XFEL – Моћни поглед у микросвет

МАРКО Ж. ЕКМЕЏИЋ, докторанд, Универзитет у Београду,
 Машински факултет, Београд
 БОШКО Р. РАШУО, Универзитет у Београду,
 Машински факултет, Београд

Прегледни рад
 UDC: 621.386.1

Европски рендгенски ласер слободних електрона (European x-ray free electron laser), односно компанија и институт European XFEL GmbH (EuXFEL), представља средиште савремене физике честица, али и прецизног, софистицираног и напредног инжењерства. Тимови научника и инжењера раде на откривању тајни структуре материје, дубље од нивоа једињења, ћелије или молекула. Техником која се најлакше може поистоветити са изузетно прецизним електронским микроскопом, или можда још боље, са дигиталним апаратом какав свет још није видео, проиђе се до структуре самог атома, у потрази за одговорима које деценијама, можда и вековима тражи не само физика, већ и биологија, медицина, а данас и генетика. Циљеви EuXFEL-а су алтруистички, хумани и окренути сазнању, те представљају сјајно полазиште за све оне који желе да сазнају више о тајнама микросвета који нас окружује, али и да учествују у пројектима који подразумевају инжењерске домете, по прецизности равне онима који се постављају као циљеви космичке технологије. Место Србије у овом пројекту тек чека да буде дефинисано и зависиће само од жеље и добре воље домаће научне и политичке заједнице и свести о значају далекосежних, дуготрајних научних и технолошких подухвата.

Кључне речи: EuXFEL, ласер, рендген, физика, енергија, електрон, акцелератор, детектор

1. УВОД

При спомену научних института широм Европе, највећем броју људи прво на ум пада ЦЕРН, гигантска заједница локалних, државних института и научника, у широј јавности најпознатија по потрази за Хигсовим бозоном [1].

Међутим, упркос популарности и значају овог мега-института, у Европи постоји још једна значајна, пионирска институција, изграђена у потпуности на принципима ширења знања и подстицања интереса науке као такве, а која последњих година доживљава прави процват и пуну експанзију.

У Хамбургу, на северу Немачке, налази се тренутно седиште Европског рендгенског ласера слободних електрона (European x-ray free electron laser), односно компаније и института European XFEL GmbH (EuXFEL), за који се очекује да ће 2017.

понудити свету потпуно јединствен увид у структуру материје и открити тајне најмањих честица познатих науци.

EuXFEL је својеврсни научно-истраживачки, али и инжењерски конзорцијум, у коме активно учествују државни институти из Данске, Француске, Грчке, Мађарске, Италије, Пољске, Русије, Словачке, Шпаније, Шведске, Швајцарске и дабоме Немачке, уз активно учешће локалне самоуправе савезне државе и града Хамбурга (Хамбург је истовремено и град и једна од 16 немачких савезних држава) и пуну сарадњу са, по својој суштини, матичним институтом, DESY (Deutsches Elektronen – Synchrotron, Немачки електронски синхротрон).

Слика 1 – Лого Европског рендгенског ласера слободних електрона

Адреса аутора: Марко Екмеџић, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, Краљице Марије 16

Рад примљен: 26.02.2014.

Рад прихваћен: 06.03.2014.

Шта више, DESY је један од акционара EuXFEL-a, и то акционар са више од 50 процената удела. Неопходно је рећи то да је DESY један од најцењенијих светских центара за проучавање структуре материје. DESY развија, управља и користи акцелераторе и детекторе за потребе фотонске науке и физике честица. Јавна је установа и део цењене Асоцијације Хелмхолц (*Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren*), заједнице немачких научних институција, са научном репутацијом дугом више од четрдесет година.

