



2021 г.

# Проучване на обемна активност на радон в детски градини от област Ловеч

Отчет по дейност 3.3.2 от Национален план за действие за  
намаляване на риска от облъчване от радон

Лаборатория „Съществуващо облъчване и радиационни експертизи“  
НАЦИОНАЛЕН ЦЕНТЪР ПО РАДИОБИОЛОГИЯ И РАДИАЦИОННА  
ЗАЩИТА

## СЪДЪРЖАНИЕ

РЕЗЮМЕ .....	2
1. ВЪВЕДЕНИЕ .....	3
2. МЕТОДОЛОГИЯ НА ПРОУЧВАНЕТО .....	5
2.1. <i>Обект на проучването</i> .....	5
2.2. <i>Географска характеристика на района</i> .....	5
2.3. <i>Административно устройство</i> .....	6
2.4. <i>Проект на проучването</i> .....	6
3. МЕТОДИ НА ИЗМЕРВАНЕ И ОБРАБОТКА .....	10
3.1. <i>Осигуряване на качеството и анализ на резултатите</i> .....	11
4. РЕЗУЛТАТИ .....	13
4.1. <i>Обобщени резултати</i> .....	13
4.2. <i>Обобщение на резултатите по общини</i> .....	14
4.3. <i>Обобщение на данните по етажи и видове помещения, според начина на използване</i> .....	15
4.4. <i>Оценка на влиянието на фактори върху обемната активност на радон в сградата</i> .....	18
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	20
<i>СЪКРАЩЕНИЯ</i> .....	21
ЛИТЕРАТУРА .....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Резултати за обемната активност на радон по помещения в детските градини и ясли .....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Дескриптивна статистика на резултатите за ОАР по детски градини и ясли...	33

## РЕЗЮМЕ

Отчетът представя резултатите от проучване на обемната активност на радон (ОАР) в сгради на детски градини разположени в област Ловеч. Проучването е проведено в изпълнение на дейност 3.3.2 от Национален план за действие за намаляване на риска от облъчване от радон от Районна здравна инспекция (РЗИ) – Ловеч, съвместно с Национален център по радиобиология и радиационна защита (НЦРПЗ). Целта е оценка на обемна активност на радон в обществени сгради – детски градини в област Ловеч. Обследването на нивата на радон на територията на областта стартира през декември 2019 г. и януари 2020 г. и приключи през периода от април до май 2020 г. (в една детска градина периода е от февруари до май 2020 г.). Проучването е проведено, съгласно Процедура за измерване на обемната активност на радон в работни места и Процедура за измерване на обемната активност на радон в обществени сгради. Измерването на обемната активност на радон във всички помещения на детските заведения е извършено с пасивни детектори, които са обработени и анализирани с RADOSYS система. Предоставени са 191 броя основни детектори, 10 броя дублиращи и един нулев, общо 202. В настоящият отчет са разгледани 179 основни резултата на ОАР, 10 броя дублиращи и 1 нулев (транзитен) детектор. Общият процент на загуба на резултати (основни и дублиращи резултати) е 4 %. В обследваните сгради са измерени различни видове помещения: занимални, физкултурни салони, зали за игри; спални; кухни/перални; офиси и складове. Най-много измервани помещения са занималните - 80 броя, следвани от офиси - 46 броя и кухни/перални – 30 броя.

Средната стойност на ОАР в помещенията на изследваните детски градини и ясли на територията на област Ловеч е  $AM=156 \text{ Bq/m}^3$ , а средногеометричната стойност е  $GM=114 \text{ Bq/m}^3$ . Броят на детските градини с помещения, в които обемната активност на радон надвишава националното референтно ниво на средно-годишната обемна активност на радон във въздуха на обществени сгради и работни места, определено в Наредба за радиационна защита (ДВ, бр. 16 от 2018 г.) от  $300 \text{ Bq/m}^3$  са 12 броя или 38% от обследваните 32 детски градини се нуждаят от допълнително проучване и/или мерки за намаляване на обемната активност. Максималната стойност  $1178 \text{ Bq/m}^3$  на обемната активност на радон, измерена в занималня е приблизително 4 пъти над референтното ниво.

***В сградите на детските градини с високи стойности на обемната активност на радон трябва да бъдат извършени коригиращи мерки за редуциране на нивата, с цел намаляване на облъчването на малките деца. Преди предприемането на мерките може да се проведат допълнителни директни измервания за определяне на подходящите коригиращи дейности, както и за анализ на вариациите на ОАР по време на работните часове, с цел по точна оценка на облъчването на персонала и децата.***

Определено е разпределението на обемната активност на радон по общини. Най-високата средно аритметична стойност  $1003 \text{ Bq/m}^3$  и максималната измерена стойност в областта  $1178 \text{ Bq/m}^3$  е установена в община Априлци. Установено е, че разпределението на ОАР в помещенията на детските градини е лог – нормално ( $p > 0.01$ ).

## ВЪВЕДЕНИЕ

Понастоящем множество изследвания са насочени към идентифициране на замърсителите на жизнената среда. Широката общественост все повече се интересува от влиянието на околната среда върху начина на живот и най – вече върху здравето. По отношение на природните замърсители специално внимание се отделя на естествената радиоактивност. Счита се, че съвременният човек прекарва около 80% от времето си в сгради и около 20% на открито (UNSCEAR 2000, 2009; WHO, 2009). В последните години, естественият радиоактивен газ радон е един от най-често изследваните замърсители в помещения. Радонът ( $^{222}\text{Rn}$ ) е естествен, благороден, радиоактивен газ с период на полуразпад от 3.82 дни, с атомен номер 86 в Менделеевата таблица на химичните елементи. Радонът е газ без цвят, мирис и вкус. Той се среща в различна степен във всички скали и почви. Облъчването от радон и неговите продукти на разпад допринася за половината от годишната доза, получена от населението от всички естествени радиоактивни източници (UNSCEAR, 2000, 2009). Световната здравна организация (СЗО) го оценява като втори рисков фактор (след тютюнопушенето), причиняващ рак на белия дроб, а за хора които никога не са пушили, е причинител номер едно на това заболяване (WHO, 2009). Смята се, че между 3% и 14% от всички ракови заболявания на белия дроб в дадена страна са свързани с облъчване от радон. Процентното съотношение варира в различните държави, тъй като зависи от средната за дадената страна обемна активност на радон, както и от разпространението на тютюнопушенето (WHO, 2016). В много европейски държави са разработени различни методи за анализ на ефективното намаляване на нивата на радон в помещения, като например оптимизиране на вентилацията, филтрацията и контрола на източниците на закрито (Hänninen O, Asikainen A, 2013; Asikainen A et al. 2016). СЗО препоръчва на страните да изготвят и изпълняват Планове за действие за намаляване на облъчването от радон. Европейската комисия в Директива 2013/59/ЕВРАТОМ на ЕС (European Commission, 2013) задължава държавите членки да установят национално референтно ниво и да въведат в действие Национални планове. В съответствие с препоръките на ЕК в България е установено национално референтно ниво на средногодишна обемна активност на радон за помещения от  $300 \text{ Bq/m}^3$  (МС, 2018). В България от 2018 г. се изпълнява Националният план за действие за намаляване на облъчването от радон. Една от задачите на Националния план е провеждане на измервания на ОАР в училища и детски градини. Тези образователни институции представляват особен тип сгради с обществен достъп, които са и работни места. Същевременно те са с критична вътрешна среда, където пребивават деца и това прави още по-важно изследването на нивата на радон. Детските градини обикновено са специално построени или реконструирани за целите си сгради (Снимка 1). Помещенията в тези сгради са основно разделени на стаи, в които децата се обучават и играят (занимални), спални, физкултурни салони и други големи помещения (Снимка 2), кабинети и офиси, които основно се обитават от персонала.

