

МАПИРАЊЕ РАДОНА RADON MAPPING

Срђан Вуковић¹, Данијела Рајић¹, Светлана Пелемић¹

¹Универзитет у Источном Сарајеву, Технолошки факултет Зворник, Република Српска, srdjan.vukovic92@gmail.com

Увод

Сваки тренутак нашег постојања је прожет радиоактивношћу. Радиоактивност је свуда око нас, а и ми сами садржимо одређене радионуклиде.

Људи могу бити озрачени на два начина: екстерно, када радиоактивне супстанце озрачују организам споља и интерно, када се радиоактивне супстанце унесу у организам инхалацијом, те ингестијом, путем хране и воде. На основу истраживања *UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)* процињено је да човек годишње прими дозу зрачења 2,4 mSv која потиче од природних радионуклида.

Истраживања вршена последњих деценија показују да у нормалним условима преко 70% укупне годишње дозе зрачења коју становништво прими потиче од природних извора јонизујућег зрачења, при чему је 40% условљено инхалацијом и ингестијом природног радиоактивног гаса, радона (²²²Rn), односно његових потомака.

Свјетска здравствена организација препоручује да се изврше мјерења концентрација радона где год је то могуће и у зависности од добијених резултата изврше одређене мјере и акције да би се изложеност становништва радиоактивном гасу умањила колико год је то могуће. Управо из тог разлога постоје радонске мапе које прецизно показују концентрације радона на одређеним територијама.