Слика 2 – Државе чланице/акционари EuXFEL-a;

База научника, инжењера и техничара запослених у EuXFEL-у свакодневно расте и данас окупља стручњаке из целог света. Потенцијални акционари, односно државе и институти који препознају значај развоја науке, добро су дошли. Укупни трошкови изградње читавог постројења, а за планирани период 2009-2016, износе око 1,15 милијарди евра, од чега лавовски део, чак 58% покрива Немачка, кроз донације савезне владе и донације савезних држава домаћина, Хамбурга и Шлезвиг-Холштајна. Русија покрива даљих 27%, а преостале учеснице имају удео од 1 до 3 процента.

Годишњи буџет EuXFEL-a је преко 140 милиона евра.

Слика 3 – Приказ института DESY

Србија је тренутно заступљена тек симболично, једним машинским инжењером, аутором овог текста.

Намена тунела, детектора и осталих постројења која се пројектују и граде у оквиру EuXFEL-a је омогућавање научницима да мапирају атомске појединости вируса, да дешифрирају молекуларну структуру хелија, начине тродимензионалне снимке наносвета, сниме ток хемијских реакција и проучавају процесе налик на оне који се одвијају дубоко унутар структуре планета и других небеских тела. Дакле, најколоквијалније речено, EuXFEL ће обезбедити прецизне дигиталне снимке, попут савршено софистицираног дигиталног фото-апарата, помоћу ултракратких бљескова рендгенских зрака, фреквенције емитовања од 27'000 пулсева у секунди.

Прецизније, структура ће обезбедити да снопови, тзв. “пакети” електрона буду убрзавани до високих енергија, а потом усмеравањем кроз посебан распоред магнета (ундулатора). Током самог процеса, честице ће емитовати зрачење које се увећава све до стварања екстремно кратког и интензивног бљеска икс-зрака.

Слика 4 – Почетак прокопавања тунела

2. ФИЗИКА ИЗА ПРОЈЕКТА

Први део читавог постројења је тако честични акцелератор дуг целих 1,7 километара, намењен убрзавању “пакета” електрона до високих енергија, готово на нивоу брзине светлости. Електрони се убрзавају у посебним отворима, такозваним резонаторима. У тим резонаторима, осцилујући микроталас преноси енергију електронима.

Софистицирани резонатори су начињени од ниобијума, метала сличног танталу и суперпроводни су, односно, када се охладе до температуре од -271 степена Целзијуса, престају да показују својство електричне отпорности. Електрична енергија тада протиче кроз резонатор без губитака, те се готово целокупна енергија преноси на честице. Шта више, суперпроводни резонатори стварају веома прецизан и уравнотежен сноп електрона.

Сноп честица таквог изузетног квалитета је да-боме предуслов за функционисање рендгенског ласера.

“Пакети” електрона се стварају буквалним избацивањем честица из комада метала, а помоћу конвенционалног ласера. Особине извора електрона морају бити изузетне, с обзиром на то да чак и најмање неправилности у самом почетку операције, теже да се увећавају током акцелерације, те коначно резултују у недовољно квалитетном снопу електрона.

Слика 5 – Илустрација рада инсталације

Убрзани електрони потом, као што је већ речено, пролазе великом брзином кроз такозване ундулаторе, односно кроз периодично распоређени низ магнета који присиљавају електроне да врше прави мали слалом. Током тог процеса, сваки појединачни електрон емитује рендгенско зрачење које се све више појачава. Тај процес појачавања је изазван интеракцијом рендгенског зрачења са електронима. Прецизније, како је зрачење брже од електрона који имају своју малу слаломску трку, зрачење претиче електроне и реагује, односно интерагује са њима, чиме неке од њих убрзава, а друге успорава. Као резултат тога, електрони се постепено групишу у мноштво тананих дискова. Основно својство овог процеса је чињеница да сви електрони у једном од дискова емитују своје светло, односно зрачење, потпуно синхронизовано. На тај начин се добијају изузетно кратки и интензивни бљескови икс-зрака, који имају својства ласерских зрака.

