



Национален център по радиобиология и радиационна защита
Министерство на здравеопазването



Резултати от измервания на работни места.



Проф. Кремена Иванова

2025

*Специализирани
болници по
рехабилитация*

СЪДЪРЖАНИЕ

Училища

*Туристически
пещери в
България*

Други работни места

*Детски гради и
ясли*



Ч а с т 1

Специализирани болници по рехабилитация

Проучване по Национален план Радон





Общи данни за проучването



Обекти и период

През периода 2019 г. - 2020 г.

13 филиала, които са разположени в 24 сгради на територията на следните населени места:

с. Баните, област Смолян; гр. Баня; с. Баня, община Карлово; гр. Велинград; гр. Вършец; гр. Кюстендил; гр. Момин проход; с. Нареченски бани, община Асеновград; с. Овча могила, община Свищов; гр. Павел баня; гр. Поморие; гр. Сандански и гр. Хисаря.

Измервания

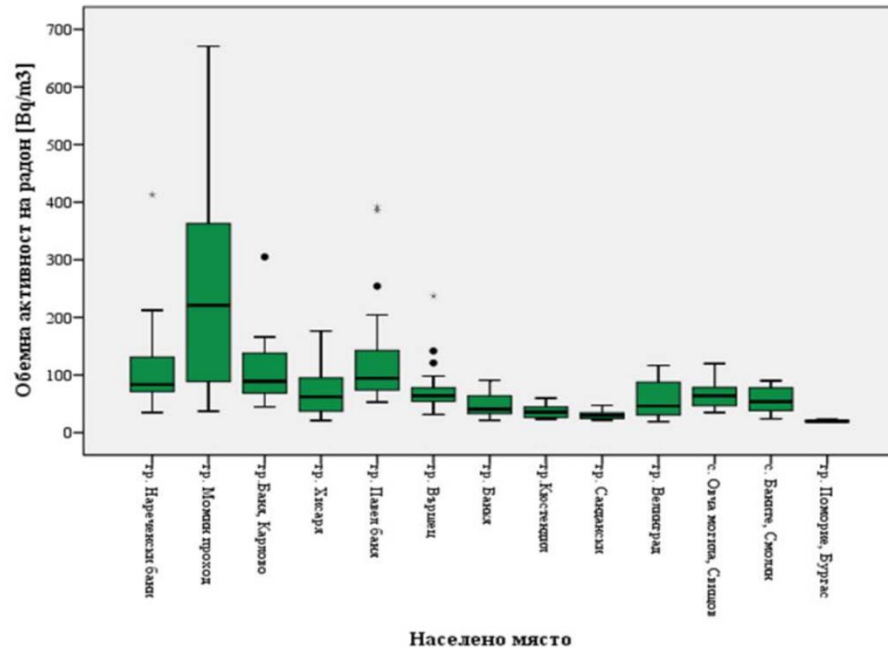
- ✓ Обемна активност на радона с пасивни и директни измервания
- ✓ Мощност на дозата гама лъчение
- ✓ Минерална вода – от извора и баните

Резултати

Брой на измерванията в помещения	404
Средна аритметична стойност (AM), Bq/m³	102
Стандартно отклонение Bq/m³	195
Медиана, Bq/m³	62
Минимална стойност, Bq/m³	18
Максимална стойност, Bq/m³	2550
CV, %	191
Средно геометрична стойност (GM), Bq/m³	72
Стандартно геометрично отклонение	2.21

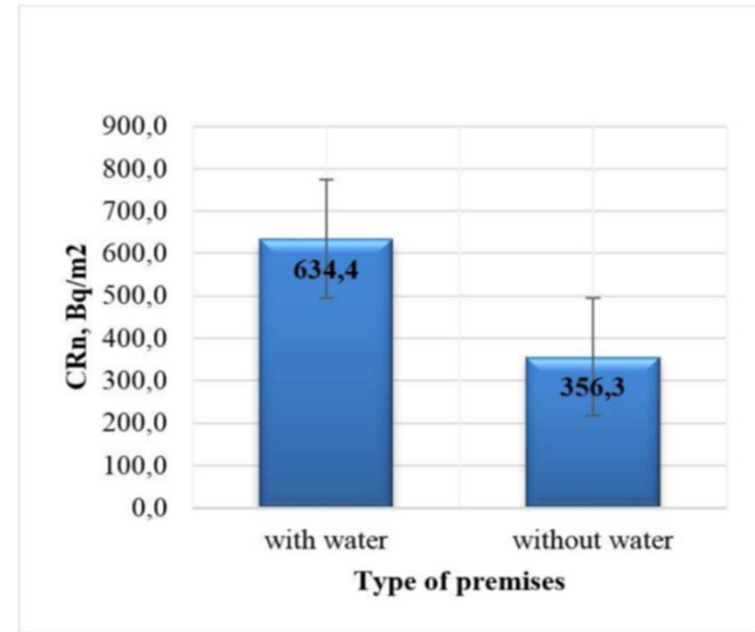
- Общите загуби на детектори и резултати под минимално-измеряемата активност са 20 %, но в три поделения на СБР-НК тези загуби са над 40%.

Резултати и анализ



В два филиала на СБР-НК (Момин проход и Нареченски бани) средните стойности на ОАР в приземните етажи (сутерените) са над националното референтно ниво.

Извод: Минералната вода влияе върху измерените стойности на ОАР и в процедурните помещения следва да се прилагат мерки за намаляване на нивата на радон (например добра вентилация).



Установената средна аритметична стойност в процедурните помещения надхвърля тази от помещенията без водни процедури ($MW, p < 0.001$).