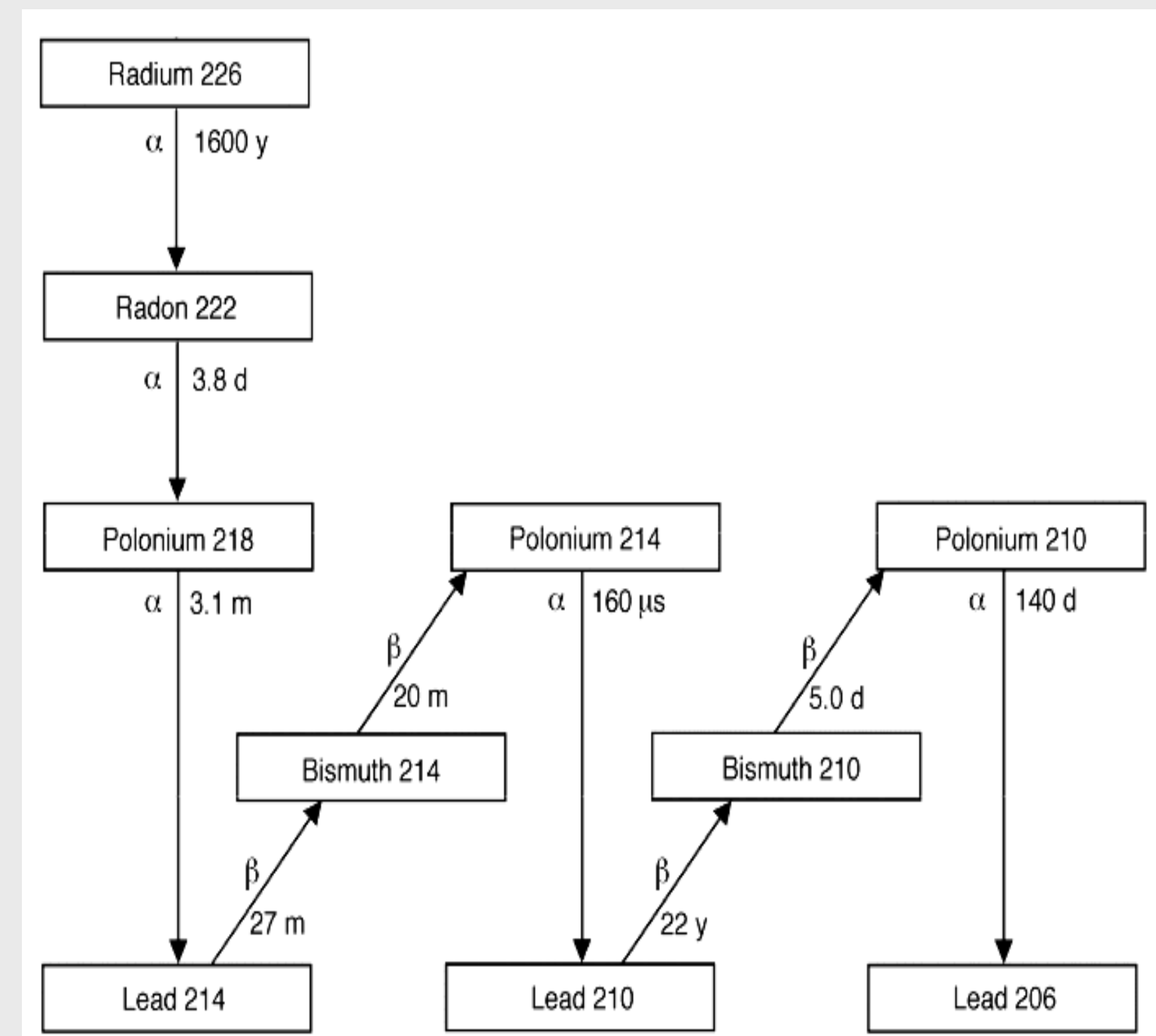


Радон

Радон је инертан испарљив гас без мириса, боје и укуса. Име је добио по радијуму од кога распадам и настаје, открио га је њемачки физичар *Fridrich Dorn* 1898. године, по неким изворима се узима за годину открића и 1900. година. Радон је испарљив и хемијски неактиван. Најтежи је пlemenити гас у периодном систему елемената. С обзиром на то да је гушћи од ваздуха, задржава се најчешће на малој висини, у просторијама где је лоша вентилација, као и у подрумима. Растворљив је у води, где се може наћи као последица распада радијума присутног у околним стijenама и земљишту. Изотопи овог радионуклида настају приликом распада изотопа радијума из уранијумовог, торјумовог низа и актинијумовог низа. Радон има 27 сада познатих изотопа. На слици 1. дата је шема радиоактивног распада ²²⁶Ra, односно ²²²Rn и његових потомака.

Изотоп радона ²²²Rn настаје алфа распадом радијума ²²⁶Ra у уранијумовом низу. Период полураспада овог радионуклида износи $T_{1/2} = 3,824$ дана. Иако постоји више изотопа радона, уобичајено је да се под именом "радон" подразумева радионуклид ²²²Rn.

²²²Rn је алфа емитер. Радон се распада на неколико краткорживећих потомака (полонијум ²¹⁸Po, олово ²¹⁴Pb, бизмут ²¹⁴Bi и полонијум ²¹⁴Po) који су и сами радиоактивни. При трансформацији, језгра емитирују одговарајуће јонизујуће зрачење: α честице, β честице или γ зраке, или комбинације честица и зрака. Алфа распадом, радон ²²²Rn се распада на полонијум ²¹⁸Po. Енергија емитоване α честице износи 5,49 MeV.



Слика 1. Шема радиоактивног распада ²²⁶Ra, потомци ²²²Rn

Табела 1. Поређење мјерних техника

Резултати поређења уз коришћење калибрације за статичну атмосферу				
Локација детектора	Период постављања	A _m (Угљени канистери) [Bq/m ³]	A _m (Траг детектори) [Bq/m ³]	
K2	25.09.2015.-26.04.2016.	262±29	228±27	
K5	25.09.2015.-26.04.2016.	167±18	145±17	
K2	31.03.2015.-26.04.2015.	255±28	232±28	
K5	31.03.2015.-26.04.2015.	165±18	144±17	
Резултати поређења уз коришћење калибрације за покретну атмосферу				
Локација детектора	Период постављања	A _m (Угљени канистери) [Bq/m ³]	A _m (Траг детектори) [Bq/m ³]	
K2	25.09.2015.-26.04.2016.	209±23	228±27	
K5	25.09.2015.-26.04.2016.	132±15	145±17	
K2	31.03.2015.-26.04.2015.	201±22	232±28	
K5	31.03.2015.-26.04.2015.	130±14	144±17	

