaccuum PW compressor chamber (incl. optomechanics)		49 825 380	Delong Instruments		• Kontrolní a diagnostický systém vč. adaptivní optiky • Optické difrakční mřížky	L3
Laserový systém L4	1 254 405 614				• Vakuový kompresor optických pulsů	L4b, L4c
Laserový systém generující impulzy s výkonem 10 petawattů (10 PW) a energií 1500 J v impulzu s dobou trvání 150 fs s opakovací frekvencí 1 výstřel za minutu (1/60 Hz)		1 145 538 028	National Enegretics, Ekspla		VP1: Laser, 50J diodově čerpané lasery • Kryogenní laserová hlavice-předzesilovač 10J/10Hz	L4b, L4c
Systém distribuce svazků (BDS)	472 682 333				• Čerpací laserový kryogenní řetězec 500J/10Hz • Diodově čerpací moduly pro hlavice 500J/10Hz	ELI
Vakuové komory pro transport laserových svazků - demonstrátor		42 604 172	Delong Instruments		• Kryogenní okruh pro laserové zesilovače 500J/10Hz	ELI
Zrcadla pro transport svazku laseru L3		22 386 355	MIT		• Oběhové chladící systémy pro multidiskové zesilovače • Předzesilovač širokopásmových řetazců	ELI
Vakuové komory pro transport laserového svazku L1 do haly E1.		11 620 042	Pfeiffer Vacuum		• Optické difrakční mřížky • Vakuový systém kompresoru	ELI
Tender 1: L3 vakuové komponenty		100 000 000			• Kontrolní a diagnostický systém vč. adaptivní optiky	
Tender 2: Zrcadla pro transport svazku L4		23 760 000			VP1: Laser, 10PW laserové řetězce	ELI
Tender 3: Optomechanické montáže zrcadel pro transport svazku L4		9 180 000			• 10PW laserový řetězec 1.5kJ/130fs	ELI
Tender 4: L4 vakuové komponenty		13 500 000			• Optické krystaly pro širokopásmový 10PW zesilovač	ELI
Řídicí systémy	65 736 655		BIT Servis, M Computers		• Vakuový systém 10PW kompresoru	ELI
Podpůrné technologie	222 875 526				• Optické difrakční mřížky kompresoru 10PW pulsů	ELI
Centrální rozvod vakua	16 907 000		Edwards Services, Vakuum Servis		• Řídicí a diagnostické systémy vč. adaptivní optiky	ELI
Systémy bezpečnosti pracovníků	79 968 666		Envinet;			ELI
Serverovny	47 064 685		BIT Servis, M Computers			ELI
Čisté místnosti a čištění	36 994 000		Iomesa			ELI
Montáž technologií	29 496 271		Gefos, Statech, Tesort			ELI
Dílny a laboratoře	38 861 514					ELI
Optické dílny						ELI
Metrologická laboratoř						ELI
Elektrotechnické dílny						ELI
Mechanické dílny						ELI
Vakuová dílna						ELI
Chemické dílny						ELI
Produkce terčů						ELI
Výzkumný program 2 - 6						
VP2 : rentgenové zdroje generované ultrakrátkými laserovými pulsy	103 227 481					ELI
Sekundární zdroj typu HHG		48 853 817	ARDOP-SAS	Vzhledem k tomu, ze neexistuje "idealni" zdroj rentgenovych fotonu pro vsechny v soucasnosti myslitelne aplikace (viz VP-4 a VP-5), bude v ramci VP2 vyvinuto a optimalizovano nekolik vzajemne komplementarnich rentgenovych zdroju. Zejmena se bude jednat o plazmove rentgenove lasery v injekcnim modu na vlnovych delkach v blizkosti tzv. vodniho okna, rentgenove lasery na volnych elektronech (XFEL), pokrocile K-alfa zdroje, betatronove zareni, a generace ultravysokych harmonickych frekvenci v oblasti keV. Tyto zdroje jsou zalozeny na rozdilnych fyzikalnich principech i metodach realizace a vzajemne se doplnuji, cimz dochazi k minimalizaci rizik. Vystupni parametry techto zdroju mohou byt srovnatelne nebo dokonce lepsi nez parametry velkych svetovych zarizeni (napr. typu XFEL), avsak v mnohem kompaktnejsich rozmerech. Klicove výhody rentgenovych zdroju vytvorenych s lasery na ELI jsou: ultrakratka delka pulsu, vysoce kolimovany paprsek, plna casova a prostorova koherence, synchronizace rentgenovych, infracervenych a viditelnych laserovych pulsu pro potreby experimentii typu , pump-probe" a extremne vysoky spektralni jas.	VP2: Experimentalni vybaveni zahrnuje vakuovy system sestavajici ze dvou komor o prumeru 1 m a z jedne komory o prumeru 2m. Dalsi experimentalni vybaveni zahrnuje zejmena:	E1
Sekundární zdroj typu betatron (pouze komora)		4 342 206	Fantini SUD		• Diagnostiku rentgenoveho zareni • System fokusace laserorych svazku	E2