НЦРРЗ има дългогодишен опит в изследвания на ОАР в детски институции, като първото такова обследване е извършено през 2010 г. в район Кремиковци, Столична община.

За последните години са извършени проучения на държавните детски градини в области: Силистра, Разград, Смолян, Враца, Монтана и в градове: София, Бургас, Пловдив и Перник. Измерванията на детските градини в област Ловеч стартира през месец септември 2019 г. със събиране на информация от страна на РЗИ, относно броя на помещенията в детските градини и ясли. На 17 декември 2019 г., в зала на Община Ловеч се проведе работна среща с участието на експерти от лаборатория „Съществуващо облъчване и радиационни експертизи“ в НЦРРЗ, областния координатор и представители на ръководствата на детските градини. Срещата беше организирана от областния координатор на РЗИ Ловеч, който предварително беше подготвил информация за броя на помещенията във всяка детска градина.



Снимка 1. Централна детска градина „Радост“ гр.Ловеч



Снимка 2. Занималня в детска градина

На срещата представителите на детските градини и ясли бяха запознати със Стратегията за намаляване на риска от облъчване от радон 2018 – 2027 г. и Националния план за действие за намаляване на риска от облъчване от радон 2018 – 2022 г., конкретно как въздейства радонът върху човека, как може да се измери ОАР, какви мерки да се предприемат при регистрирани високи стойности. По време на събитието бе проведено и обучение за проучването за обемната активност на радон в детски градини на територията на област Ловеч (Снимка № 3).



Снимка № 3 Работна среща в гр.Ловеч



Снимка № 4. Материали за проучването

На срещата в Ловеч са раздадени срещу подпис подготвените пакети с детектори, анкетни карти и информационни материали (Снимка № 4), необходими за извършване на обследването на ОАР. Предоставени са 191 броя основни детектори за обследване на обемната активност на радон. В област Ловеч са поставени общо (основни, дублиращи и нулев) 202 детектори за измерване на ОАР в 32 детски градини, разположени в 45 сгради, като за всички сгради има резултати от нивата на радон. За осигуряване на качеството на измерванията на ОАР са разпространени 10 броя дублиращи детектори и един нулев детектор, които са върнати и обработени в лабораторията.

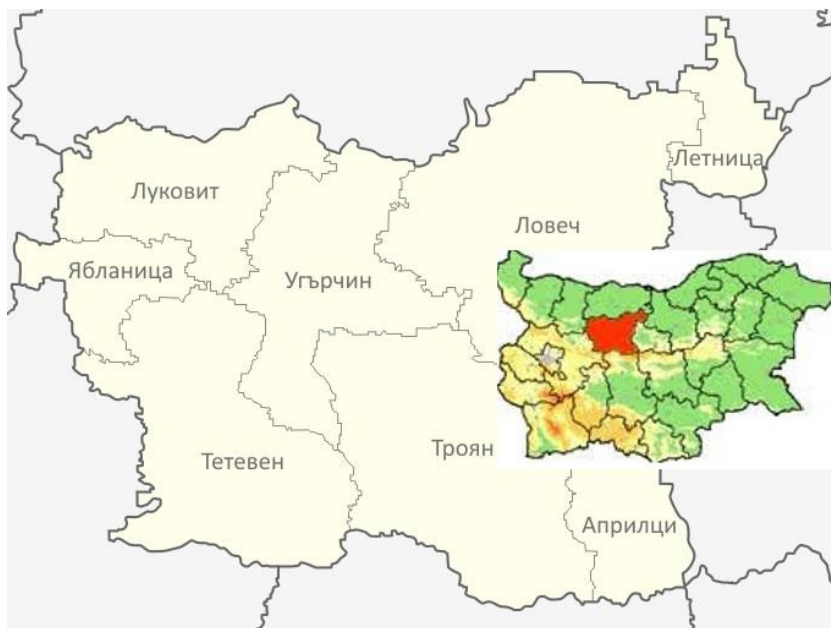
## 2. МЕТОДОЛОГИЯ НА ПРОУЧВАНЕТО

### 2.1. Обект на проучването

Планирането на проучването на ОАР на територията на област Ловеч, както и подготовката на детекторите и необходимите материали е проведена от специалисти на Лаборатория „Съществуващо облъчване и радиационни експертизи“ на НЦРРЗ. Целта на проучването е да се оцени обемната активност на радон в помещения на държавните детски градини на територията на област Ловеч.

### 2.2. Географска характеристика на района

Област Ловеч е разположена по северните склонове на Средна Стара планина и централния Предбалкан до Деветашкото плато и началото на Дунавската равнина, и обхваща територия от 4128,8 кв. км (Фигура 1).



Фигура 1. Административно деление на област Ловеч и местоположение в Република България

Две трети от територията на областта е планинска, а останалата е полупланинска и съвсем малка част е равнинна. По-големите реки, които преминават през областта са Осъм, Вит, Златна Панега, Видима. В района климатът се проявява, като лятото е сравнително топло, а зимата е студена и за нея са характерни студените ветрове. В райони на Предбалкана- Троян, Априлци, Рибарица, Тетевен и др., климатът се характеризира с по-силно изразена зима, докато лятото е прохладно, а големи количества валежи се наблюдават в края на пролета и началото на летния сезон.

### *2.3. Административно устройство*

Административно областта е разделена на осем общини: Априлци, Летница, Ловеч, Луковит, Тетевен, Троян, Угърчин и Ябланица (Фигура 1). В областта са разположени 110 населени места, от които 8 градове и 102 села. Кодовете на общините в област Ловеч, в съответствие с Процедурите за провеждане на проучване на обемната активност на радон са представени в Таблица 1.

**Таблица 1. Кодове на общините в област Ловеч**

<i>Община</i>	<i>Код</i>
Априлци	1
Летница	2
Ловеч	3
Луковит	4
Тетевен	5
Троян	6
Угърчин	7
Ябланица	8

Общини Априлци и Летница са двете най-малки общини, в които има по четири населени места. В община Ябланица има 8 населени места, в Угърчин 10, и съответно 12 селища са на територията на община Луковит и 13 в община Тетевен. Най-голямата е община Ловеч, в чийто състав се включват 34 селища. Към 31.12.2019 г. населението на област Ловеч е 122 546 души (НСИ, 2021). В сравнение с 2018 г. населението на област Ловеч е намаляло с 2 327 души (1.9 %).