CONTACT

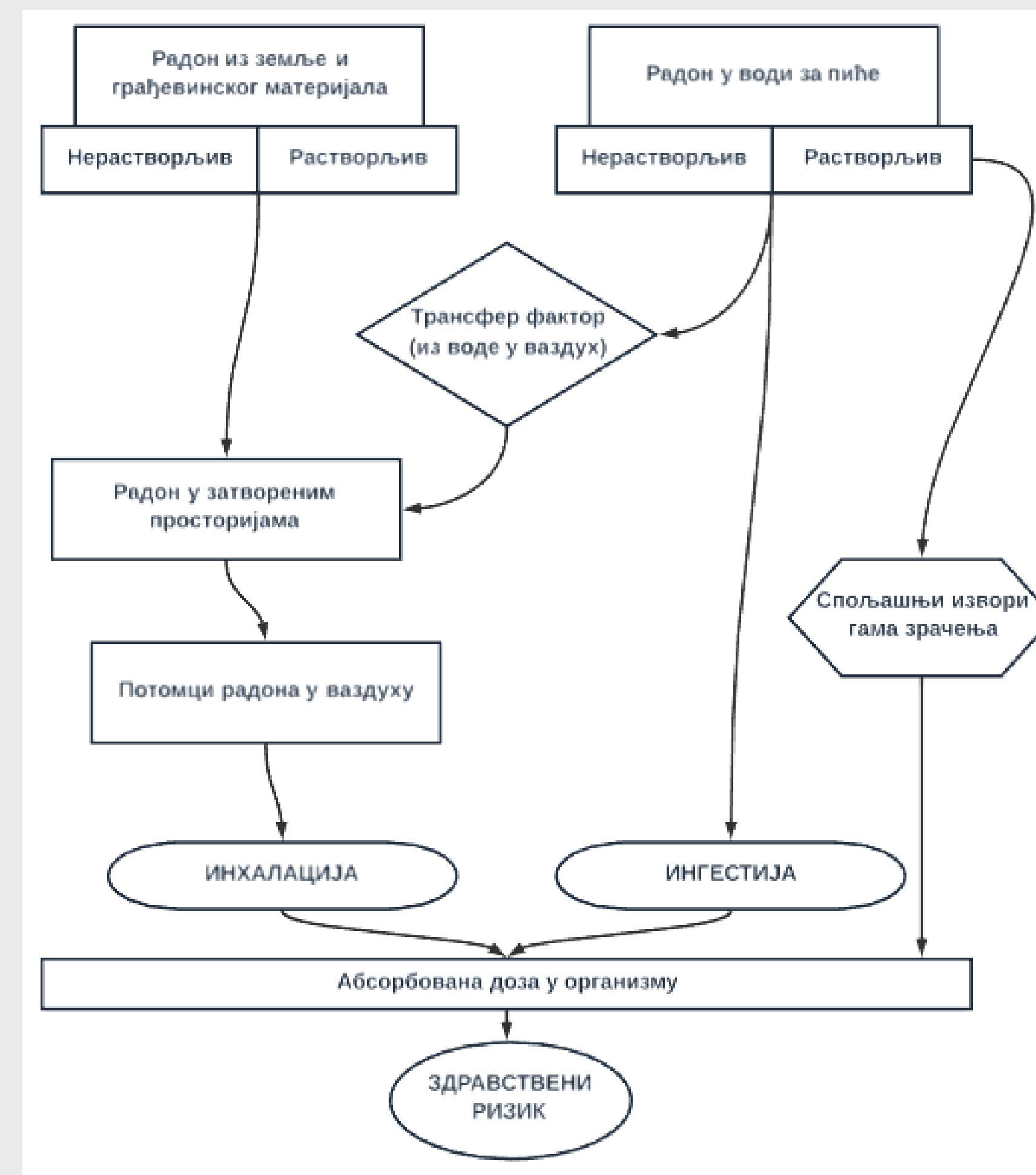
- ❖ Срђан Вуковић
- ❖ Универзитет у Источном Сарајеву, Технолошки факултет Зворник, Република Српска
- ❖ srdjan.vukovic92@gmail.com

Здравствени аспект

Радиоактивна контаминација је данас један од најзначајних фактора који утичу на животну средину и здравље људи. Сматра се да су радон и његови производи распадања други узрок рака плућа након конзумирања дувана. Према Свјетској здравственој организацији епидемиолошке студије пружиле су увјерљиве доказе о повезаности изложености радону у затвореном простору и развоју рака плућа.

Сматра се да су главне мете за развој рака плућа, мале хелије нпр. сегменти бронхија и да су самим тим плућа најугроженији орган људског тијела усљед инхалације радона. Инхалација радонових потомака може довести до њихове нехомогене депозиције на зидовима респираторног тракта човека и озрачивања бронхијалног епитела што додатно повећава ризик од рака плућа.

Међу здравственим ризицима од стране Свјетске здравствене организације посебан акценат се ставља на изложеност становништва радону који доспјева у организам путем воде за пиће. Референтна граница активности радона у води износи 100 Bq l⁻¹, према Европским стандардима.