Овај принцип се у стручној литератури углавном назива *SASE* (self-amplified spontaneous emission), односно само-појачана спонтана емисија. С обзиром на то да је за потпуно форми-рање структуре танких дискова у ундулаторима потребно одређено време, овакви ласери са слободним електронима захтевају коришћење веома дугачких ундулатора. У коначној структури EuXFEL-а, они ће бити дужи од 100 метара.

Слика 6 – Ундулатор, снимак из DESY-а

Како један акцелератор електрона може погостити више ундулатора у исто време, могуће је стварати и зрачење различитих својстава, а за потребе различитих експерименталних станица. У првој фази рада, EuXFEL ће имати пет ундулатора са десет експерименталних станица.

Бљескови, односно снопови икс-зрака у EuXFEL-у ће омогућити широку лепезу међусобно веома различитих експеримената, обављаних у више различитих експерименталних станица. Сви ти експерименти ће бити слични по питању основних поставки - зависно од захтева самог експеримента, икс-зраци ће бити ширени, фокусирани, филтрирани или слабљени, коришћењем оптичких елемената попут огледала, решетки, односно мрежа, прореза или пак кристала. Узорци ових елемената и експерименти у малом, већ постоје у експерименталној станици, где интерагују са бљесковима икс-зрака. Резултати ових интеракција се мере помоћу посебних детектора, а подаци се снимају и процесирају за потребе анализа. Истраживачи могу да прате напредак експеримената из суседне контролне собе.

Слика 7 – Унутрашњост ундулатора током рада

EuXFEL ће стварати рендгенско зрачење са својствима налик на својства ласерске светлости, помоћу више извора различитих особина и за потребе читавог низа сасвим нових, за науку будућности изузетно занимљивих експеримената.

Читава инсталација EuXFEL-a ће бити смештена у највећој мери у подземним тунелима, којима ће се приступати на три различита места. Постројење дуго 3,4 километра ће ићи од института DESY до града Шенефелда, у суседној савезној држави, Шлезвиг-Холштајн. На локацији у Шенефелду ће се налазити истраживачки кампус, у ком ће боравити међународни тимови научника, посвећених обављању експеримената са бљесковима икс-зрака.

Слика 8 – Унутрашњост тунела у изградњи

3. ЛОКАЦИЈЕ И ИНСТАЛАЦИЈЕ

Сама структура, односно читава инсталација EuXFEL-a, налази се дакле на простору немачких савезних држава Хамбург и Шлезвиг-Холштајн, а прецизније, има три чворишта, односно три веће локације изнад земље и читав низ подземних тунела.

Локација која се налази у DESY-ју, односно на локацији овог института у хамбуршком насељу Баренфелд, представља почетак инсталације EuXFEL-a. Ту започиње и главни тунел, будући дом акцелератора електрона, на дубини од неких 38 метара испод нивоа тла.

На овом месту, граде се три нове зграде – комплекс великог ињектора, који ће обезбедити неометану емисију електрона, потом модулаторска хала, намењена изворима енергије, те напослету улазна зграда, у којој ће се налазити приступно окно тунела и која ће имати око 1900 квадратних метара корисне површине. Такође, DESY ће уступити и своју халу за криогенику, која ће са импозантних 2300 квадратних метара, значајно допринети величини и квалитету радног простора. Све скупа, комплекс у Баренфелду ће заузимати око два хектара.

У нормалном режиму рада, планира се да криогеничко постројење аутоматски ради 24 часа, свакога дана, односно непрекидно, а аутоматизацију ће обезбедити компјутеризовани контролни системи, док ће редовно одржавање целог пос-

тројења, па и дела криогенике, бити обављано једном на сваке две године, у трајању од 8 до 12 недеља.

Слика 9 – Мапирани приказ будуће инсталације EuXFEL-a

Модулаторска хала ће такође бити потпуно аутоматизована и под режимом даљинске контроле, док ће због специфичности калибрације, приступ ка ињекторима бити обезбеђен у сваком тренутку, а свакако ће читава инсталација бити припремљена за могуће пробоје науке и технике, који би довели до редизајнирања и измена структуре свих појединачних постављених елемената.