Резултати от анализа на вода

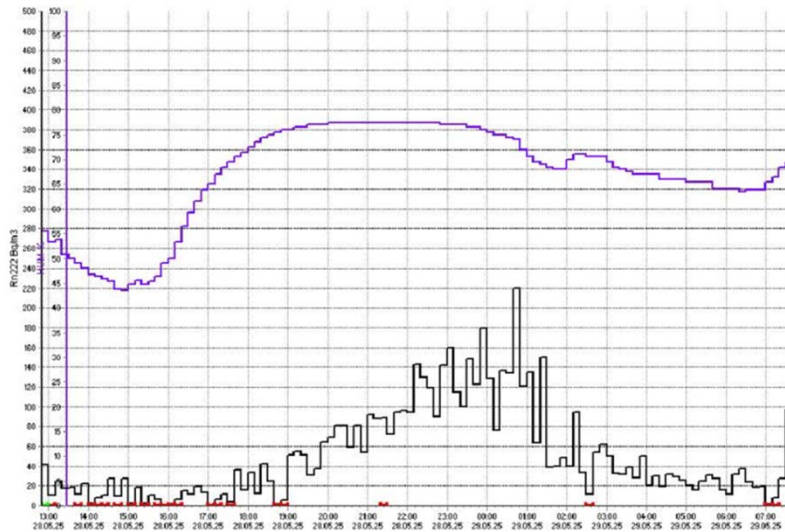
	CRn – в извора	CRn – от ваните	CRn във въздух
CRn – в извора	1	0.794	0.571
CRn – от ваните		1	0.806
CRn във въздух			1

Анализът доказва, връзката на нивата на радон във въздуха с тези във водата, което потвърждава необходимостта от провеждане на контрол на работни места в СПА центрове, когато концентрацията на радон във водата е по-висока.

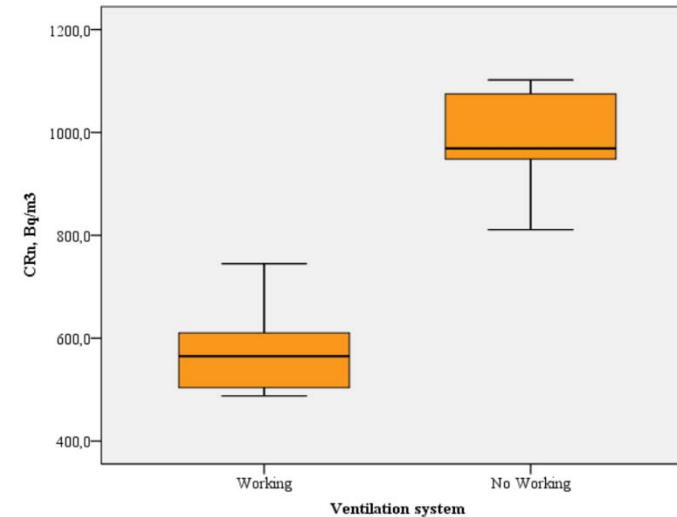


Най-високата концентрация на радон във водата е каптаж № 6 "Бански извор", с. Нареченски бани. Минералният извор е каптиран в чешма в парка, около нея е направена стъклена постройка с пейки вътре. В постройката е поставен детектор за определяне на ОАР, като в нея е измерена най-високата стойност ($6081 \pm 1235 \text{ Bq/m}^3$).

Анализ на вентилацията в помещенията



*Директни измервания в сграда във
филиал Овча могила*



През нощта или часовете, когато вентилацията не работи ОАР се увеличава многократно, докато през работните часове тя спада.

Разпределение на средните стойности на обемната активност на радон в зависимост от работеща и неработеща вентилация.

Анализът потвърждава влиянието на вентилационната система и режима на нейната работа върху ОАР в помещенията.

Подобряването на работа на вентилационната система и изграждането на такава или привеждането ѝ в изправност в работните помещения, ще намали нивата на вредния фактор и ще подобри условията на труд в филиалите на СБР-НК.



Изводи

Необходимо е да се повиши вниманието на работодателите и участниците в проучванията, относно точно спазване на указанията и да се засили контрола от страна на работещите. **Загубите на детектори и не отварянето на алуминиевото фолио, компрометират проучванията и допринасят за по-високи финансови разходи.**

Оценената ефективна доза от радон за работещите СБР-НК, не надвишава 6 mSv с изключение на работещите във филиал „Момин проход“.

За намаляване на ОАР, съответно облъчването на персонала във филиал Момин проход е необходимо вентилационната система да се поправи и да функционира по време на работните часове.



Връзката на нивата на радон във въздуха с тези във водата потвърждава необходимостта от провеждане на контрол на работни места в СПА центрове, когато концентрацията на радон във водата е по-висока.

Подробен отчет на интернет страница www.radon.bg



Ч а с т 2

Туристически пещери в България

Проучване по проект на ФНИ





Обща информация



01

Обект на проучване

- ❑ По научен проект по Фонд Научни изследвания през 2019 г. и 2020 г.
- ❑ 11 пещери: Орлова чука, Бисерна, Венеца, Магура, Ухловица, Съева дупка, Снежанка, Дяволско гърло, Ягодинска, Леденика и Бачо Киро

02

Измерване

- ❑ Поставени общо пасивни детектори 317 броя
- ❑ Директни измервания - 50 броя

03

Анализи

- ❑ Оценка на фактори, влияещи на стойностите на радон
- ❑ Сезонни и дневни вариации
- ❑ Оценка на дозите на работещи и население

