

# РАЗМАТРАЊА ПРОСТОРНО-ЕКОЛОШКОГ АСПЕКТА БЕЗБЕДНОСТИ НУКЛЕАРНИХ ОБЈЕКТА У СРБИЈИ

др Небојша Стефановић, виши научни сарадник\*  
Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд  
др Наташа Даниловић Христић, виши научни сарадник  
Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд  
др Саша Милијић, научни саветник  
Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд

---

\* [nebojsa@iaus.ac.rs](mailto:nebojsa@iaus.ac.rs)



## РАЗМАТРАЊА ПРОСТОРНО-ЕКОЛОШКОГ АСПЕКТА БЕЗБЕДНОСТИ НУКЛЕАРНИХ ОБЈЕКТА У СРБИЈИ<sup>1</sup>

**Сажетак:** Аспект заштите животне средине и еколошке безбедности значајно је заступљен у оквиру просторног планирања и све више добија на значају. Еколошка безбедност је део свеукупне безбедности и представља одсуство претњи и опасности од ношења штете и угрожавања животне средине и становништва. Просторно и урбанистичко планирање треба посматрати као интегрисан и свеобухватан процес, у коме се сагледавају све међусобне условљености и решавају конфликтне ситуације у простору. У раду је анализиран пример постојеће локације складишта радиоактивног отпада у комплексу Винча, који се налази на само 12 km од центра Београда, што представља велики безбедносни ризик. Систематизовани су међународни критеријуми и услови за локације нуклеарних објеката и дат преглед просторних условљености са аспекта геолошких и хидролошких услова, заштите простора, распореда становништва, насеља и објеката и др. Доказана је полазна хипотеза да локација Винча и њено окружење нису погодни за одлагање радиоактивног отпада и да је неопходно испоштовати опште услове који се односе на просторни развој локација нуклеарних објеката и заштиту од зрачења. У раду су дате препоруке за даљи просторни развој и заштиту на локацији Винча и њеном непосредном окружењу.

**Кључне речи:** нуклеарни објекат, радиоактивни отпад, еколошка безбедност, просторно планирање, локацијска ограничења

---

1 Овај рад презентује резултате истраживања публиковане у: Stefanović, N., Danilović Hristić, N., Josimović, B. (2017). The Spatial and Urban Planning Concerns Related to Nuclear Facilities Locations – Case Study of the Vinča Institute Location, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. XXXII, No 1, 2017, pp. 99–108; Stefanović N., Krunić N., Danilović Hristić N. (2021). The Spatial and Planning Aspect of Solving the Issue of Radioactive Waste Disposal in the Republic of Serbia, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 36, No 1, 2021, pp 38-49; <https://doi.org/10.2298/NTRP210119011S>

## Увод

Један од кључних аспеката у планирању просторног развоја јесу питања заштите животне средине и процене утицаја планских решења на њен квалитет у будућности (Riddel, 2008). У том смислу, посебну пажњу у планирању изазивају нуклеарни објекти, како због одређених услова неопходних за одређивање њихове локације тако и због утицаја који изазивају, или могу изазивати на окружење (Garvey, 1977).

Нуклеарни објекти у Србији се највећим делом налазе на локацији „Винча”, која обухвата целокупан простор некадашњег Института за нуклеарне науке „Винча”, површине од 48 ha у близини Београда, данас подељен на зону Института и зону у надлежности Јавног предузећа „Нуклеарни објекти Србије”. Закон о радијационој и нуклеарној сигурности и безбедности дефинише да нуклеарно постројење јесте објекат, постројење, или неколико функционално повезаних постројења која су смештена на истом локалитету и којима управља исто лице, за прераду или обогаћење нуклеарног материјала, постројење за производњу нуклеарног горива за истраживачки нуклеарни реактор, истраживачки нуклеарни реактор, постројење за управљање истрошеним нуклеарним горивом из истраживачког нуклеарног реактора и постројење за управљање радиоактивним отпадом. Под радиоактивним отпадом се подразумева радиоактивни материјал у гасовитом, течном или чврстом стању чија даља употреба није планирана ни предвиђена (Radioactive Waste Management Glossary, 2003), односно материјал који садржи или је контаминиран радиоизотопима чији су нивои активности виши од граничних нивоа утврђених прописима и који се не планира за даљу употребу (Nuclear Safety Glossary Revision, 2016; Mataušek, Spasojević, 1995).

На локацији „Винча” налазе се нуклеарни објекти од великог значаја по питању утицаја на окружење и спровођење потребних мера заштите (Arsenović et al., 1989; Stefanović et al., 2017), од којих су по питању безбедности најзначајнија складишта ниско и средње радиоактивног отпада и ислужених извора зрачења. Тај отпад потиче од радијационо активних реактора и других извора, као што су истраживачке активности Института и др.

Просторни план Републике Србије утврђује дугорочне основе организације, уређења, коришћења и заштите простора Републике Србије и представља један од докумената развојног планирања (Закон

о планирању и изградњи), са којим морају бити усклађени сви документи јавних политика (Закон о планском систему РС). Просторни план Републике Србије се даље разрађује кроз систем просторних и урбанистичких планова, од којих се за потребе планирања активности од националног интереса израђују просторни планови подручја посебне намене.