Слика 10 – Модел инсталације у Баренфелду;

На локацији Осдорфер Борн, негде на пола пута од Баренфелда до Шенефелда, “пакети” електрона ће бити распоређивани по први пут у тунелу у којима ће стварати рендгенске зраке, односно светлост. На тој локацији ће се налазити приступна хала површине од око 1200 квадратних метара, али и низ инфраструктурних инсталација, попут специфилних комутатора, постројења за пумпање, вентилационих система и инсталација за топлу и хладну воду. Све укупно, заузимаће око 1,5 хектара површине, уз могућност да према потребама, подземни тунел буде проширен у неком тренутку, а сада планирано окно тунела ће заузимати приступну површину од чак преко 1400 квадратних метара, на дубини од 30 метара. Овако велики простор је неопходан и због тога што ће се

у равни тунела налазити и велики апсорбер електрона, одмах испод акцелератора, намењен заустављању честица које се више не користе у експериментима.

Слика 11 – Модел инсталације у Осдорфер Борну

Напокон, на локацији у Шенефелду, налазиће се истраживачки и иновациони центар EuXFEL-a, место на коме ће стално радити око 350 научника, инжењера и техничара. Ту ће се налазити главна зграда, постављена тачно изнад подземне експерименталне хале. Иза главне зграде ће се налазити хале за снабдевање, неопходне за подземни тунел. Поред улаза, налазиће се и информациони и изложбени центар, а неких 200 метара иза, биће смештена и кантина. На локацији ће бити довољно простора и за евентуалне партнерске институције које би ту поставиле своје канцеларије.

Слика 12 – Модел инсталације у Шенефелду

Током ове, 2014. године, покренуће се активности у главној згради и експерименталној хали, на дубини од око 14 метара. Пет тунела из којих се бљескови икс-зрака могу водити ка две експерименталне станице, завршаваће се у овој подземној хали. Дугачка је око 90 а широка око 50 метара, а у употреби ће бити 24 часа свакога дана. На три спрата изнад хале, налазиће се лабораторије и канцеларије, семинарске дворане и аудиторијум за 200 особа, као и специјализована библиотека.

Слика 13 – Модел главне зграде у Шенефелду

Тренутно је 15 хектара простора намењеног за истраживачко постројење празно и користи се за пољопривреду и као башта, а у наредном периоду ће бити проширен на 25 хектара, да би се ту сместио и други експериментални комплекс исте величине.

Истраживачи у експерименталној хали ће радити у сменама на укупно десет експерименталних станица. Помагаће им техничари и научници EuXFEL-a, чиме ће бити осигуран континуални рад, 24 часа, током целе године.

Када постројење буде искључивано, комплетан простор ће бити доступан свима који добију званично дозволу за обилазак, или пак за организоване групне обиласке, док ће током рада и генерисања рендгенског зрачења, приступ бити блокиран помоћу контролног система. Софистицирана заштита од зрачења ће обезбедити да области у којима је кретање слободно, ни у једном тренутку не буду угрожене.

Инсталације у којима се електрони апсорбују и успоравају након стварања светлости, односно снопова, биће контролисане из главне контролне собе на локацији у DESY-ју. Континуални рад овог постројења ће бити прекидан само за потребе одржавања и провера сигурносних система или система за снабдевање водом.

Наравно, главни део читавог постројења се налази у подземним тунелима, где се електрони убрзавају и индукују да генеришу рендгенско зрачење.

Слика 14 – Радови на инсталацијама EuXFEL-a

Двокилометарски главни тунел за акцелерацију честица, који електроне доводи до жељене енергије, протеже се у апсолутно правој линији између локација у Баренфелду и Осдорфер Борну.