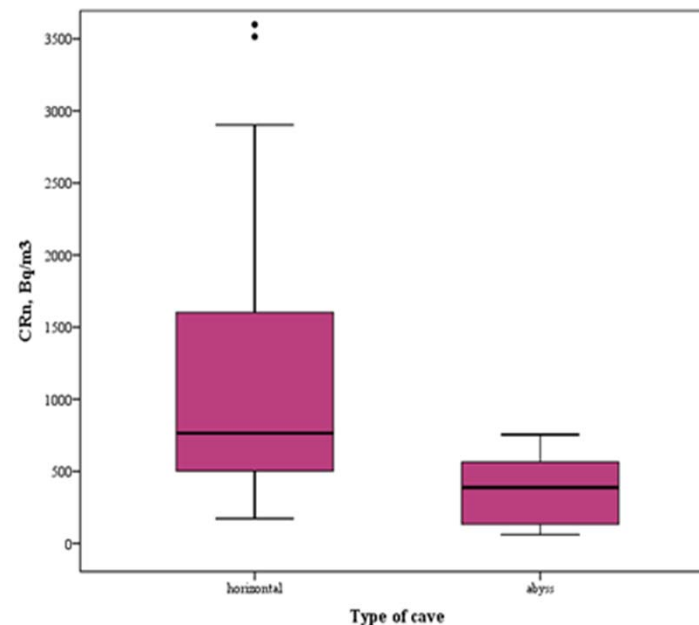
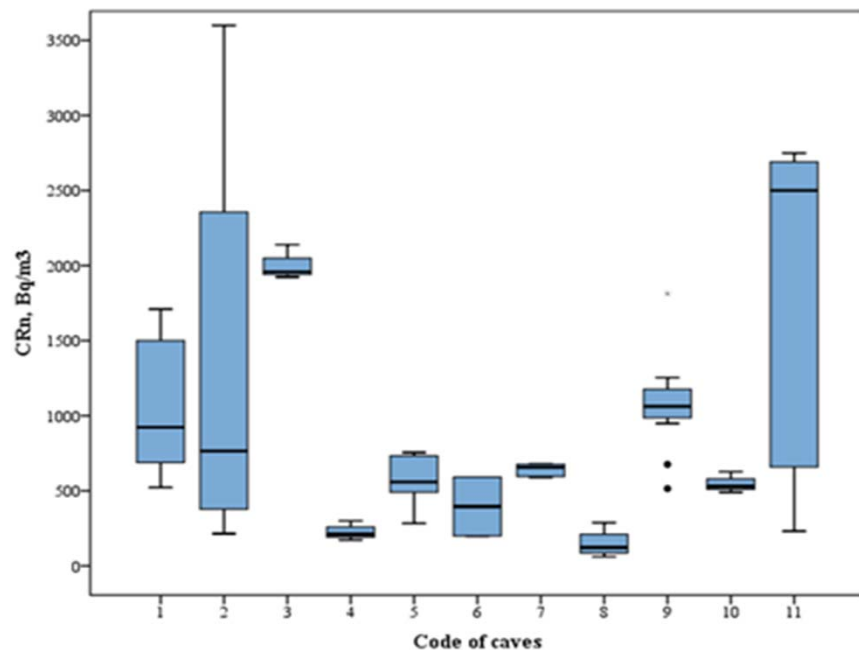
Резултати от пасивните измервания

Статистически параметри	Обемна активност на радон във въздух
Брой измервания	77
Средно аритметична стойност, Вq/m ³	1004
Медиана, Вq/m ³	681
Стандартно отклонение, Вq/m ³	852
Минимална стойност, Вq/m ³	61
Максимална стойност, Вq/m ³	3599
Коефициент на вариация, %	85

Въз основа на проведените изследвания в повечето туристическите пещери (с изключение на Магура и Дяволско гърло) стойностите на обемната активност на радон надвишаваща референтното за страната ниво (300 Вq/m³).

Една от възможните мерки за контрол на облъчването с радон на работниците и посетителите е намаляване на времето, прекарано в пещерите.

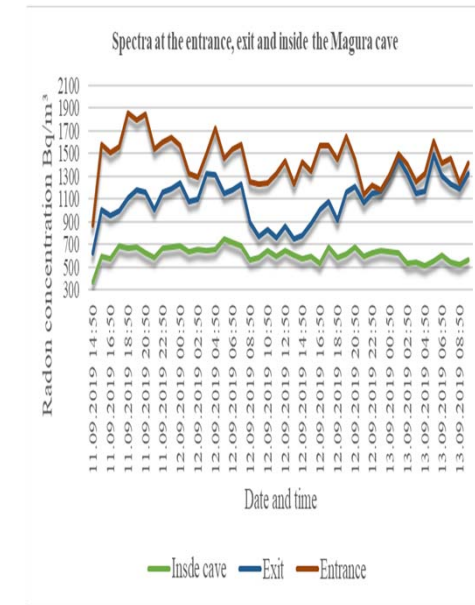
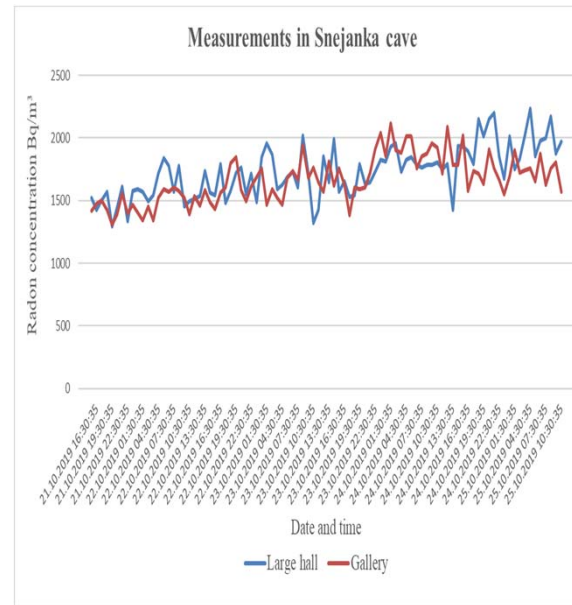
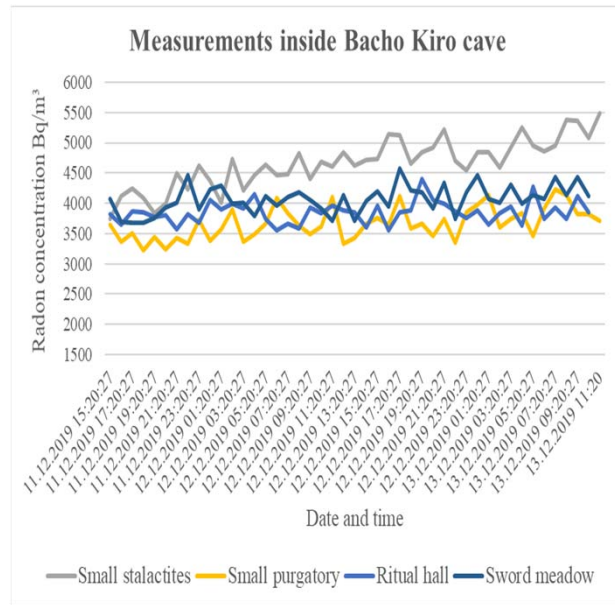
Резултати



Разпределение на средните стойности на ОАР в туристическите пещери (ляво) и вид на пещерата (дясно)

Голямата разлика в стойностите на ОАР вероятно се влияе от различни фактори, като: ориентацията на пещерите спрямо земната повърхност (хоризонтална и пропадна), броя на входовете/изходите и нивата, както и географското разположение.