Слика 2. Распрострањеност радона, кретање и утицај на организам

Мапирање

Израда карти и атласа природне радиоактивности је у складу са препорукама међународних организација (*IAEA, WHO, FAO*) које велики акценат стављају на природну радиоактивност и њен велики допринос дози коју прими становништво од радиоактивног зрачења. Поред радиоактивности земљишта прати се и садржај радона у животним просторима и у пићајој води која са собом из земље носи повећану концентрацију радона.

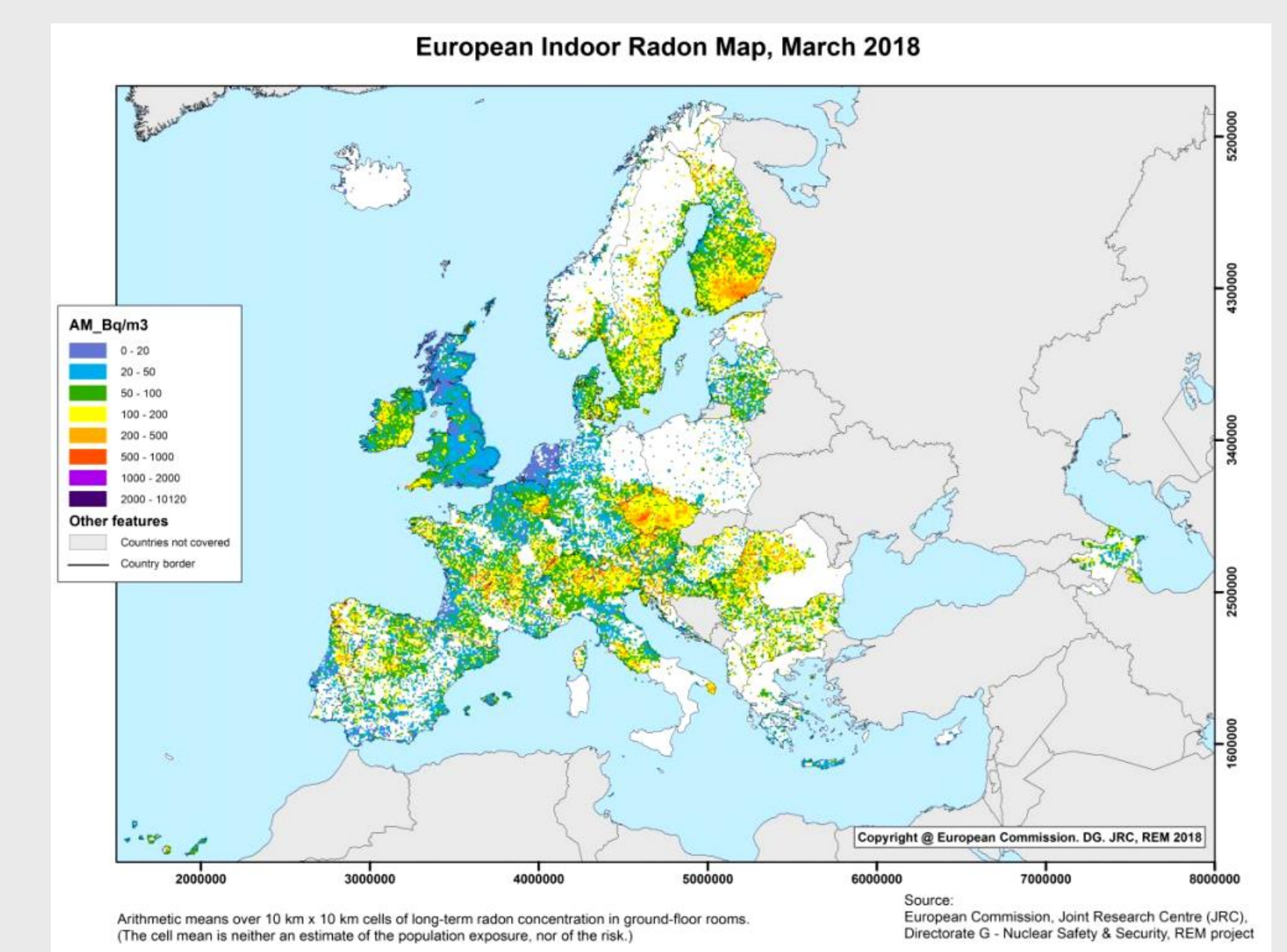
Присуство радона у затвореним просторијама највише утиче на дозу коју прими становништво од природних извора зрачења. Како би ограничили излагања и смањили ризик од обољевања становништва, већина држава у Европи уводи разне регулативе како би идентификовала и означила радону склона подручја у држави.