### *2.4. Проект на проучването*

Проучването на нивата на радон е проведено от служители на РЗИ – Ловеч, със съдействието на ръководният персонал на детските градини в областта, съгласно Процедура за измерване на обемната активност на радон в работни места (НКС, 2018а) и Процедура за измерване на обемната активност на радон в обществени сгради (НКС, 2018б). Според признати международни практики за идентификация на места, където има вероятност за повишени нива на радон, в сградите с обществен достъп, измервания се извършват за период

минимум от три месеца, като един от тях е през зимния период. Детекторите за вземане на извадка престояха в помещенията на обследваните сгради на територията на област Ловеч от декември 2019 г. и януари 2020 г. до април/май 2020 г. В една детска градина периода на престой на детекторите е от февруари до май. Детекторите са поставени от представители на детските институции, със съдействието на РЗИ- Ловеч. На основание на Заповед № РД-01-154/ 26.03.2020 г. на Министъра на здравеопазването за удължаване на срока за въвеждане на противоепидемични мерки предаването на попълнените анкетни карти и събирането на детекторите, поставени за измерване на ОАР в сградите, планирано за месец април се отложи за по-късен етап. Отпадането на извънредното положение на 13.05.2020 г. и възможността за свободно придвижване между населените места осигури приключването на проучването на обемна активност на радон в област Ловеч. Предаването на детекторите е извършено при строго спазване на всички противоепидемични мерки, разпоредени от Министъра на здравеопазването.

*Във връзка с въведените ограничения по повод пандемията от Covid-19, по време на проучването детекторите престояха за по-дълъг от определения срок в помещенията, а за част от времето помещенията, бяха необитаеми поради затваряне на детските градини и ясли, което повишава неопределеността на резултатите.*

Броят на помещения, в детските градини, в които е извършено обследване на нивата на радон по общини, на територията на област Ловеч са както следва: Априлци (2 броя), Летница (8 броя), Ловеч (55 броя), Луковит (33 броя), Тетевен (29 броя), Троян (38 броя), Угърчин (5 броя) и Ябланица (9 броя).

Въз основа на опита от предишните проучвания в детски институции е прието при провеждането на обследване на такъв вид сгради да бъдат измерени помещенията на приземния, първия етаж и сутерена, ако той се използва. Предварително е събрана информация от представителите на РЗИ Ловеч за броя и вида на помещенията във всяка сграда. С цел оптимално разпределение на ресурси е обърнато специално внимание на планирането за провеждане на проучването. Дейностите, които са извършени за подготовка на проучването са:

- Изготвен е списък с броя помещения на подземен (сутерен), приземен и първи етажи за всяка обследвана сграда, за подготовка на необходимия брой детектори. Тази дейност е осъществена от РЗИ с помощта на ръководствата на детските институции.
- За всяка детска градина и ясла е изготвен пакет, с определения брой детектори, анкетна карта, инструкции за поставяне на устройствата за пробовземане и информационни брошури.
- Поставянето на детекторите в помещенията е извършено от представители на детските институции и РЗИ Ловеч.

В Таблица 2 са представени: кода на детските градини, на обследваните сгради, предоставеният брой детектори, броя на загубените детектори и процента на загубите. Кодът на сградата е на база на броя сгради за всяка детска градина и ясла.

**Таблица 2. Брой на предоставените детектори и загуби по детски градини и ясли**

<i>Код на детската градина</i>	<i>Име и местоположение</i>	<i>Код на сграда</i>	<i>Брой предоставени детектори</i>	<i>Брой изгубени детектори</i>	<i>% на загубите</i>
1	ДГ "Слънце", Ловеч, ж.к. "Червен бряг" 11	11	11	0	0
2	ДГ "Люляче", Ловеч, ул."Цар Иван Александър" 37 Б	21	2	0	0
	ДГ "Люляче", с. Лисец, ул."Белият път"18	22	2	0	0
	ДГ "Люляче", с. Славяни, ул."Съединение"3А	23	1	0	0
3	ДГ "Мария Сиркова", Ловеч, ул. "В. Левски" 35	31	3	0	0
4	ДГ " 1 -ви юни", Ловеч, ул."Р. Княгиня"2	41	6	0	0
5	ДГ "Детелина" , Ловеч, ул." Съйко Съев"60	51	6	0	0
6	ДГ "Зора", Ловеч, ул."Д-р Съйко Съев"№1	61	7	0	0
7	ДГ "Снежанка", Ловеч, ж.к. „Здравец“ № 22	71	4	0	0
8	ДГ "Радост", Ловеч, ж-к "Младост" 1	81	6	0	0
9	ДГ "Кокиче", с.Дойренци, ул. „Патриарх Евтимий“7	91	3	0	0
	ДГ "Кокиче", с.Александрово, ул. "Трети март"14	92	4	0	0
10	ДГ "8- ми март", Троян, ул. "Симеон Велики"46	101	6	0	0
11	ДГ "Буковец", Троян, ж-к "Буковец"	111	10	1	10
12	ДГ "Синчец", Троян, ул."Тодор Петков"1	121	5	0	0
13	ДГ "Здравец", Троян, ул."Власи Илиев"7	131	5	1	20
14	ДГ "Звънче", с. Калейца	141	2	0	0
	ДГ "Звънче", с. Борима	142	5	0	0
	ДГ "Звънче", с. Г. Желязна	143	2	0	0
15	ДГ "Незабравка", с.Черни Осъм, ул."Врачовска"	151	3	0	0
16	ДГ "Мир", Троян, ж.к. "Лъгът"	161	2	0	0
17	ДГ "Незабравка", Тетевен, ул."М. Михайлова"2А	171	3	0	0
	ДГ "Незабравка", с. Бабинци, ул."Главна"35	172	2	0	0

<i>Код на детската градина</i>	<i>Име и местоположение</i>	<i>Код на сграда</i>	<i>Брой предоставени детектори</i>	<i>Брой изгубени детектори</i>	<i>% на загубите</i>
18	ДГ "Детелина", Тетевен, ул."Бели Вит"34	181	5	0	0
19	ДГ "В. Левски", Тетевен, ул. "Христо и Калин Цакови" 3	191	8	1	13
	ДГ "В. Левски", с. Гложене	192	3	0	0
20	ДГ "Здравец", с. Галата, ул. "Митко Палаузов"4	201	5	0	0
21	ДГ "Изгрев", с. Глогово, ул."Хр. Ботев"75	211	2	0	0
22	ДГ "Слънце", с. Градежница, ул."Цар Самуил"1	221	2	0	0
23	ДГ "Слънце" Луковит, ул."Кирил и Методий"43	231	4	0	0
	ДГ "Слънце", с. Годоричене	232	2	0	0
24	ДГ "Звънче", Луковит, ул."Сан Стефано"26	241	5	0	0
25	ДГ "Червена Шапчица", Луковит, ул."Никола Йорданов"3	251	6	0	0
26	ДГ "Зорница", с. Торос, ул."Стоян Георгиев"5	261	6	0	0
27	ДГ "Славейче", с. Дерманци, ул."В. Левски"11	271	6	0	0
	ДГ "Славейче", с. Бежаново, ул."Вит"24	272	4	0	0
	ДГ "Славейче", с. Ъглен, ул."Лиляна Димитрова"1	273	2	0	0
28	ДГ "Р. Княгиня", гр. Ябланица, ул.Радост 3	281	8	1	13
	ДГ "Р. Княгиня", с.Зл.Панега, ул. Шипка 15	282	2	0	0
29	ДГ "Щастливо детство", с. Кирчево, ул."Веселина Черкезова"6	291	4	3	75
30	ДГ "Светулка", гр. Угърчин, ул. „Оборище”5 - детската градина е затворена и 4 броя детектори са поставени в ДГ "Буковец"	301	0	0	0
	ДГ "Светулка", с. Лесидрен	302	4	0	0
31	ДГ "Б. Киро", гр. Летница, ул."Сергей Румянцев " 1	311	9	1	11
	ДГ "Б. Киро", с. Горско Сливово	312	2	0	0
32	ДГ "Априлче", гр. Априлци, ул."Ботев връх"43	321	2	0	0