Дневни вариации



Вариациите зависят от размера на различните пещерни образувания, като зали и галерии, и на обмена на въздух между тях, както и на тяхната дълбочина.

Оценка на дозата

№	Име на пещерата	Продължителност на тур. маршрут [h]	Средно претеглена CRn [Bq/m ³]	Работно време за годината [h/a]	Доза на работещи [mSv/a]	Доза на население [μSv/a]
1	Бачо Киро	1.17	1811	750	20.4	6.07
1	Бачо Киро	0.50	863	750	9.7	2.89
2	Съева дупка	0.50	356	330	4.0	1.19
3	Венеца	0.75	1991	1063	22.4	6.66
4	Магура	1.17	226	1034	2.5	0.76
5	Снежанка	0.58	672	495	7.6	2.25
6	Ухловица	0.75	541	610	6.1	1.81

Изводи



Информиране

- Протоколи от измервания и анализ на дозите са изпратени до пещерите.
- Препоръчани са мерки за радиационна защита
- Информирана е Агенцията за ядрено регулиране за да извършат регистрация.

Пещерите трябва да бъдат в списъка на работни места

- Да се провеждат периодично измервания и оценка на облъчването
- Да се предприемат мерки за РЗ като: намаляване на престоя; смяна на персонала и други.
- Инструкции на персонала и медицински прегледи.



Ч а с т 3

Проучвания в други работни места

Проучване по проект на ФНИ и заявки

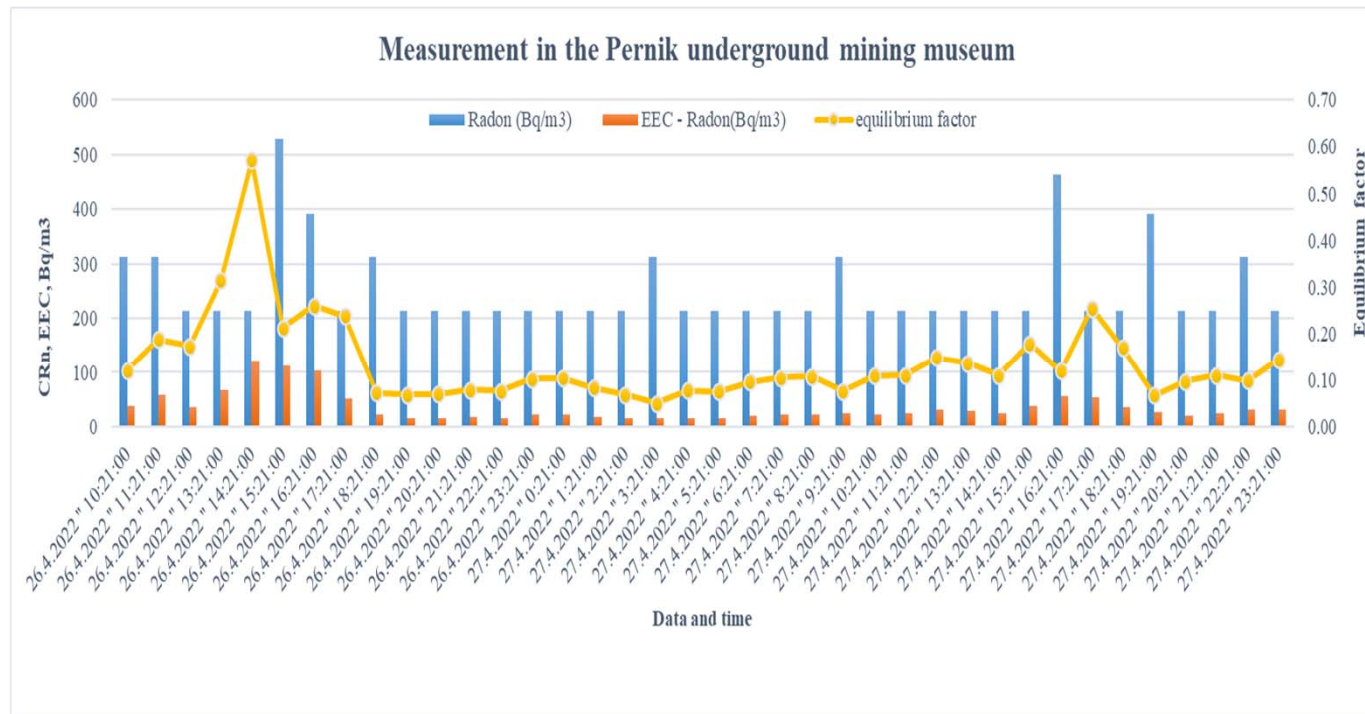


Стара мина, превърната в музей в град Перник

- ❑ Държавната мина „Перник“ е функционирала до 1966 г., когато запасите ѝ се изчерпват тя е затворена, а след около 20 години е превърната в музей през 1986 г.
- ❑ Галериите на старата мина са с дължина 630 метра и помещават около 30 експозиции, които проследяват развитието на минното дело в България.
- ❑ Температурата в галерията е почти еднаква през цялата година и е малко над нулата
- ❑ Лекцията и обиколката в Музея на минното дело продължават около 40 - 60 минути.



Резултати от директни измервания



През работно време, обемната активност на радон се увеличава до около три пъти стойността в подземния музей, поради неработеща вентилационна система.



И з в о д и



Облъчването с високи нива на радон в обществени сгради и на работните места зависи от много фактори: начин на използване на помещенията, строителни характеристики на обектите, продължителност на време на облъчване, вид отоплителни и вентилационни системи.