Сноп честица се тада раздељује у систему тунела налик на вентилатор, лоцираном испод истраживачког кампуса у Шенефелду, где честице генеришу рендгенске зраке проласком кроз специфични распоред магнета, као што је раније наглашено.

Сви тунели се налазе дубоко испод земље. Због заштите од зрачења и из чисто грађевинских разлога, морају да буду прекривени са неких 5 до 6 метара земље. Како тунели иду углавном хоризонтално, горња ивица им је на од 6 до 38 метара испод површине, зависно од самог профила тла.

Пречници акцелераторског тунела и тунела у систему налик на вентилатор, у ком се генерише светлост, разликују се - за акцелератор је неопходан унутрашњи пречник од 5,3 метара, док највећи број тунела у "вентилаторском" систему има унутрашњи пречник од 4,6 метара.

Пристап тунелима је обезбеђен помоћу низа специјалних окана, кроз које ће и компоненте EuXFEL-а бити спуштене, а инсталације спроведене ка тунелима. У конструктивној фази, користиће се делимично као почетна или крајња окна за машине које буше тунеле. Током оперативне фазе постројења, пристап тунелима и околном простору биће блокиран помоћу контролног система. У тунеле се може ући само током периода одржавања. Чак и тада, пристап сваком од тунела је строго контролисан, тако да се увек зна колико људи ради у ком од њих.

Слика 15 – Безбедност је увек на првом месту

4. БЕЗБЕДНОСНИ И ЕКОНОМСКИ УТИЦАЈИ

Није згорег споменути и то да је EuXFEL пројектован као потпуно безбедно постројење, те да конструисање, односно изградња као и подземне операције, испод густо насељених области, не носе са собом ризике. Нема опасности по животну средину, чак ни у случају инцидента током изградње или оперативног дела живота постројења.

Постројење не производи звучно загађење, нити отровне гасове и не може да експлодира. Током рада пак производи јонизујуће зрачење, због чега никоме није допуштено да борави у тунелима или у близини експерименталних станица током рада постројења, а напредни, моћни штитови су постављени у околини свих потенцијално опасних елемената постројења. У случају било каквог одступања од прописаних норми, цело постројење се аутоматски искључује.

Количина зрачења која доспева до површине је занемарљива у односу на природно позадинско зрачење. EuXFEL не представља опасност по тле, воду и ваздух, шта више, за 20 година досадашњег рада, у тлу је акумулирана значајно мања количина зрачења од оне која је присутна природно, а активација подземних вода и ваздуха у тунелима је далеко испод законски допуштених граница.

Слика 16 – Постојења EuXFEL-а не нарушавају природну средину и локалне екосистеме

Слика 17 – Сателитски снимак Хамбурга и шире околине, приказ неугрожене природне средине

У економском смислу, EuXFEL, као нови центар за савремена истраживања, поспешује економски раст читавог региона. У најмању руку, отварање нових радних места, донеће бољитак, како запосленим стручњацима, тако и региону, али и читавој широкој научној заједници, која ће профитирати од иновација, а фирме-извођачи ће обогатити своја искуства и постати конкурентније.

Слика 18 – Део запослених у EuXFEL-у

За научну и инжењерску заједницу, свакако је најзначајнији онај део везан за обогаћивање и ширење знања, освајање нових технологија и процедура, иако је савршено јасно да је и то уско повезано са сарадњом са индустријом и локалном самоуправом.

Слика 19 – Део прототипске инсталације једног од експеримената

Досадашња искуства, махом базирана за рад DESY-ја, показују да око 40% добављача почиње да усваја иновације и унапређује своје пословање, преко 50% произвођача почиње да нуди иновативне пројекте као стандардне, око 60% произвођача себе види као конкурентније, око 35% истиче пораст нивоа знања и заинтересованости својих запослених, скоро 85% њих жели да остане везано за DESY уговорима о дугорочној сарадњи, око 40% фирми почиње да освојене иновације користи и изван основне намене, а око 30% њих, махом мањих произвођача, чак и са осредњом способношћу усвајања напредних иновација, види напредак пословању.