Sekundární zdroj typu K-alfa (PXS)		11 382 943	Research Instruments		• Pomocna zarizeni - rychle osciloskopy, systemy pro sber dat atd. • Diagnostiku rentgenoveho zareni • System fokusace laserorych svazku	E1
Optika, Optomechanika a Diagnostika VP2		38 668 515	MIT, OptiXs		• Pomocna zarizeni - rychle osciloskopy, systemy pro sber dat atd.	E1 + E2 + E3
VP3 : Urychlování částic pomocí laseru	151 966 530					ELI
Sekundární elektronový zdroj (HELL v E5)		44 500 000	Fantini SUD, Elettra Sincrotrone	Hlavnim cilem vyzkumneho programu VP3 je vyvinout a optimalizovat nove postupy pro generaci laserem urychlenych, viceucelovych repeticnich zdroju elektronu, protonu a iontu s velmi vysokou kinetickou energii laditelnou v sirokem rozsahu spektra. Znacny duraz bude kladen na zdokonaleni kvality generovanych svazku castic ve smyslu intenzity a parametru svazku. Tyto pokrocile vysokoenergeticke casticove svazky spolu se souvisejici vyzkumnou infrastrukturou (specialni diagnostika, vakuove komory pro aplikacni projekty atd.) dovoli v dlouhodobem horizontu uskutecnit mezioborove aplikace s celospolecenskym vyznamem, zejmena vývoj a uvedeni do praxe kompaktnich nizkonákladových protonovych zdroju pro nove postupy eliminace zhoubnych nadoru.	VP3: Laserové urychlování částic	E5
ELIMAIA (v E4)		104 199 530	Fantini SUD, INFN		• Zarizeni pro detekci castic	E4
TERASA (testbed v L2)		3 267 000			• System pro fokusaci svazku	L2
					• Rentgenova kamera a rychla (streak) kamera	
					• System pro presne polohovani terce	
					• Supravodive magnety (undulator)	
					• Stineni	
					• Pomocna zarizeni - osciloskopy, systemy pro sber dat atd.	
VP4 : Aplikace v molekulárním, biomedicínském a materiálovém výzkumu	101 618 848					ELI
Koherentní zobrazování a víceúčelová vakuová komora pro molekulární, biomedicínské a materiálové experimenty (AMO)		15 058 450		Hlavnim cilem VP4 je vybudovat a provozovat experimentalni uzivatelskou stanici venovanou prelomovym vyzkumum v oblastech molekularnich, biomedicinskych a materialovych (MBM) ved a vyuzivajici primarni laserovy zdroj (VP-1) v kombinaci se sekundarnimi rentgenovými (VP-2) a casticovými (VP-3) zdroji. Hlavni vyhoda zarizeni ELI spociva v tom, ze poskytne unikatni kombinaci presne prostorove a casove synchronizace ultraintenzivniho laseru s dalsimi svazky ionizujiciho zareni. To umozni studovat velmi ranne faze fotochemickych nebo radiacne chemickych procesu, jez jsou dnesnimi prostredky nepristupne. Hlavni temata výzkumu v ramci VP-4 zahrnuji koherentni rentgenove zobrazovani a holografii s atomamim rozlisenim, casove rozlisenou rentgenovou difrakci, sub-pikosekundovou impulzni radiolyzou, ovlivnovani a sondovani ruznych zredenych systemu.	VP4: Aplikace v molekulárních, biomedicínských a materiálových vědách	E1
VUV magneto-optický elipsometr pro výzkum pevnolátkových materiálů		11 860 540			• Diagnostiku rentgenoveho zareni	S1
Integrující a fotony čítající detektory pro zobrazování a spektroskopické aplikace 1		28 506 239			• System fokusace laserorych svazku	E1
Stanice optické spetroscopie (SRS)		28 561 959			• Pomocna zrfizeni - rychle osciloskopy, systemy pro sber dat atd.	E1
Optika, Optomechanika a Diagnostika RP4		14 972 810			• Fourierovsky infracerveny spektrometr s vysokym rozlisenfm	E1
					• System pro fokusaci laserorych svazku	
					• Rentgenove kamery	
					• System pro presne polohovani specifickych tercu	
					• Pomocna zarizeni - osciloskopy, systemy pro sber dat atd.	
VP5 : Fyzika plazmatu a vysokých hustot energie	62 987 952					ELI