Трябва се извършва подробното изследване на вентилацията през работното време с непрекъснати директни измервания, когато стойността на обемната активност на радон е около и над референтното ниво.

Съотношението на обемната активност на радон през работното време и целия период на краткосрочно измерване може да определи коефициент.

По този начин оценката на облъчването с радон през работното време ще бъде по-реалистична.



Вариации на обемната активност в подземни обекти, Вq/m³

Работни места	Централа 1	Централа 2	Централа 3
Постоянни	90 - 160	280 – 450	50 - 90
Периодичен престой и извършване на ремонтни дейности	110 - 740	1180 - 2410	60 - 330
Обходни	320 – 101000*	-	-
С изключена и включена вентилация	Няма разлика	630 - 326	75 - 110
Оценена доза:	13 mSv/y		
- При ремонтни дейности	(не е направена корекция на времето)	2.5 – 5.5 mSv/y	0.7 – 0.9 mSv/y
- Нормална експлоатация		6 – 12 mSv/y	2.4 mSv/y

* - стойността е измерена чрез директни измервания



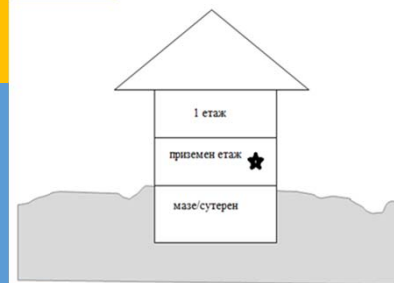
Ч а с т 4

Проучвания в училища

Проучвания по Национален план Радон



Етапи за провеждане на проучванията в детски градини и училища



1

- Събиране на информация от страна на РЗИ и подаване на заявка/писмо
- Подготовка на пакетите от НЦРРЗ



2

- Раздаване на пакетите
- Престой на детекторите в помещенията и попълване на анкетните карти

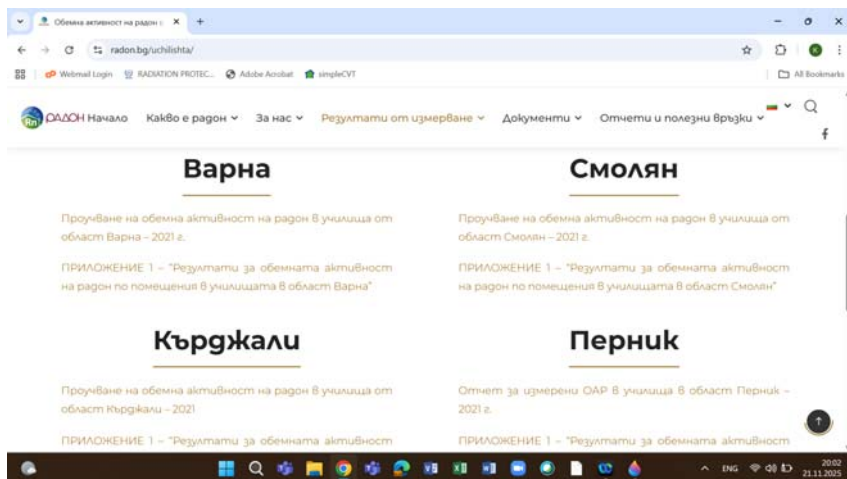


3

- Събиране, обработка и анализ на резултатите
- Издаване на протоколи и предоставяне



Общи данни



Подробни отчети и резултати на интернет страница: www.radon.bg



Обекти

Помещенията на подземния и приземния етаж във всички училища в 4 области.

Период от 2018 г. до 2022 г.