Напредак је свеобухватан и континуалан – убрзано се развија високофреквентна технологија, разне гране електронике напредују, уз њих и електроенергетика и пулсна енергетика. Технологија хлађења је нарочито експлозивно напредовала – суперпроводни честични акцелератори слободно-електронских ласера раде на -271 степену Целзијуса.

Композитни материјали развијени за те потребе, изузетно су отпорни на зрачење и могу се такође користити за друге примене. Изградња структура акцелератора је напросто погурала иновације на пољу процеса механичке производње, хе-

мијског инжењерства, односно технологије, металургије, конструкције машина и мерне и контролне технологије. Ове иновације су данас примењиве, између осталог, у медицини, односно медицинској технологији, хемијској анализи, радарској и сателитској технологији, комуникационом инжењерству и конструкцији хемијских постројења. Чак 67% компанија које раде на слободноелектронским ласерима, пројектовали су нове производе, методе или услуге. 79% њих је са успехом пронашло нове клијенте за те производе, или очекује такав тренд у скорој будућности. Директном трансферу технологије, у потпуности одговара и индиректни - 60% компанија указује на то да је нови развој пројеката рендгенских ласера имао утицаја на развој других производа, или да очекују да се то догоди током напретка пројекта, а нарочито очекују напредак квалитета производа и смањење трошкова развоја, производње и одржавања.

Слика 20 – Аутор текста, мр Марко Екмеџић, у једној од лабораторија EuXFEL-а

Слика 21 – Аутор текста, мр Марко Екмеџић, у тунелу EuXFEL-а, на локацији Шенефелд;

Запошљавање данас није ништа мање битно. Током фазе изградње постројења, очекује се отварање нових 1350 радних места, од чега око 650 у самом Хамбургу и на северу Немачке, посебно у гранама привреде које се баве транспортом, изградњом, финансијским услугама и машинама. Приход за читаво друштво од тих послова се процењује на неких 55 милиона евра, а од пореза ће

локална заједница и савезна држава инкасирати још неких 120 милиона евра.

Но, чак и изван приче о новцу и процентима, то је пре свега немерљиви научни значај и претварање Хамбурга и севера Немачке у својеврсно извориште нових, сјајних научних пробоја.

Слика 22 – Повезивање експерименталне инсталације

5. БУДУЋНОСТ ПРЕД НАМА

Треба рећи и да данас, док трају радови на изградњи комплетног EuXFEL постројења, већ увелико ради мања верзија будуће инсталације, на којој се обављају експерименти.

FLASH (Free-Electron Laser in Hamburg), односно ласер слободних електрона у Хамбургу од 2004. године производи ласерске бљескове, који се користе за истраживање са краткоталасним ултраљубичастим и меким икс-зрацима (EuXFEL ће генерисати ласерску светлост са 80 пута финијом таласном дужином). Постојење је дугачко 260 метара и ствара меко икс-зрачење, сведено до таласних дужина од свега шест нанометара.

До 2009. године је FLASH био једини слободно-електронски ласер на свету који је производио зрачење у области меких икс-зрака. Оно што је значајно је и то да је FLASH по својој структури потпуно идентичан EuXFEL-у, а електроне доводи до енергије од милијарду електрон-волти (EuXFEL ће достигати 17,5 милијарди електрон-волти) и потом их убрзава кроз ундулатор дужине 30 метара, да би потом, помоћу SASE принципа, дошло до самопојачавања.

Интензивни бљескови такве светлости се потом распоређују на пет експерименталних станица, где истраживачи могу да врше мерења и обављају своје експерименте.

На тај начин, осим конкретног доприноса науци, FLASH служи и као сјајно, безмало идеално пилотско постројење за EuXFEL, чији рад даје

значајан увид у предности и могуће мане концепта великог постројења какав је EuXFEL. FLASH пронице у материју до нивоа молекула, EuXFEL ће досегнути ниво атома. Уз то, рад на FLASH-у је део развоја будућег Међународног линеарног сударача (International Linear Collider ILC), значајног подухвата физике честица у будућности.