<i>Код на детската градина</i>	<i>Име и местоположение</i>	<i>Код на сграда</i>	<i>Брой предоставени детектори</i>	<i>Брой изгубени детектори</i>	<i>% на загубите</i>
	<b>Общо</b>		<b>191</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
	Дублиращи детектори		10	0	0
	Нулеви детектори		1	0	0
	<b>Общо с дублиращи и нулев</b>		<b>202</b>	<b>8</b>	<b>4</b>

Изгубени са 4 броя детекторите, други 3 броя са върнати в лабораторията неотворени, а един детектор е с дефектен чип, общо загубите на резултати са 8 броя. Процентът на загубите на основни резултати е 4 %, който е един от най-ниските, заедно с този в област Враца. Този процент е два пъти по-нисък с изпълнените систематични проучвания в детски институции на територията на област Монтана (8 %). При оценката на 183 броя основни детектори в лабораторията, са установени 4 стойности на ОАР под минимално измеряемата обемна активност на радон (МИОАР = 10 Вq/m<sup>3</sup>). В настоящият отчет са анализирани 179 резултати на обемната активност на радон в помещения на детските градини.

### 3. МЕТОДИ НА ИЗМЕРВАНЕ И ОБРАБОТКА

Методологията за измерване на нивата на радон в закрити помещения се базира на международни стандарти и практики за пасивни измервания в областта на изследване на ОАР в помещения на детските градини. За провеждане на проучването в област Ловеч са използвани пасивни детектори тип RSKS, с престой в измерваното помещение от 3 до 6 месеца. Детекторите се състоят от CR-39 чип, поставен в цилиндрична дифузионна камера, представляваща филтър за прах и дъщерните продукти на радон.



Снимка 5. Микроскоп и софтуер за обработка на данните



Снимка 6. Детектори тип RSKS – затворени и разглобени

За обработката на детекторите и оценяването на нивата на радон в лаборатория COPE се използва RADOSYS система, която се състои от: баня за ецване, микроскоп за четене на трековете и софтуер за обработка на данните (Снимка 5). При приемане в лабораторията, детекторите се разглобяват ръчно (Снимка 6), с помощта на клещи и се поставят на слайдове за последваща обработка. Средствата за измерване се подготвят за работа съгласно вътрешните инструкции за измерване в лабораторията на НЦППЗ. Пробовземането, обработката и изчислението на резултатите се извършва в съответствие с ISO 11665-4:2012 „Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 4.

### *3.1. Осигуряване на качеството и анализ на резултатите*

Лаборатория COPE осигурява проследимост на измерваната величина до първичен еталон, чрез калибриране. Проследимостта на резултатите за ОАР във въздух, измерени с RADOSYS система до референтна атмосфера се извършва за всяка закупена партида детектори, което е основен елемент за качество на изпитванията. Облъчването на детекторите в референтна атмосфера, проследима до национален или международен еталон, се извършва от външна акредитирана лаборатория. Детекторите от 10 партида, използвани в проучването, лаборатория COPE е изпратила за облъчване до акредитирана лаборатория в Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) – Германия (сертификат № E0009/08.07.2020). Облъчените детектори в референтната атмосфера се обработват в лабораторията при същите условия и начин като останалите детектори и се определя коефициента на ефективност за партидата, за което е издаден сертификат за вътрешно калибриране СК № 12/31.07.2020 г., който се съхранява в досието на измерващата система RADOSYS.

За осигуряване на качеството на измерванията се използва софтуер Radosys Watchdog 1.2 QA, като чрез него се осъществява ежедневна проверка на микроскопската система Radosys Rado Meter. Пакетът Watchdog 1.2 QA включва референтни слайдове с помощта, на които се осигурява контрол на микроскопа, за всяко прочитане на обработените детектори.

В проучването са използвани дублиращи и нулеви детектори, които служат за оценка на прецизността и точността на измерванията. Дублиращите детектори се поставят на същото място на вземане на извадка и за същия период като основните. За настоящото проучване са предоставени 10 броя дублиращи детектори, които са обработени и анализирани. Приемливи са всички 10 броя резултата т. е. 100 % от дублиращите резултати (Таблица 3).

Оценка на точността и стареенето на материала на чиповете се извършва с нулеви детектори. Нулевите детектори не се разопаковат или отварят и се използват за оценка на влиянието на транспортирането от лабораторията до измерваното помещение и обратно, както и стареенето на чипа за периода, през който престояват детекторите за вземане на извадка. *Поради по-дългия период на престой в помещенията за вземане на извадките, въз основа на анализа на резултатите от нулевите детектори е извършена допълнителна корекция на фона при оценката на данните.*

Статистическият анализ на резултатите от проденото проучване на ОАР е осъществен с пакет IBM SPSS statistics. Статистическият анализ на резултатите от проучването позволява данните да бъдат обобщени и описани ефективно, а също така дава възможност да бъдат направени изводи от тях. При анализа на резултатите е изследвана разликата между две и повече групи резултати, групирани по отговорите в анкетните карти на сградите. Големината и посоката на тази разлика обикновено се използват като критерий за обосноваване на съответни изводи.

**Таблица 3. Резултати от оценка на дублиращите детектори от проучването**

№ анкетна карта	Дата на поставяне	Дата на събиране	дублиращи детектори			основни детектори			Оценка на резултатите	Анализ на сравнението
			№ на детектора	Обемна активност на радон, Вq/m <sup>3</sup>	неопределеност	№ на детектора	Обемна активност на радон, Вq/m <sup>3</sup>	неопределеност		
11-03-K005	18.12.2019	8.5.2020	4R2577	85	3	4R2899	107	10	2.0	приемлив
11-03-K005	18.12.2019	8.5.2020	4R2538	118	4	4R2822	122	4	0.7	приемлив
11-03-K006	18.12.2019	8.5.2020	4R2439	94	3	4R2947	85	4	1.9	приемлив
11-03-K006	18.12.2019	8.5.2020	4R2468	97	6	4R1970	105	3	1.1	приемлив
11-06-K015	18.12.2019	8.5.2020	4R2551	193	6	4R2925	209	6	1.8	приемлив
11-06-K015	18.12.2019	8.5.2020	4R2702	218	7	4R2173	238	8	1.9	приемлив
11-06-K021	18.12.2019	8.5.2020	4R3027	135	4	4R2922	138	5	0.5	приемлив
11-06-K021	18.12.2019	8.5.2020	4R2318	86	3	4R2795	78	3	1.7	приемлив
11-04-K032	18.12.2019	8.5.2020	4R2476	64	2	4R3012	58	2	2.0	приемлив
11-04-K032	18.12.2019	8.5.2020	4R2545	78	3	4R2587	85	3	1.9	приемлив