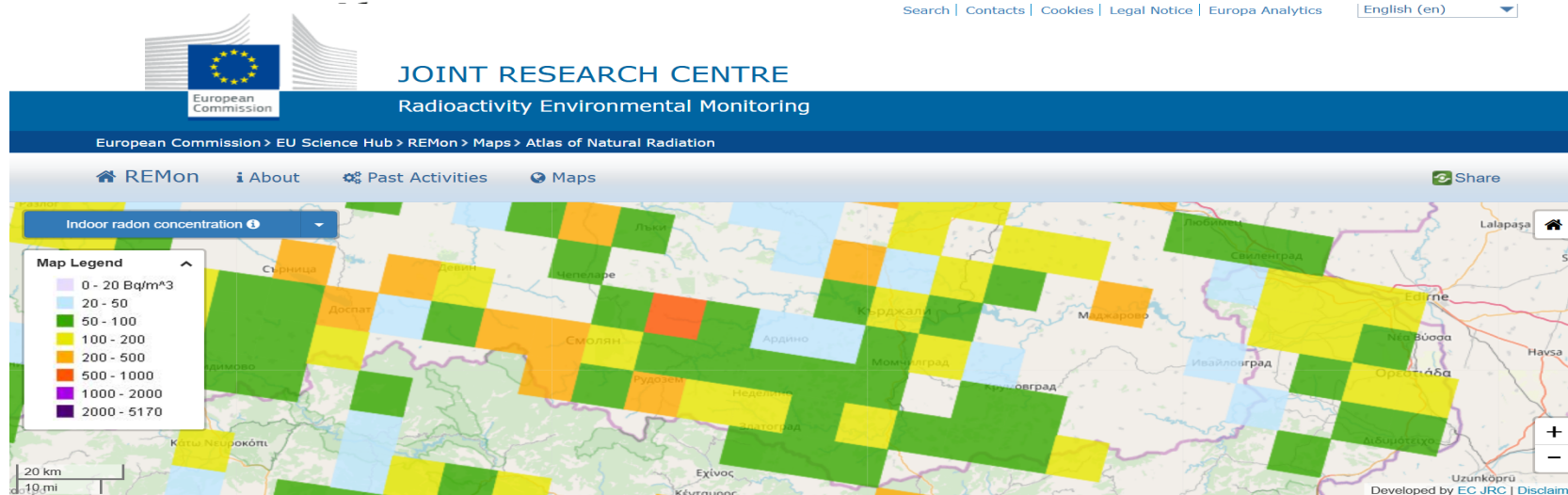
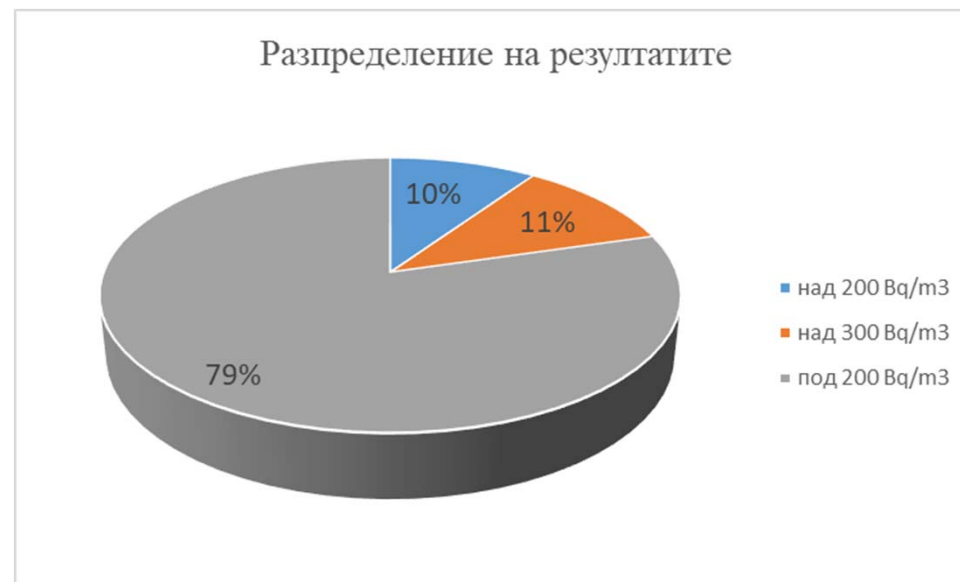
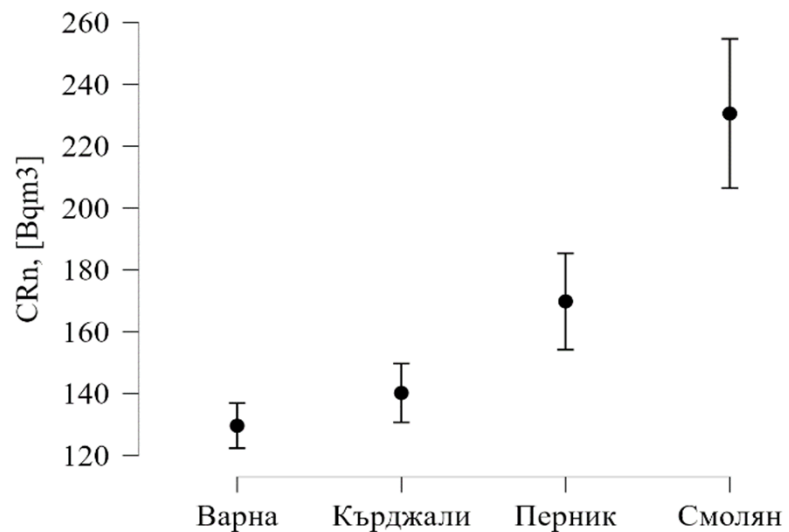
Методи на измерване

- ✓ Пасивни измервания за 4-6 месеца през есенно-зимния период
- ✓ Процентът на загубите варира от 6 до 11 % (Кърджали)
- ✓ Детекторите се разпространяват чрез работни срещи, където се раздават пакети на представители или от инспекторите от РЗИ

Обобщени резултати

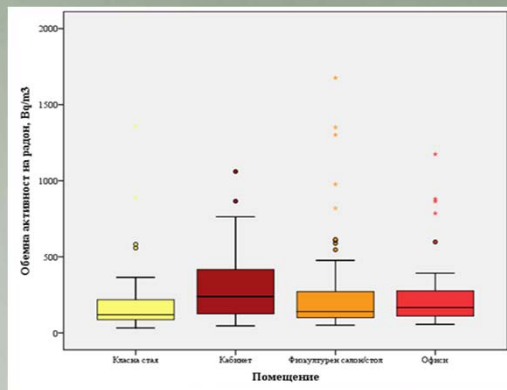
	Варна	Кърджали	Перник	Смолян
Брой помещения	1185	440	462	340
Медиана, [Bq/m ³]	91	110	114	148
AM, [Bq/m ³]	130	140	170	231
SDV, [Bq/m ³]	128	102	171	227
CV, %	99	72	100	98
Минимум, [Bq/m ³]	11	17	15	33
Максимум, [Bq/m ³]	1674	868	1287	1676