У досадашњој пракси израђена су и примењивана два Просторна плана Републике Србије. Први 1996. године (Закон о просторном плану РС), у коме је дефинисана обавеза израде просторног плана подручја посебне намене за нуклеарни комплекс „Винча” и отворено питање решавања локације за одлагање радиоактивног отпада (Stefanović et al., 1996), и други из 2010. (Закон о просторном плану РС од 2010. до 2020), у коме поменута тематика није третирана. Тренутно је у току израда новог Просторног плана Републике Србије од 2021. до 2035. године, што аутори користе као оквир истраживања и у овом раду одређују потенцијалне зоне за изградњу одлагалишта радиоактивног отпада у Србији.

Основна хипотеза и полазиште овог рада јесте да на локацији Института за нуклеарне науке „Винча” и у њеном окружењу нису испоштовани општи услови који се односе на просторно-еколошки аспект безбедности. Просторни и урбанистички планови којима је обухваћен простор Института и његове околине, и поред обавеза прописаних Законом о планирању и изградњи и другим нормативним документима, не садрже конкретна планска решења, и као такви не пружају довољан плански основ за испуњавање неопходних услова и обавеза по питању просторно-еколошког аспекта безбедности и заштите од зрачења.

## **Просторно-еколошки аспект безбедности нуклеарних објеката**

Адекватан приступ сагледавању и унапређењу просторно-еколошке безбедности нуклеарних објеката подразумева познавање и примену низа принципа и услова. Међународна агенција за атомску енергију (IAEA – International Atomic Energy Agency) из Беча дефинише неколико нивоа докумената који представљају стандарде и које је потребно даље разрађивати кроз националне законодавне системе.

Након изградње нуклеарних објеката на локацији „Винча” педесетих и шездесетих година прошлог века, није било потребе планирати нова постројења на другим локацијама у Србији. Регулатива је била усмерена првенствено на истраживачки карактер нуклеарних постројења, заштиту и смањење ризика од јонизујућег зрачења, док је ниско и средње радиоактивни отпад складиштен на самој локацији.

Упоредном анализом низа докумената, истраживања и услова (Site Survey and Site Selection..., 2015; Правилник о условима за добијање лиценце за обављање нуклеарне активности; Cascini et al., 2015; Schmidt, et al., 2011), који се односе на локације нуклеарних објеката, могуће је издвојити следеће опште просторне условљености:

1. Геолошки услови (Hatheway, McClure, 1979):

- близина потенцијално активних раселина и клизишта не сме бити мања од 500 m,
- не сме постојати могућност слегања терена услед стварања шупљина црпљењем воде, нафте или услед рударских радова,
- не сме постојати могућност обрушавања тла услед растварања и одношења растворљивог материјала (крашка ерозија или други видови ерозије),
- елиминисати подручја која су сеизмички активна (максимални очекивани интензитет потреса не може бити већи од 8 степени Меркалијеве скале, дозвољена помицања тла не смеју бити већа од 0.15 од убрзања земљине теже).

2. Хидролошки и метеоролошки услови:

- коришћење воде за разне потребе, посебно за пиће и наводњавање не сме да буде у близини локације (посебно не низводно),
- на локацији не сме да постоји могућност настанка бујичних токова, нити могућност настанка поплава услед изливања река или провале насипа,
- елиминисати локације на којима се јављају екстремни метеоролошки услови.

3. Услови везани за заштиту простора:

- елиминисати подручја експлоатације природних богатстава (експлоатација руда, минерала, угља, нафте),
- елиминисати подручја у обухвату заштићених природних добара (национални паркови, паркови природе, специјални резервати природе и др.),

- елиминисати подручја непокретних културних добара (листа UNESCO баштине, сва културна добра националног значаја).
4. Услови везани за становништво, насеља и објекте (Greenberg et al., 1986; Ercoskun, 2011):
- „веће насеље” (25.000 и више) становника не сме бити ближе од 2,5 km,
  - близина инсталација са потенцијалним испуштањем хемикалија (посебно гасовитих) не сме бити мања од 2 km,
  - близина постојећих цивилних и војних аеродрома не сме бити мања од 8 km,
  - локације низводно од водених брана елиминисати,
  - близина фреквентних саобраћајница не сме бити мања од 1,5 km.
5. Посебни услови (Zeigler et al., 1981; Bell, Dallas, 2007; Chicken, 2016):
- обратити пажњу на близину државне границе и друге факторе важне са војног и безбедносног становишта (одбацују се простори од интереса за одбрану земље).

Наведене услове општег типа потребно је испоштовати приликом израде просторних и урбанистичких планова, односно лоцирања нуклеарних објеката, при чему је неопходна њихова даља разрада и евентуално прилагођавање специфичностима саме локације. Примена таквих услова је локалног карактера, јер се спроводи првенствено кроз формирање заштитних зона непосредно око локација нуклеарних објеката и прописивање одговарајућих мера заштите. Међутим, просторно-еколошки аспект безбедности таквих објеката и локација превазилази локалне оквире и ближе непосредно окружење.