*Попълването на анкетната карта за сградата е важен процес от пробовземането, тъй като информацията събрана в нея дава възможност за оценка на влиянието на различни фактори върху нивата на радон. Анализът би спомогнал за правилното планиране не само на бъдещи проучвания, а за предприемането на превантивни мерки при ново строителство в района на изследване.*

## 4. РЕЗУЛТАТИ

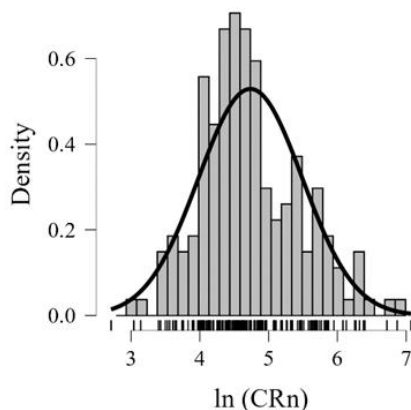
### 4.1. Обобщени резултати

Резултатите от проведените измервания на обемната активност на радон в детските гради на територията на област Ловеч по анкетни карти, за всяка една от тях, са представени в **Приложение № 1** към настоящия отчет. Deskриптивна статистика на резултатите за ОАР в обследваните помещения са представени в Таблица 4.

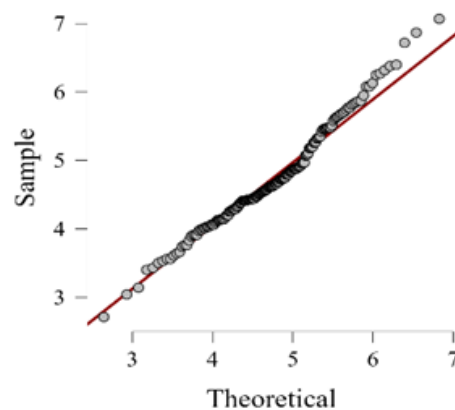
**Таблица 4. Deskриптивна статистика на резултатите за ОАР**

Брой на измерваните помещения	179
Средна аритметична стойност (AM), Bq/m <sup>3</sup>	156
Стандартно отклонение	159
Медиана, Bq/m <sup>3</sup>	102
Минимална стойност, Bq/m <sup>3</sup>	15
Максимална стойност, Bq/m <sup>3</sup>	1178
CV, %	102
Средно геометрична стойност (GM), Bq/m <sup>3</sup>	114
Стандартно геометрично отклонение	2.13

Средно аритметична стойност на ОАР в обследваните сгради е 156 Bq/m<sup>3</sup> със стандартно отклонение 159, а средно геометрична стойност е 114 Bq/m<sup>3</sup> със стандартно геометрично отклонение 2.13. Средно геометричната стойност на ОАР на обследваните сгради в област Ловеч е по-ниска от оценената GM= 197 Bq/m<sup>3</sup> в детски градини в град Пловдив (K.Ivanova et al., 2017), но е по-висока от установената за детските градини на територията на град София (GM = 101 Bq/m<sup>3</sup>) (K.Ivanova et al., 2014). Изследвана е формата на разпределение на резултатите от проучването (*Фигура 2а хистограма и фигура 2б – Q-Q графика на логаритмично разпределените данни за ОАР в помещенията на обследваните сгради на детски градини и ясли*).



*Фигура 2а. Хистограма на лог-трансформирани резултати на ОАР с теоритичната крива*



*Фигура 2б. Q-Q графика на логаритмично разпределените данни*

Приложен е тест на Колмогоров - Смирнов на логаритмично трансформирани резултати на ОАР за проверка на нормалността на разпределението. Установено е, че разпределението на ОАР в помещенията на детските градини е лог – нормално ( $KS, p=0,11 > 0.05$ ).

Дескриптивната статистика на резултатите на ОАР по детски градини с техните кодове е представена в Приложение № 2 от настоящия отчет. Данните са 32 детски градини, помещаващи 45 сгради. Установено е, че в 21 помещения нивата на радон надвишават националното референтно ниво на средно-годишната обемна активност на радон от  $300 \text{ Bq/m}^3$ , определено в Наредба за радиационна защита (ДВ, бр. 16 от 2018 г.) или 12 % от изследваните помещения. **Измерените стойности на ОАР на границата на референтното ниво има вероятност да са отчетени като по-високи, в сравнение с нормалната употреба на помещенията, поради затварянето на детските градини и ясли по време на епидемиологичната обстановка и неизползването им. Тези стойности следва да бъдат анализирани внимателно на фона на резултатите за цялата сграда и при необходимост измерванията да се повторят за по-кратко време.**

**В 8 броя помещения, ОАР е над  $500 \text{ Bq/m}^3$  или 12 % от изследваните помещения. В сградите, където се намират тези помещения, следва да бъдат предприети мерки за редуциране на нивата на радон. Преди предприемането на мерките може да се проведат допълнителни директни измервания за определяне на подходящите коригиращи дейности, както и за анализ на вариациите на ОАР по време на работните часове, с цел по точна оценка на облъчването на персонала и децата.**

#### 4.2. Обобщение на резултатите по общини

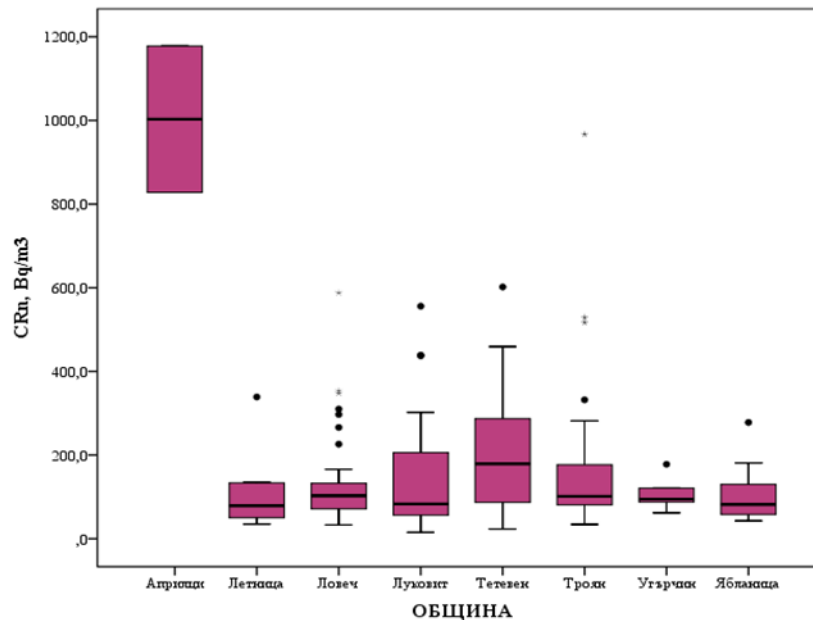
Извършен е анализ на данните и дескриптивната статистика по общини на територията на област Ловеч и резултатите са представени в Таблица 5.