Слика 23 – Тунели и експерименти EuXFEL-а

Напоменимо и то да је EuXFEL најмлађе од три постројења ласера са икс-зрацима на свету. Старија “браћа” ове инсталације су LCLS (Linac Coherent Light Source), линеарни кохерентни извор светлости, део Линеарног акцелераторског центра на Универзитету Стенфорд у Калифорнији, као и јапански институт SACLA (Spring-8 Angstrom Compact Free Electron Laser).

Млађи и напреднији, EuXFEL ће уместо технологије конвенционалних акцелератора користити технологију суперпроводности, која омогућава далеко квалитетније снопове електрона. Поређења ради, LCLS обезбеђује 120 бљескова у секунди, SACLA 60 бљескова у секунди, а EuXFEL ће производити чак 27'000 бљескова у секунди.

Из перспективе некога ко има задовољство и привилегију да ради на рађању овог “бунтовног сина” савремене науке, EuXFEL је идеално место за почетак краја потраге за тајнама структуре материје, микроскопског света и микроорганизама који нас окружују.

На извештајан начин, овај антипод моћним телескопима, помоћу којих успевамо да завиримо у дубине космоса, даће свој суд о тананим нитима које држе наш свет на окупу и тајнама које се крију изван домета најмоћнијих микроскопа.

Оно што је још лепше је то да је позивница на то узбудљиво путовање стално на дохват руке. EuXFEL расте, како структурно, тако и по нивоу знања и броју људи који то знање сабирају, користе и раздељују. Прилику да се учествује на том путовању, на тој великој научној авантури, наука у Србији не би смела да пропусти.

Слика 24 – Снимак наносвета

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ekmedžić, Marko, Rašuo, Boško, Srbija i CERN – zagrljaj moćnog diva, Tehnika, Godina LXVII, No. 5, Beograd, 2012, (strane 743-749).

- [2] European XFEL GmbH Yearbook 2013
 [3] European XFEL GmbH TDR Vol I&II, 2013
 [4] <http://xfel.eu>
 [5] <http://desy.de>
 [6] European XFEL news (various articles)
 [7] Julian Stangl, Cristian Mocuta, Virginie Chamard, Dina Carbone (2013). Nanobeam X-Ray Scattering: Probing Matter at Nanoscale. Wiley-VCH Verlag GmbH&Co.
 [8] Magnetism and Synchrotron Radiation: Towards the Fourth Generation Light Sources (Proceedings of the 6th International School „Synchrotron Radiation“), Springer
 [9] Terence Critchlow, Kerstin Kleese Van Dam, (2013). Data-Intensive Science, Crc Pr Inc.

SUMMARY

XFEL – MIGHTY VIEW INTO MICROWORLD

European x-ray free electron laser, i.e. company and institute European XFEL GmbH (EuXFEL), represents the centerpoint of contemporary particle physics, as well as precise, sophisticated and advanced engineering. Scientific and engineering teams work together on discovering secrets of the matter, deeper than compound, cell or molecule level. Using the technique easily described as immensely precise electronic microscope, or even better, as a never before seen digital camera, the very atomic structure is investigated, in search for answers looked by physics, biology, medicine, and recently even genetics, in last decades or even centuries. Goals of EuXFEL are altruistic, humane and turned towards knowledge, and as such, they are the perfect starting point for all those who want to know more about secrets of the microworld surrounding us, but also to take part in projects that reach engineering heights, as precise as those achieved by space technology. Place of Serbia in this project is yet to be found and defined, and it will depend solely on wishes and good will of domestic scientific and political communities, as well as on the awareness on the impact of far-reaching, long-term scientific and technological enterprises.

Key words: EuXFEL, laser, roentgen, physics, energy, electron, accelerator, detector