У складу са Законом о радијацији и нуклеарној сигурности и безбедности, одлагање јесте смештање радиоактивног отпада, ислужених извора или истрошеног нуклеарног горива у постројење за одлагање без намере поновног изношења. ИАЕА одлагање радиоактивног отпада дефинише као његово смештање у кондиционираном стању на место са кога се више неће враћати у човекову околину или на поновно обрађивање.

Тренутно у свету постоји у погону око 100 одлагалишта радиоактивног отпада ниске и средње активности. Та одлагалишта су разних типова, од плитко укопаних инжењерских бетонских траншеја, до дубоких геолошких одлагалишта (Platt, 1999). Одлагање радиоактивног отпада се реализује на начин којим се осигурава дугорочна стабил-

ност одлагалишта, односно онемогућава контакт присутних радиоактивних изотопа са биосфером и нарочито са подземним водама (Nap et al., 1997). Основни принцип очувања стабилности отпадног материјала је његова непокретност у одговарајућем материјалу или конструкцији, која га изолује у односу на окружење.

Последњих година се поново покреће питање изградње одлагалишта радиоактивног отпада у Србији, уз пратећа истраживања о стању радиоактивног отпада у комплексу „Винча”, сагледавању будућих потреба и начина решавања тог питања у свету (Technical Considerations..., 2001).

## Нуклеарни објекти у Србији – комплекс „Винча”

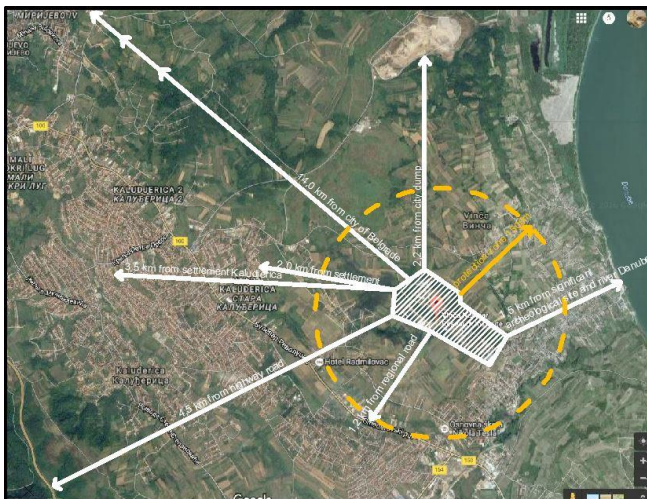
У комплексу „Винча” налазе се нуклеарни објекти од великог значаја по питању утицаја на окружење и спровођење потребних мера заштите (Mataušek, Spasojević, 1995; Arsenović et al., 1989; Plećaš, et al., 2017) и то: 1) реактор RA (10 MW термичких), коришћен за експерименте из неутронске физике и испитивање различитих материјала, данас ван употребе; 2) реактор нулте снаге RB, коришћен за експерименте из неутронске физике и заштите од зрачења, данас ван употребе; и 3) привремено складиште ниско и средње радиоактивног отпада, који потиче од активности реактора и Института и др. Састоји се из три хангара (Н1, Н2 и Н3) и складишта за истрошене затворене радиоактивне изворе. Отпад се налази претежно у бурадима, али га има и у различитим кабастим облицима који нису могли у време преузимања да се адекватно обраде и спакују. Течни радиоактивни отпад се налази у четири подземне цистерне за течни отпад направљене од бетона са облогом од нерђајућег челика.

Међутим, временом је основни проблем везан за обављање делатности постао проблем „трајног одлагања” радиоактивног отпада. Поменута складишта представљају само вид привременог ускладиштавања, чији век трајања је истекао и чији капацитети су искоришћени. Тренутна локација, која је погодовала само изградњи привременог складишта, по међународним критеријумима није задовољавајућа.

Посматрано у ширем просторном контексту, односно у границама градске општине Гроцка као дела административног подручја града Београда, посебну специфичност у погледу просторног и урбанистичког планирања, као и међусобног утицаја функција Комплекса



са другим функцијама у простору, представља размештај појединих објеката и активности регионалног, националног и међународног значаја у простору на релативно малом растојању од поменутих нуклеарних објеката (Слика 1). То су: 1) Депонија комуналног отпада „Винча”, на површини од 68 ha, планиране површине 130 ha, са 800.000 t депонованог отпада на годишњем нивоу (са 80% ужег подручја Београда), на растојању од 2,2 km; 2) Археолошко налазиште „Бело брдо”, једно од најзначајнијих неолитских локалитета у Европи на коме се развила винчанска култура из 5000 година п.н.е., на растојању од 1,5 km; 3) Насеље Калуђерица, неплански настало насеље са највећим бројем бесправно изграђених објеката у окружењу Београда и некомплетном инфраструктуром, са 27.000 становника, на растојању од 2 km од руба насеља и 3,5 km од центра насеља; и 4) Међународни инфраструктурни коридори VII (пловни пут реке Дунав) на растојању од 1,8 km, међународни инфраструктурни коридор X (аутопут Салцбург–Љубљана–Загреб–Београд–Скопље–Солун) на растојању од 4,6 km, планирана јужна аутопутска обилазница као део коридора X на растојању од 0,8 km, као и фреквентна саобраћајница Смедеревски пут на растојању од 1,2 km. Са аспекта заштите животне средине, на широј локацији су присутне две категорије највећег ризика од удеса, и то сам Комплекс, са веома великим ризиком хемијског и нуклеарног удеса, и депонија комуналног отпада „Винча”, са великим ризиком хемијског удеса.