**Таблица 5. Дескриптивна статистика на резултатите по общини в област Ловеч**

	Обемна активност на радон, $\text{Bq/m}^3$							
	Априлци	Летница	Ловеч	Луковит	Тетевен	Троян	Угърчин	Ябланица
Брой	2	8	55	33	29	38	5	9
Мадиана	1003	79	103	83	179	101	95	82
Средно аритметична	1003	112	126	145	193	163	109	114
Стандартно отклонение	248	99	97	133	141	175	44	76
Коефициент на вариация	0.25	0.88	0.77	0.91	0.73	1.07	0.40	0.67
Минимална стойност	828	35	33	15	23	34	62	43
Максимална стойност	1178	339	588	556	602	967	178	278

Най-малък брой обследвани помещения има в община Априлци (2 броя), следван от община Угърчин (5 броя), а най-големият брой е в община Ловеч (55 броя). Най-висока средно аритметичната стойност на обемната активност на радон е отчетена в помещения на детска градина в община Априлци  $AM = 1003 \text{ Bq/m}^3$ , където е отчетена и максималната стойност на ОАР от  $1178 \text{ Bq/m}^3$ . Анализът е извършен на база на две измервания,

необходимо е да се предприемат спешни мерки за редуциране на нивата на радон в тази детска институция. Най-ниската средноаритметична стойност на обемната активност на радон е установена в община Летница ( $AM = 79 \text{ Bq/m}^3$ ). В шест от общините (Априлци, Летница, Ловеч, Луковит, Тетевен и Троян) са измерени максимални стойности на ОАР над националното референтно ниво. Средната аритметичната стойност на ОАР в община Ябланица е над  $200 \text{ Bq/m}^3$ , като тя е разположена в предпланинския район. На Фигура 3 е представено разпределение на обемната активност на радон по общини на област Ловеч.



Фигура 3. Разпределение на на обемната активност на радон по общини на област Ловеч

Приложен е непараметричен тест на Крускал - Уолис ( $KW, p = 0.09$ ) за сравнение на данните по общини и не е установена статистически значима разлика между изследваните групи по общини.

#### 4.3. Обобщение на данните по етажи и видове помещения, според начина на използване

Измерванията на обемната активност на радон са извършени във всички видове обитавани помещения на детските градини на ниските етажи, за да се оцени по-детайлно облъчването на децата и учителите. Помещенията са разделени на пет групи в зависимост от начина на употреба. В първа група са анализирани резултатите от: занимални, физкултурни салони, зали за игри (големи помещения, които се използват от деца и учители). Във втора група са спални, в следващата са кухни и перални (помещения използвани само от персонала), в четвърта група са офиси (малки помещения използвани само от учители и административния персонал) и в последната група са складове, приемни и коридори (не обитавани помещения). Deskриптивната статистика на анализираните резултати за ОАР по видове помещения е представена в Таблица 6. Най-голям брой

изследвани помещения са тези от първата група (занимални, физкултурни салони, зали и кабинети по занимания) 80 броя, а най-малкият брой са складове и приемни (7 броя). Втората група по брой изследвани помещения са офиси и (46 броя), а третата са кухни и перални (30 броя). Резултатите за тези помещения не би следвало да бъдат използвани при оценката на облъчването на децата, тъй като те не престояват в тях.

Най-висока средно аритметична стойност на ОАР е установена за групата „спални“  $AM= 173 \text{ Bq/m}^3$ , следвана от стойността за групата помещения „офиси“  $AM= 165 \text{ Bq/m}^3$ . Най-високата максимална стойност на ОАР  $1178 \text{ Bq/m}^3$ , която е приблизително 4 пъти над националното референтно ниво от  $300 \text{ Bq/m}^3$  е измерена в занималня. В помещенията на занималните и спалните, както в офисите, където са установени високи стойности на обемната активност на радон, децата и персонала са подложени на хронично облъчване и за тези сгради следва да се предприемат мерки за намаляване на нивата на радон.

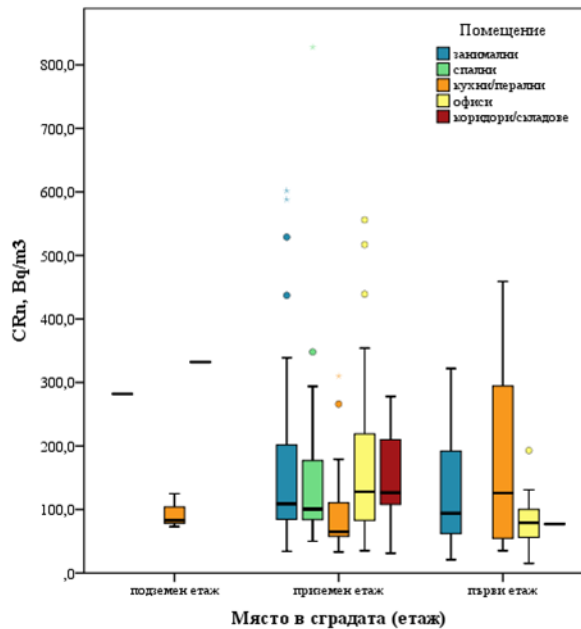
**Таблица 6. Дескриптивна статистика, резултатите за ОАР по видове помещения**

	Обемна активност на радон, $\text{Bq/m}^3$				
	занимални	спални	кухни/ перални	офиси	Складове/ приемни
Брой	80	16	30	46	7
Медиана	112	94	78	101	109
Средно аритметична	164	173	119	165	137
Стандартно отклонение	166	194	105	175	83
Коефициент на вариация	101	112	88	106	61
P- value SW тест	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.75
Минимална стойност	21	50	33	15	31
Максимална стойност	1178	828	459	967	278

За проверка на хипотезата на разпределението на резултатите по видове помещения е приложен тест на Шапиро - Уилк (Таблица 6) и е установено, че стойностите в групата е „коридори/складове“ (SW,  $p=0.75$ ) следват нормално разпределение. За това да се провери различието между групите е приложен непараметричния тест Kruskal-Wallis Test (KW,  $p=0.09>0.05$ ). Не е установено статистически значимо различие между разглежданите видове помещения, което показва, че за детските градини в област Ловеч ОАР не се влияе от начина на използване на помещенията в сградата.

Проучването е извършено, като са предоставени детектори за всички обитавани помещения, които са разположени най-близо до земната повърхност. Групите, които са

разгледани по етажи са три: помещенията намиращи се на подземен етаж (5 броя), приземен етаж (127 броя) и първи етаж (47 броя).



Фигура 5 Разпределение на резултатите на ОАР по етажи и видове помещения

Дескриптивната статистика на резултатите за нивата на обемната активност на радон в зависимост от разположението им по етажи е представена в Таблица 7.