Резултати – разпределение на резултатите

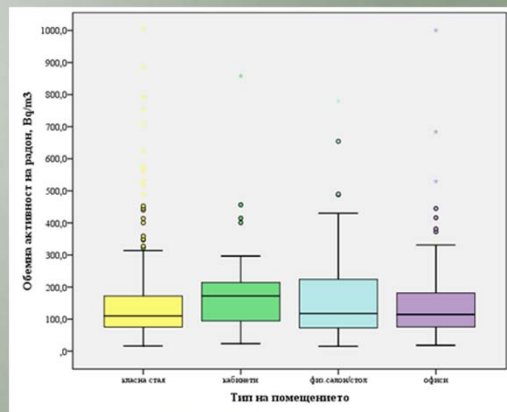


Фактори, влияещи на стойностите на радон

01 Вид на помещенията

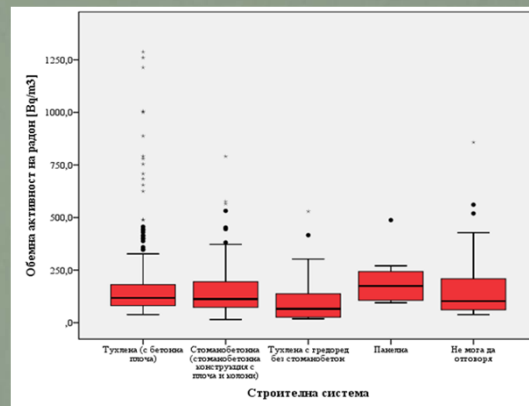


област Смолян



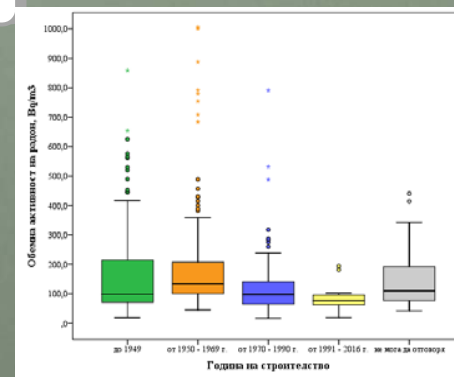
област Перник

02 Строителна система



област Перник

03 Година на строителството



ИЗВОДИ

- *Нивата на обемната активност на радон в сградите зависи от множество фактори, като наличие на радон в почвата/скалите под сградата, условията на въздушното налягане, пропускливостта на повърхностните почвени слоеве, характеристики на сградата и наличие на вентилацията и използването на сградата.*
- *При проектирането на мерките за намаляване на обемната активност на радон в съществуващите сгради трябва да се обърне внимание на всички аспекти, влияещи върху стойностите в сградана.*
- *Разбирането на тези зависимости е важно, за избора и успеха на стратегията за намаляването стойностите, започвайки от концепцията, дизайна и подробностите за изпълнението на проекта.*
- *Правилното изпълнение на мерките енергийна ефективност, в комбинация с мерките за намаляване на ОАР може да подобри съществено качеството на въздуха в сградите.*





Ч а с т 5

Проучвания в Детски гради и ясли

Проучване по Национален план Радон





Общи данни за проучването



Обекти и период

Помещенията на подземния и приземния етаж във всички училища в 15 области.

Период от 2013 г. до 2025 г.

Измервания и раздаване

- ✓ Пасивни измервания за 4-6 месеца през есенно-зимния период
- ✓ Процентът на загубите варира в широки граници
- ✓ Детекторите се разпростаряват чрез работни срещи, където се раздават пакети на представители или от инспекторите от РЗИ

ОБОБЩЕНИ РЕЗУЛТАТИ

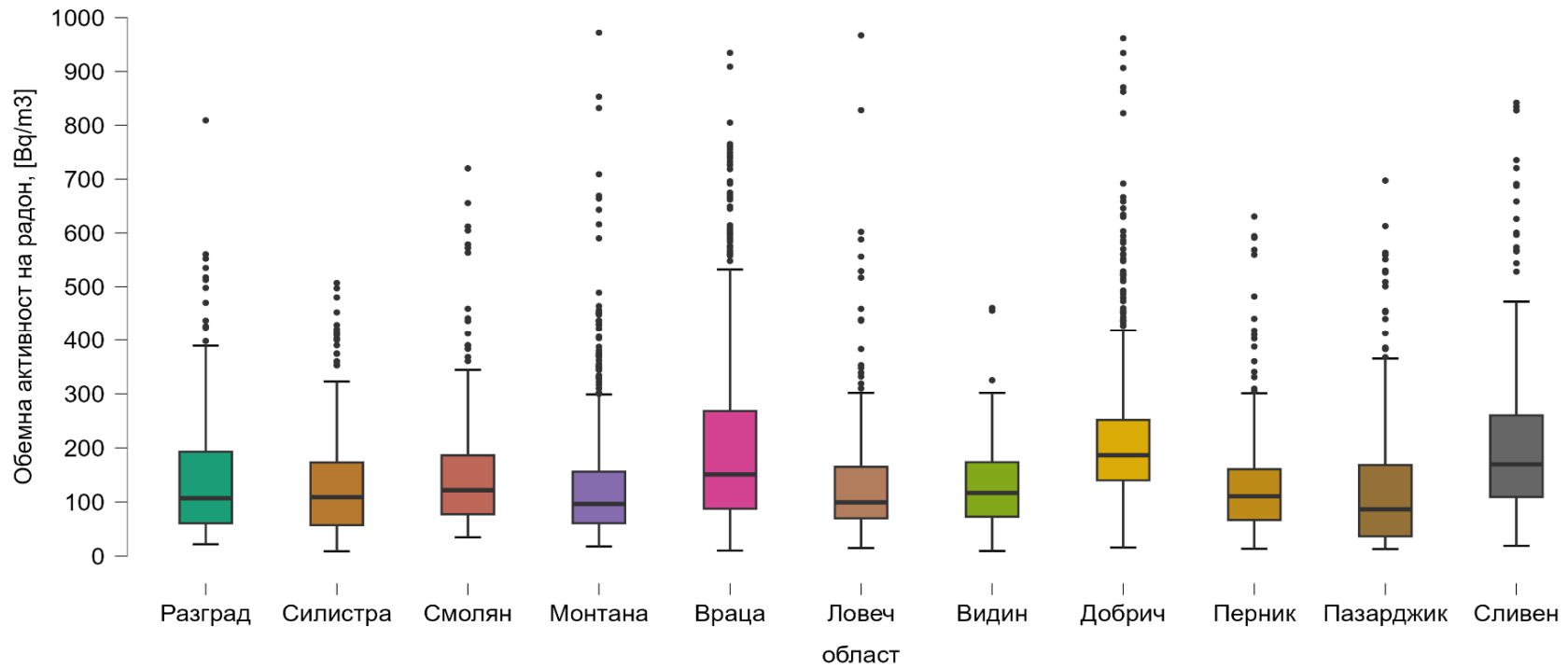
за ОАР в сгради на всички детски градини и ясли в 11 области

- Силистра, Разград и Смолян – 2015 г.
- Монтана, Враца и Ловеч – 2019 г.
- Видин, Добрич и Перник – 2020 – 2021 г.
- Пазарджик и Сливен – 2023 г.