Слика 1. Локација комплекса „Винча” и садржаји у ближем окружењу (извор: аутори текста, подлога Google map)

Од значајнијих планских решења у околини Винче, Планом је дат приоритет изградњи друмско-железничког саобраћајног коридора, односно јужној аутопутској обилазници Београда.

Регионални просторни план административног подручја града Београда (са Извештајем о стратешкој процени утицаја на животну средину) сврстава комплекс Института у категорију Д, у којој се налазе субјекти који могу имати веома велики утицај на животну средину регионалног нивоа, присутне велике количине опасних и врло токсичних материја и ризик од хемијског удеса веома велики са могућношћу и прекограничних утицаја на животну средину и здравље људи. У погледу намене површина, локација Института „Винча” се налази у обухвату грађевинског подручја. Урбанистичка правила и услови заштите животне средине за еколошку категорију Д заснивају се на минималним планским површинама комплекса и обавезним заштитним растојањима између потенцијалних извора опасности и стамбених насеља. За категорију Д је претпостављена могућност емисије врло токсичних материја и веома велики ризик од акцидената. Површина комплекса није ограничена, тј. планирана је на минимум 300 ha, са заштитним одстојањем, односно заштитном зоном од минимум 1500 m. За ову врсту комплекса потребна је израда Процене утицаја пројеката (објеката) на животну средину, Процена опасности од хемијског удеса и Стратешка процена утицаја комплекса на животну средину. Исте одреднице се дају и у оквиру Просторног плана дела градске општине Гроцка.

Према Генералном урбанистичком плану Београда, главна мера заштите је смањење броја извора јонизујућег зрачења, па је у том циљу потребно предузети приоритетне мере заштите, и то наставити извоз преосталог радиоактивног отпада.

У погледу намене земљишта, локација Института „Винча” је опредељена за постојеће комплексе јавних служби, око које се у северном, западном и јужном делу налазе планиране зелене површине. Међутим, основна планска специфичност јесте то да у подручју непосредно источно од Института, на локацији дела постојећег насеља, намењена земљишта није опредељена, већ ће се одредити након усклађивања постојећих намена са посебним прописима и додатним истраживањима. Таква неодређена планска решења представљају својеврстан урбанистички преседан и последица су недостатка анализа и студија утицаја посебних намена на окружење, као и немогућности да се плановима реше и ускладе односи различитих намена у простору. Кон-

кретно, на локацији комплекса „Винча” евидентна је немогућност успостављања заштитне зоне на делу насеља Винча. Некомпатибилност садржаја свакако захтева хитну реализацију стратешких решења по питању измештања привременог складишта радиоактивног опасног отпада из Комплекса.

## **Анализа просторно-еколошких условљености на територији Републике Србије**

Прикупљање, анализа и обрада података везаних за наведене просторне условљености представља сложен и дуготрајан процес, зато што су подаци делимично доступни, различите старости, нивоа обраде и често неподобни за дигиталну обраду, што посебно долази до изражаја за територије веће површине. При томе, израда просторног плана јесте једини процес синтетног карактера, када се такви подаци за различите области прикупљају и обрађују у јединственом географском информационом систему. Због тога је истраживање просторних условљености за планирање локације одлагалишта радиоактивног отпада неопходно везати за израду новог Просторног плана Републике Србије, и то у првом кораку оних података који се односе на постојеће стање.

У складу са тим, за потребе овог рада анализирани су подаци који се односе на геолошке услове, рударске површине и активности, ерозију земљишта, плавна подручја, бујичне токове, санитарну заштиту водоизворишта, размештај становништва и насеља, као и фреквентне саобраћајне коридоре. Обрада тих података је указала да на површини од око 52.900 km<sup>2</sup>, што је 60% територије Србије, постоје значајна ограничења за лоцирање и изградњу одлагалишта радиоактивног отпада.