Таблица 7. Дескриптивна статистика на резултатите за ОАР по етажи

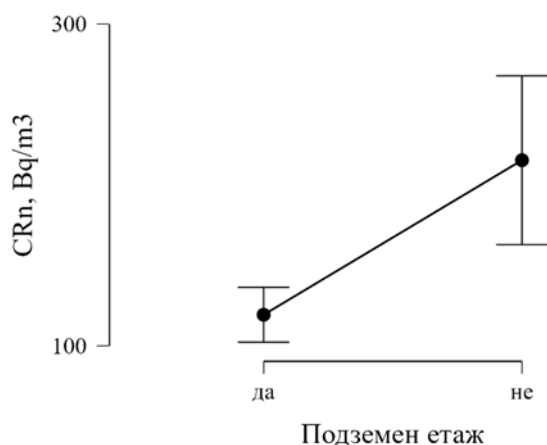
	Обемна активност на радон, Bq/m <sup>3</sup>		
	Подземен етаж	Приземен етаж	Първи етаж
Брой	5	127	47
Медиана	125	106	84
Средно аритметична	179	168	124
Стандартно отклонение	120	177	102
Коефициент на вариация	67	105	82
Минимална стойност	73	31	15
Максимална стойност	332	1178	459

Най-високи нива на радон са измерени в помещенията, намиращи се на подземен етаж ( $AM = 125 \text{ Bq/m}^3$ ). Най-ниски нива на средноаритметичните стойности ( $AM = 84 \text{ Bq/m}^3$ ) са установени в помещенията намиращи се на първи етаж, което потвърждава изводите от предишните проведените проучвания в образователни институции, че нивата на радон намаляват с увеличаване на етаж, т.е. разстоянието от източника на радон – скалата/почвата под сградата. На Фигура 5 е показано разпределението на ОАР по видове помещения по етажи. От фигурата се вижда, че най-големи вариации на ОАР и аномални стойности има на

приземния етаж. Кухните и пералните са разположени на всички измервани етажи, докато спални и занимални няма разположени в сутерена, а само на приземния и първия етажи. За проверка на хипотезата за различие между групите по етажи е приложен непараметричен тест на Крускал – Уолис и не е установена статистически значима разлика ( $KW, p=0.12>0.05$ ) между анализирания резултати за област Ловеч.

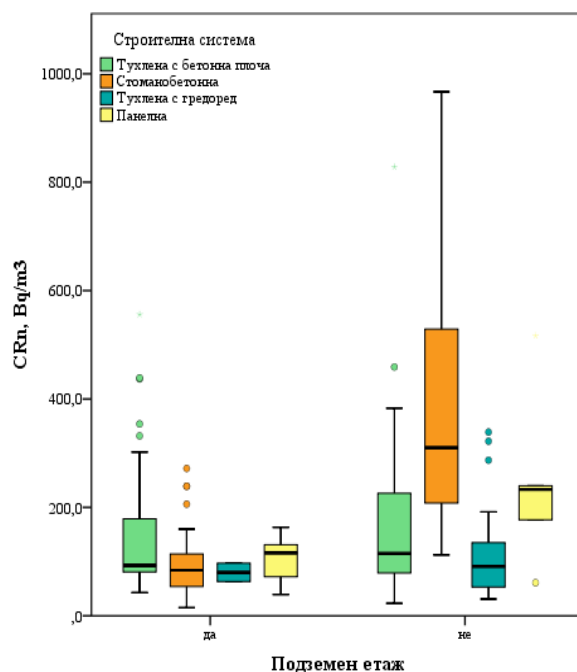
#### 4.4. Оценка на влиянието на различни фактори върху обемната активност на радон в сградата

Върху вариациите на радон в сградите оказват влияние редица фактори, като характеристики на сградата и навици на обитателите. В настоящия отчет са разгледани по-подробно наличието на подземен етаж в сградата и вида на строителната система. За да се разгледат тези два фактора резултатите са групирани, в зависимост от отговорите от анкетните карти за сградите. Резултатите за помещения, разположени в детски градини с подземен етаж са 110, а останалите 69 са в сгради без подземен етаж (*фигура 6*). Оценената средна стойност на ОАР за помещения с подземен етаж е  $119 \text{ Bq/m}^3$ , а за тези без АМ =  $215 \text{ Bq/m}^3$ . Приложен е непараметричен тест на Mann-Whitney за анализирания стойности на ОАР в детските помещения. Установена е статистически значима разлика между резултатите на двете групи ( $MW, p<0.0001$ ), което показва, че нивата на радон се влияят от наличието на подземен етаж в сградата. Стойностите на ОАР в сградите с подземен етаж са по-ниски, отколкото в тези, които нямат такъв.



Фигура 6 Разпределение на резултатите на ОАР по групи, в зависимост от наличието на подземен етаж в изследваните помещения

Систематизирането на резултатите за различните групи по средни стойности са представени в таблица 9, а обобщаването им графично на фигура 7. По фактора „вид строителна система“ на обследваните сгради резултатите са разделени на четири групи: „панелна“, „стоманобетонна“, „тухлена с бетонна плоча“ и „тухлена с гредоред“.



Фигура 7 Разпределение на резултатите на ОАР по групи, в зависимост от наличието на подземен етаж в изследваните помещения и вид на строителната система

Видно от резултатите най-голямо влияние на ОАР оказва наличието на сутерен при стоманобетонна система на строителство на сградите, което се обяснява с това, че с остаряване на сградата през пукнатините на пода радона директно навлиза в обитаваните помещения. Разгледано е комбинираното влияние на двата фактора. Въпреки, че наличие на подземен етаж оказва съществено намаляване на ОАР при различните видове строителни системи е различно. Статистически значим комбиниран ефект е доказан само за стоманобетонната строителна система.

Таблица 9. Дескриптивна статистика на резултатите за ОАР по изследваните фактори: <sup>1</sup>наличие на подземен етаж и <sup>2</sup>вид строителна система на изследваната сграда

Строителна система	Наличие на подземен етаж	AM, Bq/m <sup>3</sup>	SDV	Брой помещения
Панелна	да	106	35	17
	не	246	168	5
Стоманобетонна	да	94	58	45
	не	377	236	13
Тухлена с бетонна плоча	да	150	120	46
	не	198	236	33
Тухлена с гредоред	да	80	24	2
	не	122	99	18

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С цел оценка на нивата на радон в сгради на детски градини в област Ловеч е проведено проучване в 45 сгради на 32 детски институции в областта. Проучването е извършено от РЗИ – Ловеч и лаборатория СОРЕ към НЦРРЗ, със съдействието на представители на детските градини и ясли, съгласно „Процедура за проучване на радон на работни места“ и „Процедура за провеждане на проучвания на обемната активност на радон в сгради с обществен достъп“. Детекторите, които са предоставени за измерване на ОАР във всички помещения на обследваните сгради са 191 броя, а обработени резултати са 179 броя. Отделно са разгледани резултатите от 10 дублиращи и един нулев детектор. Загубите по време на проучването са 8 броя детектори или 4 % от раздадените. За 4 броя резултати са установени стойности под МИОАР, което показва че не са престояли в помещенията. Тези резултати също не са анализирани в отчета. Средната стойност на обемната активност на радон на измерените помещения е  $156 \text{ Bq/m}^3$  със стандартно отклонение 159, а средногеометричната стойност  $114 \text{ Bq/m}^3$  с геометрично стандартно отклонение 2.13.