Радону склона подручја дефинишу се као географски или административни региони у којима је идентификовано да постоји већи број кућа у којима је измјерена концентрација радона која је значајно виша од националног референтног нивоа.

Обједињавање резултата и метода досадашњих истраживања радону склоних подручја дошло се до закључка да не постоје двије исте методологије којима неке државе врше мјерења и мапирања. Мапе које су постојале нису биле компатибилне међу државама. Вођени тиме, 2006. године *Joint Research Center (JRC)* покрене програм на европском нивоу у циљу израде Европског атласа природне радиоактивности који ће првобитно имати за задатак мапирање *indoor* радона и израду Европске *Indoor* Радонске Мапе.

Основни параметар био је поставити гридове величине 10×10 km и у њих учртавати средње вриједности за средње годишње концентрације радона измјереног у затвореним просторијама на приземном нивоу.

Препоручени су стандарди за мјерење концентрације радона који подразумевају барем 3 - 5 мјерења унутар грида 10×10 km техником траг детектора. За сваки грид се рачуна аритметичка средина и стандардна девијација и тек вриједности се преносе програмским софтвером у мапу. Верзија мапе која приказује средње вриједности концентрације радона у приземљу затворених просторија по гридовима приказана је на слици.



Слика 3. Радонска мапа

Закључак

У Европи је у току пројекат мапирања геогенског радонског потенцијала (ГРП), као дијела европског атласа природног зрачења чију израду координира истраживачки центар европске комисије (*Joint Research Centre – JRC EC*).

Проблематици радона се у Босни и Херцеговини, а и у земљама региона до сада није прилазило на систематски и организовани начин. Тренутно се тематски радом бави више истраживачких група и институција. То представља добру основу да се све те активности обједине у националне програме и да се дефинишу стратешки циљеви и акциони планови. У основи сваког националног програма радона јесте добијање мапе радонског ризика. Велики број међународних пројеката са том темом показује колики значај има мапирање радона.

Да би се реализовао пројекат „Мапирање радона и унапређење националног система заштите од радона“ потребно је бити опремљен за мјерења концентрација радона у свим сегментима животне средине (ваздух, вода, земљиште, еманациона мјерења), као и за мјерење концентрације потомака распада радона.

Такође потребно је развијати мјерне технике које би омогућиле да се кратким мјерењем радона, у трајању од мјесец дана, а узимајући у обзир сезонске варијације и друге факторе које утичу на ниво радона, довољно поуздано процијени средња годишња концентрација активности радона у узоркованој локацији.

Основни циљеви пројекта мапирања радона:

- мапирање радона у становима/кућама
- унапређење знања становништва о радону и о ризику који он доноси по здравље;
- јачање институционалних и кадровских капацитета из области заштите од радона
- припрема стручне основе за израду националног Програма заштите од радона с Акционим планом.

Док би стратешки дугорочни циљ био: Смањење ефективне дозе, односно мјере радиолошке оптерећености становништва која је последица удисања гаса радона и уношења истог ингестијом воде за пиће која је оптерећена радном, примјеном одговарајућих превентивних и ремедијационих мјера.

Референце

- [1] Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC), *Radon and Health*, INFO-0813, Ottawa, Ontario, Canada, 2011.
- [2] Vladimir Udovičić, NACIONALNI PROGRAM ZA RADON, REGULATIVA I STRATEGIJA, XXVII Simpozijum Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, Vrnjačka Banja (2013) 134–138.
- [3] World Health Organization, *Guidelines for Drinking-Water Quality*, (WHO), Third Edition, Vol. 1, Geneva. (2008), 198-207.
- [4] J. D. Appleton, *Radon in air and water, Essentials of Medical Geology: Impacts of the Natural Environment on Public Health*. Selinus, O. (ed). Elsevier Amsterdam, (2005) 227–262.
- [5] WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. (2009), www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/index1.html
- [6] Forkapić, S., Bikit, I., Slivka, J., Čonkić, L., Vesković, M., Todorović, N., Varga, E., Mrdda, D., Hulber, E., 2007. Indoor radon in rural dwellings of the South-Pannonian region. *Radiat. Prot. Dosimetry*. <https://doi.org/10.1093/rpd/nc1156>
- [7] Udovičić, V., Maletić, D., Savković, M.E., Pantelić, G., Ujić, P., Čeliković, I., Forkapić, S., Nikezić, D., Marković, V.M., Arsić, V., Ilić, J., 2016. First steps towards national radon action plan in Serbia. *Nukleonika*. <https://doi.org/10.1515/nuka-2016-0060>