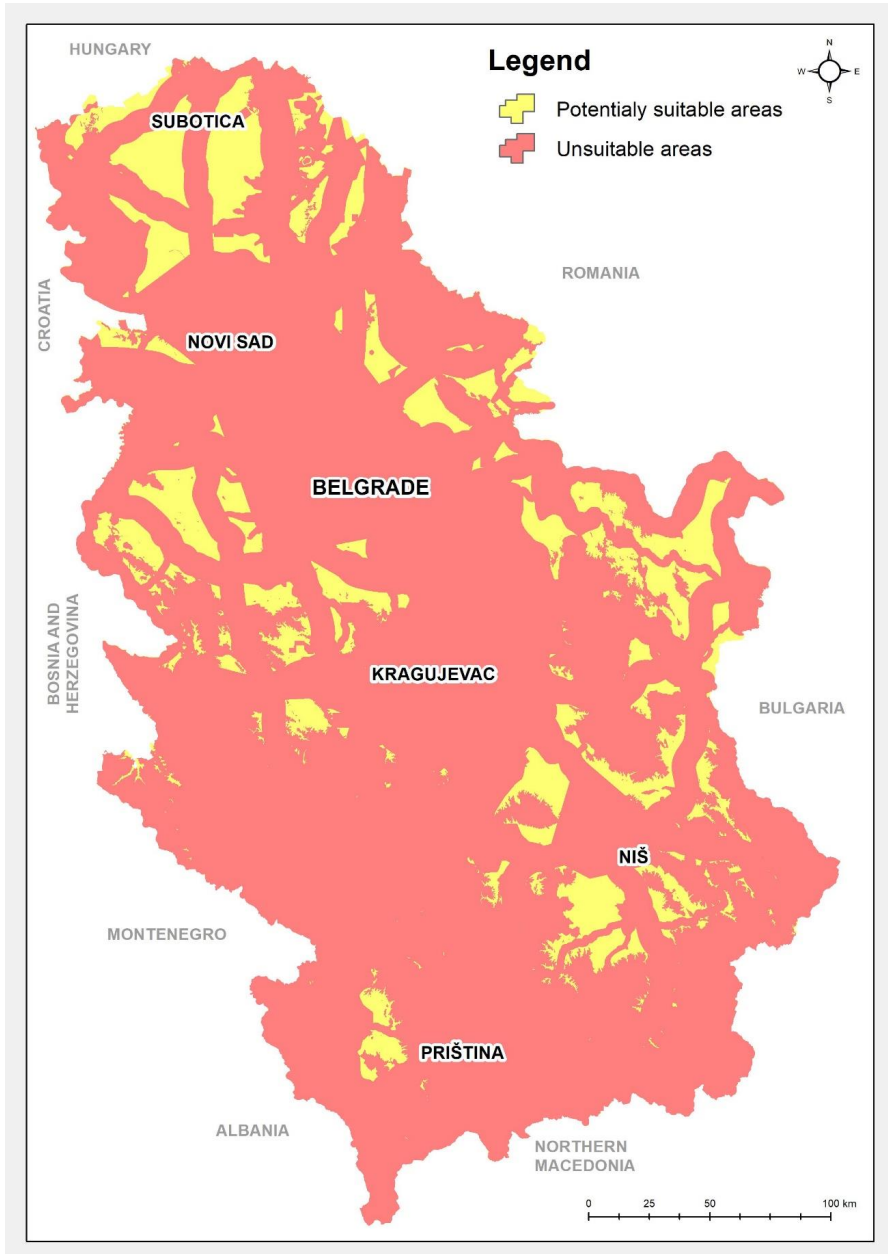
Поред тога, као други корак у истраживању просторних условљености за планирање локације одлагалишта радиоактивног отпада анализирана је концепција будућег просторног развоја Републике Србије и поједина планска решења националног значаја. Циљ такве анализе је био евидентирање битних планираних намена и активности у простору, као планских ограничења за дефинисање локације погодне за изградњу одлагалишта радиоактивног отпада. Аутори су у раду користили новоформиране базе просторних података и концептуална решења Просторног плана Републике Србије од 2021. до 2035. године.

Као најзначајнији аспекти анализирани су урбани и саобраћајни системи (фреквентне саобраћајнице), појасеви развоја, заштићена подручја и природне вредности.

Обрада просторних података о наведеним ограничењима узрокованим планираним просторним развојем Републике Србије указала је да на површини од око 45.300 km<sup>2</sup>, што је 51% територије Србије, постоје значајна планска ограничења за лоцирање и изградњу одлагалишта радиоактивног отпада.

Анализом и обрадом две битне групе просторних података, прве о постојећим и друге о планским условљеностима и ограничењима, дошло се до основног резултата да на укупној површини од око 69.300 km<sup>2</sup>, која чини 78% површине Србије, постоје ограничења која тај простор чине неповољним за лоцирање одлагалишта радиоактивног отпада (Слика 2). У истраживању су анализирани и коментарисани подаци које је било могуће сагледати на нивоу целокупне територије Републике Србије, а површине које су оцењене као неповољне по појединачним ограничењима се највећим делом међусобно преклапају.

Анализом је установљено да на површини од око 19.060 km<sup>2</sup>, која чини 22% површине Србије, нема ограничења, што указује да су те површине потенцијално повољне за лоцирање одлагалишта радиоактивног отпада. Уз чињеницу да је неопходно почети са свеобухватним и детаљним истраживањима овог типа, спроведена анализа је указала на то какве закључке можемо очекивати у будућности.



Слика 2. Приказ зона и површина у Републици Србији које су повољне за даље планирање локације одлагалишта радиоактивног отпада

## **Закључци и препоруке за даљи просторни развој и заштиту у зони комплекса „Винча”**

Основни закључак спроведеног истраживања у случају локације комплекса „Винча” јесте да на самој локацији и у њеном ближем окружењу нису испоштовани општи услови који се односе на ограничења у простору и формирање заштитних зона око нуклеарних објеката. Постојеће стање на терену, на првом месту обим бесправне градње и положај постојећих и планираних фреквентних саобраћајница, је неповољно и условило је таква ограничења да у наредном периоду није реално очекивати могућност испуњавања поменутих услова. Како би се приступило било каквим планским активностима, ублажавању конфликта у простору и спровођењу адекватних мера заштите, неопходно је кроз израду посебне студије спровести додатна истраживања и извршити мерења у ширем простору, а све у циљу сагледавања међусобног утицаја нуклеарних објеката и намена у окружењу, и то како у постојећем стању тако и кроз процену утицаја у случају могућег акцидента.