Speciální vakuová komora a související vybavení pro udržení vakua vysokého stupně a plasmy generované laserovým svazkem o výkonu 10PW.		32 276 751		Hlavnim cilem VP-5 je identifikovat a realizovat nove smery ve fyzice plazmatu a vysokych hustot energie (HEDP) a spolupracovat s mezinarodnimi projekty termojaderne fuze pomoci laseru. Hlavni temata, jez VP-5 pokryva, zahrnuji nelinearni optiku plazmatu a interakci laseru s nizko-hustotnim plazmatem, relativisticky-m plazmatem, interakci laseru s pevnou fazi, klastry a terci s omezenou hmotnosti, generaci horke huste hmoty a testovani pokrocilych fuznich schemat (rychly zazeh). Tento indikativni seznam je urcen jen jako osnova pro navrh flexibilniho interakcniho zazemi a pro volbu zakladnich rezidentnich diagnostickych zarizeni. Aktivní diagnosticke metody a techniky pro studium plazmatu budou navrzeny, vyvinuty, vyzkouseny a pripraveny pro využiti ve vybraných experimentech. Budou provedeny teoreticke analyzy a numericke simulace pro identifikovane perspektivni projekty. V nimci VP-5 bude vybudovana unikatni experimentalni infrastruktura pro pokrocile studium plazmatu a HEDP a rovnez pro testovanf pokrocilych konceptu laserove termonuklearnf fuze. Radiacne stinene interakcni komory budou vybaveny zakladni optikou, rentgenovou a casticovou rezidentni diagnostikou. Dale budou k dispozici aktivni opticke a rentgenove diagnostiky vyuzivajici stinografie, interferometrie a Thomsonova rozptylu. Tato experimentalni stanice poskytne viceucelove, uzivatelsky zamerene prostredi pro realizaci siroke skaly experimentu s hustym plazmatem. Diky vyhode automaticke synchronizace vsech laseru na ELI bude mozne provest radu novych interakcnich experimentu s laserovym plazmatem a experimentu typu , pump-probe. Specialni diagnostiky plazmatu budou navdeny, prototypovany, testovany a implementovany pro potreby budoucich uzivatelu. Vyzkum plazmatu v ramci VP-5 bude take pokryvat nove rezimy interakce laseru a sekundarnich zdroju s terci.	Experimental ni vybaveni zahrnuje zejmena vakuovou komoru o prumeru 4,5m včetně příslušenství .	E3
Rentgenové a ultrarychlé (streak) kamery		19 497 896			• Rentgenova kamera a rychla (streak) kamera	E3
					• Pomocna zarizeni- osciloskopy , systemy pro sber dat atd.	E3
					• System fokusace laserovych svazku	
					• System pro presne polohovani vicenasobnych tercu	
VP6 : Exotická fyzika a teorie	16 378 147					ELI
Výpočetní cluster (vysocevýkoné počítače)		16 378 147	M Computers	Hlavnim cilem VP6 je zkoumat nejdrfve teoreticky a nasledne experimentalne ultrarelativisticky rezim (hustoty v}'konu 1023 W/cm2 a vyssf) interakce zarenf s hmotou, nazývany exoticka fyzika. Tato dosud zcela neprobadana oblast intenzity umozni pristup k zakladnim fyzikalnim jevům s daleko vetSfmi charakteristicky.mi energiemi nez kdykoliv predtfm a pravdepodobne zpiisobf preskupenf nebo sjednocenf nekolika dilcich oblasti soucasne fyziky (atomarni fyzika, fyzika plazmatu, casticova fyzika, nuklearnf fyzika, gravitacni fyzika, teorie nelinearnich poli, tyzika ultravysokych tlakii, astrofyzika a kosmologie). Z dlouhodobejsf perspektivy nabizi relativisticka komprese moznosti intenzit prekracujicich 1025 W/cm2, coz je nadkriticka hodnota pro tvorbu elektron-pozitronov}'ch parii ve vakuu, stejne jako poskytnutf nov}'ch cest k ultrarychlyro zeptosekundov}'m (10-21 s) jevum. Nektere z exoticky.ch jevil studovanych v ramci VP-6 jsou napr. generace elektron-pozitronoveho plazmatu, ctyrvlnne smesovani ve vakuu, polarizace a dvojlom vakua, Unruhovo zarenf, kvantoveelektrodynamicke (QED) kaskady a kvark-gluonove plazma.	VP6: Exotická fyzika a teorie • Ultravakuové komory (velikost 1m a 4m)	ELI

Struktura dle experimentálních hal

Označení haly	Částka	
L1	282 657 869	
L2	151 725 047	
L3	1 407 685 493	
L4b, L4c	1 254 405 614	
Systém distribuce svazků (BDS)	472 682 333	
Řídicí systémy	65 736 655	
Podpůrné technologie	222 875 526	
Dílny a laboratoře	38 861 514	
E1	175 899 585	
E2	23 402 457	
E3	62 987 952	
E4	104 199 530	
E5	44 500 000	
Server room B	16 378 147	současné umístění HPC clusteru RP6
ELIBIO		
Tendr na Čerpací laser	17 136 624	
Tendry na mikroskopy, autoklávy, myčky (podpis smlouvy v 1Q-2Q/2018)	14 096 747	
	4 355 231 092	

Poznámky:

1. Položky označené jako "Tendr" označují dosud nezrealizované zadávací řízení a uvedená částka pro dané klíčové vybavení je pouze rozpočtový předpoklad

2. Informace o umístění technologických celků v halách (budově výzkumného cenntra) jsou předpokladem a v některých případech může dojít k dočasnému či trvalému umístění v jiné lokaci