Брой измервания	4248
Медиана, Вq/m ³	138.8
Средно Аритметично, Вq/m ³	175.2
Стандартно отклонение, Вq/m ³	153.0
Средно геометрично, Вq/m ³	128.8
Стандартно геометрично отклонение, Вq/m ³	2.2
Коефициент на вариация	0.87
Максимална стойност, Вq/m ³	1689.6

- в 570 броя е надвишено нивото от 300 Вq/m³ (13.4%)
- в 167 броя е измерена ОАР над 500 Вq/m³ (4%)

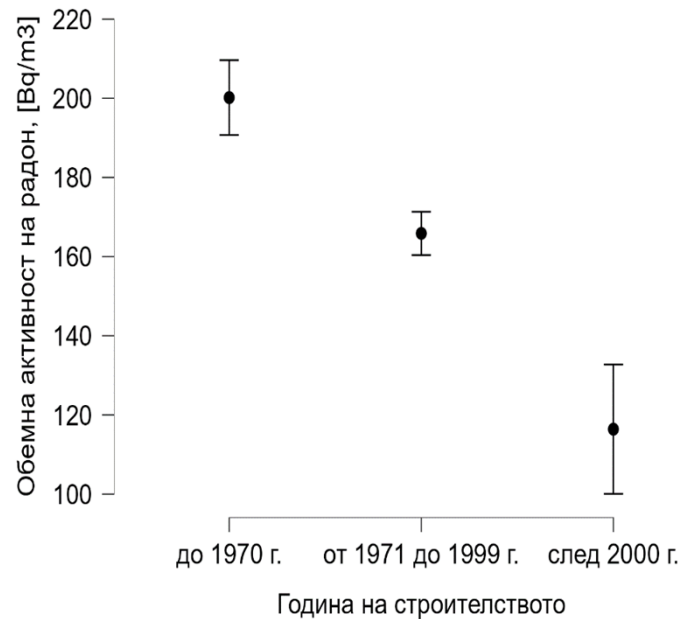
Резултати по области



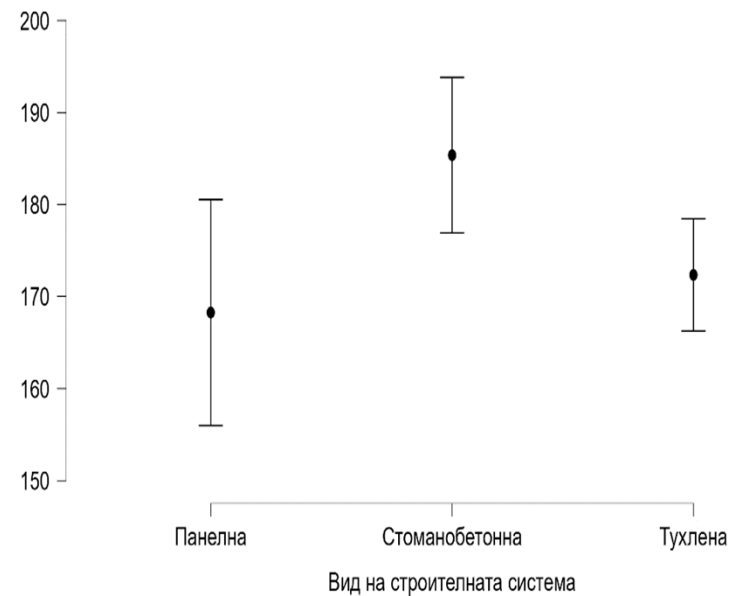
Показва зависимост от георграфското местоположение и климатични условия

Влияние на характеристики на сградата върху стойностите

Година на строителство: най-висока стойност в сградите строени до 1970 г.



Строителната система: най-висока-стоманобетон



РЕЗУЛТАТИ

Оценка на облъчването на деца и персонал

Консервативен сценарий

Приемаме, регламентираното време от 1500 часа без отсъствия през годината

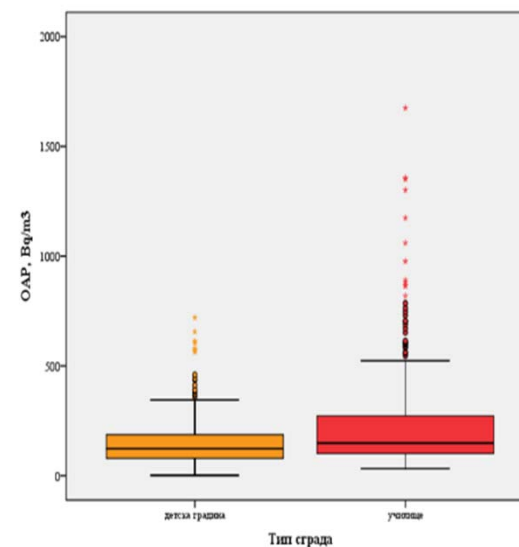
8 работни часа дневно, разпределени: 6 ч. в помещенията и 2 часа на открито

помещения	Оценена доза съгласно публ. 137 на МКРЗ, [mSv/y]				Оценена доза съгласно публ. 138 на МКРЗ, [mSv/y]	
	Да база на средна стойност на ОАР		На база на максимална стойност на ОАР		Да база на средна ст-ст на ОАР	На база на максимална ст-ст на ОАР
	деца	работещи	деца	работещи	деца	деца
занимални	0.55	0.55	5.49	5.49	0.68	6.80
спални	0.57		4.37		0.71	5.41
салони	0.68	0.68	3.56	3.56	0.85	4.42
административни		0.60		5.66		
северен регион	1.86	1.86			2.30	
южен регион	1.58	1.58			1.96	
Общо за детските градини	1.76	1.76			2.18	



Сравнение на резултати за училища и детски градини в област Смолян

	Детски градини	Училища
Брой на измерваните помещения	223	340
Средна аритметична стойност (AM), Bq/m ³	157	231
Стандартно отклонение	121	227
Минимална стойност, Bq/m ³	35	33
Максимална стойност, Bq/m ³	720	1676
CV, %	77	98



Характеристиките на сградата оказват влияние върху стойностите на радон в нея.



Благодаря за вниманието!



Лаборатория за изпитване „Радон“

email: radon@ncrrp.org

<https://www.radon.bg>