Чињеница да у анализираним просторним и урбанистичким плановима намена земљишта на делу простора непосредно уз комплекс Института није опредељена, већ ће се одредити након усклађивања постојећих намена са посебним прописима и додатним истраживањима, односно закључак да важећи планови нису довољно детаљно и конкретно разматрали локацију Комплекса, већ су је само третирали као потенцијални извор опасности и дали препоруке за задржавање заштитне зоне, указује на неопходност израде новог планског документа за локацију Винче и њено шире окружење. Због размештаја појединих објеката и активности регионалног, националног и међународног значаја у простору на релативно малом растојању од нуклеарних објеката на локацији Винча (депонија комуналног отпада „Винча”, археолошко налазиште „Бело брдо”, међународни инфраструктурни коридори VII и X) и националног значаја саме локације Винча, односно због потребе усклађивања више значајних функција у простору, потребно је приступити изради просторног плана подручја посебне намене. Та врста просторног плана, чије доношење је у надлежности Владе Републике Србије, израђује се за подручја која захтевају посебан режим организације, уређења, коришћења и заштите простора, односно за подручја која су од националног значаја. Упоредо са процедуром израде плана обавезно је и спровођење стратешке процене утицаја планских решења на животну средину.

Искуства у изради посебних просторних и урбанистичких планова за локације нуклеарних објеката у Србији не постоје. Просторни планови подручја посебне намене су припремани за локације заштићених природних добара, међународне инфраструктурне коридоре, подручја обимне површинске експлоатације минералних сировина и сл. У суседним државама су таква искуства веома скромна и базирана на изради докумената техничке природе (пројекти) и докумената из области заштите животне средине (процене утицаја). Због тога би од великог значаја било развијање посебне опште методологије за израду планова за локације нуклеарних објеката и њиховог окружења. Истовремено, нови приступ сагледавању и планирању таквих локација омогућио би преиспитивање општих критеријума и услова анализираних у овом раду, као и њихово детаљније одређивање у зависности од постојећег стања и активности у реалном окружењу, са једне стране, и врсте и природе самог нуклеарног објекта, са друге.

### **Закључци и препоруке за планирање локације одлагалишта радиоактивног отпада за територију Републике Србије**

Кроз спроведено истраживање и презентацију резултата у овом раду аутори су покушали да дају допринос иницирању и решавању проблема трајног одлагања радиоактивног отпада у Србији. На основу досадашњих истраживања и сазнања о техничким и радијационим својствима ускладиштеног радиоактивног отпада у Винчи, као и предлога концепта јединственог одлагалишта, стиче се утисак да је тренутак да се приступи системском истраживању и одређивању локације одлагалишта радиоактивног отпада. Томе иде у прилог и чињеница да је у току израда новог Просторног плана Републике Србије од 2021. до 2035. године, што решавање проблема одлагања радиоактивног отпада доводи у просторни контекст и пружа шансу за правовремено усмеравање даљих истраживања и доношење неопходних одлука.

Просторне анализе и обрада података, уз коришћење географских информационих система, последњих година представљају уобичајени методолошки поступак у планирању просторног развоја (Krunić, Gajić, 2016; Josimović et al., 2016; Krunić et al., 2015; Krunić et al., 2014). Међутим, такав поступак у Србији до сада није примењен на оне

податке који су од значаја и директно утичу на могућност одређивања зона и локација одлагалишта радиоактивног отпада. Због тога је представљено истраживање имало за циљ да прво систематизује опште просторне условљености и критеријуме за избор локације одлагалишта радиоактивног отпада и да такве податке касније прикупи и обради за територију Србије. Посебан допринос истраживања јесте што је оно обављено истовремено са израдом Просторног плана Републике Србије, што је омогућило коришћење новоприкупљених података током 2020. године. Поред тога, сагледана је и нова категорија планских ограничења, која додатно и на знатним површинама онемогућавају лоцирање одлагалишта радиоактивног отпада.

Резултати истраживања који указују да је 78% површине Србије, због једног или више ограничења, неповољно за лоцирање одлагалишта радиоактивног отпада имају велики апликативан значај. Тиме се на одговарајући начин научна и стручна пажња може усмерити на оне зоне у којима нису препознати ограничавајући фактори и које треба да буду предмет даљих детаљнијих истраживања. Поред тога, уз претходна сазнања о проблемима на локацији Нуклеарног комплекса „Винча” (Stefanović et al., 2017), ово истраживање је дало повратни допринос изради Просторног плана Републике Србије (Josimović, Krupić, 2009), на начин да је мерама имплементације плана предвиђена приоритетна израда Просторног плана подручја посебне намене локације „Винча” и израда Студије одређивања локације одлагалишта радиоактивног отпада у Србији.

За даље фазе истраживања проблематике одлагалишта радиоактивног отпада у Србији треба имати у виду и ограничења спроведеног истраживања, и то по питању два битна аспекта (Радна верзија Нацрта ППРС 2021–2035; Stefanović et al., 2021). Први се односи на опште просторне условљености коришћене у овом раду, које су општег типа, и односе се генерално на нуклеарне објекте у најширем смислу. Као таква су условила строжија ограничења, која у наредном периоду могу бити преиспитана и ублажена у зависности од природе и техничких карактеристика објекта одлагалишта радиоактивног отпада. Други аспект се односи на расположивост и природу коришћених података у просторној анализи. За даља истраживања би било неопходно прибавити недостајуће податке и иновирати оне који нису у употребљивом дигиталном формату.

Истраживање представљено у овом раду је иницијалног и научног карактера. Почетак решавања питања трајног одлагања радио-



активног отпада у Србији захтева системски приступ, који у погледу просторног аспекта подразумева најмање две методолошке фазе. Прва фаза је студијска (израда студије), која обухвата макрозонирање простора, уз додатна истраживања и координацију бројних институција, те касније микрозонирање простора, уз детаљне анализе, вишекритеријумско вредновање и одабир локације. Друга фаза је планско-пројектна (израда просторног плана подручја посебне намене), кроз коју се врши провера и потврда локације, дефинисање правила уређења, грађења, коришћења и заштите простора, те каснија израда пројеката будућег одлагалишта радиоактивног отпада. Управо у том правцу је могуће и потребно спроводити даља научна истраживања, како би се дала пуна подршка трајном решавању питања одлагања радиоактивног отпада, а тиме и адекватном третману и примени просторно-еколошког аспекта безбедности нуклеарних објеката у Србији.

## ЛИТЕРАТУРА

- Arsenović, M., Antić D., Maršićanin, B. (1989). *Studija o izboru lokacije ciklotronskog kompleksa u Vinči*. Institut „Boris Kidrič”, Beograd.
- Bell, W. C., Dallas, C. E. (2007). Vulnerability of populations and the urban health care systems to nuclear weapon attack—examples from four American cities. *International Journal of Health Geographics*, 6(1), 1: 5–38.
- Cascini, L., Bonnard, C., Corominas, J., Jibson, R., Montero-Olarte, J. (2005). Landslide hazard and risk zoning for urban planning and development. In: Hungr O., Fell R., Couture R., Eberhardt E. (ed.). *Landslide Risk Management*. Taylor and Francis, London, 199–235.
- Chicken J. C. (2016). *Nuclear Power Hazard Control Policy*. Elsevier, Amsterdam.
- Ercoskun O. Y. (2011). *Green and Ecological Technologies for Urban Planning: Creating Smart Cities*. IGI Global, Hershey, PA.
- Garvey G. (1977). *Nuclear power and social planning: the city of the second Sun*. Lexington Books, Lanham, MD.
- Генерални урбанистички план Београда, „Службени лист града Београда”, 11/2016.
- Greenberg, M. R., Krueckeberg, D. A., Kaltman, M., Metz, W., & Wilhelm, C. (1986). Local planning v. national policy: urban growth near nuclear power stations in the United States. *Town Planning Review*, 57(3), 225.
- Han, K. W., Heinonen, J., Bonne, A. (1997). *Radioactive waste disposal: Global experience and challenges*. IAEA Bulletin, Vol. 39 (1), p. 33.
- Hatheway, A. W., McClure, C. R. (1979). *Geology in the Sitting of Nuclear Power Plants*. Geological Society of America, Boulder, CO, 75–111.

- Josimović B., Krunic N., Nenković Riznić, M. (2016). *The impact of airport noise as part of a Strategic Environmental Assessment, Case Study: The Tivat (Montenegro) Airport expansion plan*. Transportation Research Part D (2016), 271–279. DOI information: 10.1016/j.trd.2016.10.005.
- Josimović, B., Krunic, N. (2009). Implementation of GIS in selection of locations for regional landfill in the Kolubara Region. *Spatium International Review*, No. 17/18, IAUS, 72–78.
- Krunic N., Gajić A. (2016). Recent trends in population dynamics and land cover changes in metropolitan areas. In: Vujošević, M., Zeković, S. (2016). *Forms of Urban Growth in Southeast Europe: Transitioning towards Urban Resilience and Sustainability*. Vol. 2. Varna: Varna Free University & Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia. ISBN 978-954-305-429-9, pp. 65–92.
- Krunic, N., Maksin, M., Milijic, S., Bakić, O., Đurđević, J. (2014). Population Dynamics and Land Cover Changes of Urban Areas. *Spatium International Review*, No. 31, 22–29, ISSN 1450-569X, ISSN 2217-8066 (Online).
- Krunic, N., Milijic, S., Đurđević, J., Bakić, O., Krstić, V. (2015). *Dasymetric mapping of flood impact to the population in Serbia*. 9th World Congress of EWRA “Water Resources Management in a Changing World: Challenges and Opportunities”. Istanbul, Turkey, June 10th–13th, 2015. ISBN 978-975-441-442-4.
- Mataušek M., Spasojević D. (1995). Jugoslovenski nuklearni program u novonastalim okolnostima. *Nuklearna tehnologija*, broj 2, Beograd.
- Nuclear Safety Glossary: Revision* (2016). IAEA, Vienna; <http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/iaea-safety-glossary-rev2016.pdf>
- Одлука о изради Просторног плана Републике Србије од 2021. до 2035. године. „Службени гласник Републике Србије”, број 48/19.
- Platt R. H. (1999). *Disasters and Democracy: The Politics Of Extreme Natural Events*. Island Press, Washington DC.
- Plečaš, I., Pavlović, S., Rajčević, M., Nešković, N. (2017). *Radioaktivni otpad u Srbiji: kako i gde sa njim*. Srpska podružnica Rimskog kluba, Beograd.
- Правилник о условима за добијање лиценце за обављање нуклеарне активности. „Службени гласник Републике Србије”, бр. 37/2011.
- Просторни план дела градске општине Гроцка. „Службени лист града Београда”, 54/12.
- Radioactive Waste Management Glossary* (2003). IAEA, Vienna, Austria.
- Радна верзија Нацрта Просторног плана Републике Србије од 2021. до 2035. године, Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре, септембар 2020.
- Регионални просторни план административног подручја града Београда. „Службени лист града Београда”, бр. 10/04, 38/11.
- Riddell R. (2008). *Sustainable Urban Planning: Tipping the Balance*. Wiley, Hoboken, NJ.
- Schmidt M., Onyango V., Palekhov D. (2011). *Implementing Environmental and Resource Management*. Springer Science & Business Media.
- Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations, Safety Standards, Specific Safety Guide* (2015). SSG-35, IAEA, Vienna, Austria.

- Stefanović D., Arsenović, M., Stefanović N. (1996). *Institut za nuklearne nauke 'Vinča' i Prostorni plan Republike Srbije*. Konferencija ETRAN, Zbornik radova, Sveska 4, Beograd.
- Stefanović N., Krunic N., Danilović Hristić N. (2021). The Spatial and Planning Aspect of Solving the Issue of Radioactive Waste Disposal in the Republic of Serbia. *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 36, No 1, 2021, 38–49; <https://doi.org/10.2298/NTRP210119011S>.
- Stefanović, N., Danilović Hristić, N., Josimović, B. (2017). The Spatial and Urban Planning Concerns Related to Nuclear Facilities Locations – Case Study of the Vinča Institute Location. *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. XXXII, No 1, 2017, 99–108; <http://doi.org/10.2298/NTRP1701099S>, [http://ntrp.vinca.rs/2017\\_1/Stefanovic\\_2017\\_1.pdf](http://ntrp.vinca.rs/2017_1/Stefanovic_2017_1.pdf)
- Technical Considerations in the Design of Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste* (2001). Technical Documents Series, TECDOC-1256, IAEA, Vienna, Austria.
- Закон о планирању и изградњи. „Службени гласник Републике Србије”, бр. 72/09, 81/09-исправка, 64/10-УС, 24/11, 121/12, 42/13-УС, 50/13-УС, 98/13-УС, 132/14, 83/18, 31/19, 37/19-др. закон 9/20.
- Закон о планском систему Републике Србије. „Службени гласник Републике Србије”, број 30/18.
- Закон о просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020. године. „Службени гласник Републике Србије”, број 88/10.
- Закон о просторном плану Републике Србије. „Службени гласник Републике Србије”, број 13/96.
- Закон о радијационој и нуклеарној сигурности и безбедности. „Службени гласник РС”, бр. 95/18 и 10/19.
- Zeigler, D. J., Brunn, S. D., Johnson Jr, J. H. (1981). Evacuation from a nuclear technological disaster. *Geographical review*, 1–16.

## CONSIDERATIONS OF SPATIAL AND ECOLOGICAL ASPECTS OF THE SECURITY OF NUCLEAR FACILITIES IN SERBIA

Dr Nebojša Stefanović, Senior Research Fellow

*Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia, Belgrade*

Dr Nataša Danilović Hristić, Senior Research Fellow

*Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia, Belgrade*

Dr Saša Milijić, Principal Research Fellow

*Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia, Belgrade*

### *Summary*

The aspect of environmental protection and environmental security is significantly represented within spatial planning and is increasingly gaining importance. Environmental safety is part of overall safety and poses an absence of threats of harm and endangerment to the environment and population. Spatial and urban planning should be seen as an integrated and comprehensive process, in which all mutual conditions are considered and conflict situations in the space are addressed. The paper analyzed an example of the existing location of a radioactive waste storage facility at the Vinča complex, located only 12 km from the centre of Belgrade, posing a major security risk. International criteria and conditions for nuclear sites have been systematized and an overview of spatial conditions from the aspect of geological and hydrological conditions, protection of space, population sprawl, settlements and facilities, etc. The initial hypothesis has been proven that the Vinča site and its environment are not suitable for disposal of radioactive waste and that it is necessary to comply with general conditions related to spatial development of nuclear sites and radiation protection. The work provides recommendations for further spatial development and protection on the site Vinča and its immediate surroundings.

**Keywords:** *nuclear facility, radioactive waste, environmental security, spatial planning, location restrictions.*