Стойностите на обемната активност на радон в сградите зависят от множество фактори, като наличие на радон в почвата/скалите под сградата, пропускливостта на почвата, характеристики на сградата и навиците на обитателите. За това информация в анкетните карти е необходимо да се събира и попълва с внимание и точност.

Въз основа на събраната информация в настоящия отчет е проведен анализ на вида помещение, етаж, наличие и начин на използване на подземния етаж в сградата. Установено е, че с увеличаване на етажа нивата на радон намаляват, което потвърждава извода, че е достатъчно проучванията да се извършват на по-ниски етажи. Установено е, че наличието на приземен етаж в обследваните сгради и използването му, редуцира ОАР. Разгледано е комбинираното влияние на вида строителна система и наличие на подземен етаж върху стойностите на ОАР в помещенията. Потвърден е комбинирания ефект на вида строителна система и наличие на подземен етаж.

Разгледано е различието в стойностите по общини и не е установена статистически значима разлика, което показва че геологията и географията на общините е сравнително еднородна или броя на проучваните сгради по общините не е достатъчен.

***Установено е, че в 21 броя помещения стойностите на обемната активност на радон надвишават националното референтно ниво на средно-годишната обемна активност на радон от  $300 \text{ Bq/m}^3$ , определено в Наредба за радиационна защита (ДВ, бр. 16 от 2018 г.). Измерените стойности на ОАР близки до референтното ниво има вероятност да са отчетени като по-високи, поради затварянето на детските институции по време на епидемиологичната обстановка и неизползването на помещенията. Тези стойности следва да бъдат анализирани на фона на резултатите за цялата детска градина и при необходимост измерванията да се повторят. В 8 помещения ОАР е над  $500 \text{ Bq/m}^3$ . В тези сгради, следва да бъдат предприети мерки за редуциране на нивата на радон, тъй като децата и персонала са подложени на хронично облъване.***

## СЪКРАЩЕНИЯ

ДГ	Детска градина
ЛСОРЕ	Лаборатория съществуващо облъчване и радиационни експертизи
МЗ	Министерство на здравеопазването
МС	Министерски съвет
НКС	Национален координационен съвет
НРЗ	Наредба за радиационна защита
НСИ	Национален статистически институт
НЦРРЗ	Национален център по радиобиология и радиационна защита
ОАР	Обемна активност на радон
ОДЗ	Обединено детско заведение
РЗИ	Регионална здравна инспекция
СЗО	Световна здравна организация
$^{222}\text{Rn}$	Радон 222
AM	Средно аритметична стойност
GM	Средно геометрична стойност
GDS	Геометрично стандартно отклонение
CV	Коефициент на вариации
SDV	Стандартно отклонение
WHO	World Health Organization

## ЛИТЕРАТУРА

- МС, Министерски съвет, Наредба за радиационна защита, приета с ПМС № 20 от 14.02.2018 г., обн., ДВ, бр. 16 от 20.02.2018 г., в сила от 20.02.2018 г, изм. и доп. ДВ. бр.110 от 29 Декември 2020г.
- НКС, Национален координационен съвет. Процедура за проучване на радон на работни места, версия 1, Национален план за действие за намаляване на облъчването от радон (2018а), (достъпно на [www.radon.bg](http://www.radon.bg))
- НКС, Национален координационен съвет. Процедура за провеждане на проучвания на обемната активност на радон в сгради с обществен достъп, версия 1, Национален план за действие за намаляване на облъчването от радон (2018б), (достъпно на [www.radon.bg](http://www.radon.bg))
- НСИ, Национален статистически институт. Регионална статистика. Област Ловеч, 2021 (достъпно на <https://www.nsi.bg/bg/content/11415/област-ловеч>).
- Asikainen A, Carrer P, Kefhalopoulos S, Fernandes EDO, Wargocki P, et al. Reducing Burden of Disease from Residential Indoor Air Exposures in Europe. HEALTHVENT Project. Environ Heal 15: 10.1186/s12940-016-0101-8, 2016
- European Commission, Council Directive 2013/59/EURATOM, laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionizing radiation, and repealing, OJ of EU, L 13/1, 2013;
- Hänninen O, Asikainen A. Efficient Reduction of Indoor Exposures Indoor Exposures Health Benefits from Optimizing Ventilation, Filtration and Indoor Source Controls. Finland, 2013.
- ISO 11665-4:2012 „Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 4: Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis.
- K. Ivanova, Z. Stojanovska, M. Tsenova, V. Badulin, B. Kunovska. Measurement of indoor radon concentration in kindergartens in Sofia, Bulgaria. J Radiat Prot Dosimetry 162 (1-2): 163-166, 2014.
- Ivanova, K., Stojanovska, Z., Tsenova, M., & Kunovska, B. (2017). Building-specific factors affecting indoor radon concentration variations in different regions in Bulgaria. Air Quality, Atmosphere & Health, 10(9), 1151-1161.
- UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation, Report to the general Assembly with Annexes, UN Publication, New York, 2000.

UNSCEAR. Report 2006, Volume II, Annex E: Sources to effects assessment for radon in homes and workplaces. UN ed., NY, 2009 ([www.unscear.org/unscear/en/publications.html](http://www.unscear.org/unscear/en/publications.html)).

WHO Handbook on Indoor Radon - A Public Health Perspective; World Health Organization Library Cataloguing - in - Publication Data; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2009.

WHO Radon and health Fact sheet; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2016.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Резултати за обемната активност на радон по помещения в детските градини**

<i>№ на анкетна карта</i>	<i>Помещение</i>	<i>Място в сградата (етаж)</i>	<i>ID на детектора</i>	<i>Начална дата</i>	<i>Крайна дата</i>	<i>ОАР, Вq/m<sup>3</sup></i>	<i>Комб. неопределеност (1σ)</i>
11-03-К001	гр. " Мики Маус" - спалня	приземен етаж	4R2399	18.12.2019	11.5.2020	134	7
	гр."Мечо Пух" - занималня	приземен етаж	4R2284	18.12.2019	11.5.2020	116	7
	гр. " Мики Маус" - занималня	приземен етаж	4R2303	18.12.2019	11.5.2020	142	7
	гр."Щурче" - занималня	приземен етаж	4R2268	18.12.2019	11.5.2020	122	7
	гр."Щурче" - спалня	приземен етаж	4R2196	18.12.2019	11.5.2020	113	7
	гр."Мечо Пух" - спалня	приземен етаж	4R2967	18.12.2019	11.5.2020	163	8
	кабинет директор	приземен етаж	4R2979	18.12.2019	11.5.2020	131	7
	кабинет домакин	приземен етаж	4R2145	18.12.2019	11.5.2020	128	13
	кухня	приземен етаж	4R2957	18.12.2019	11.5.2020	96	8
	медицински кабинет	приземен етаж	4R2547	18.12.2019	11.5.2020	134	7
	салон	приземен етаж	4R2278	18.12.2019	11.5.2020	112	7
11-03-К002	кухненски блок	приземен етаж	4R2224	18.12.2019	5.5.2020	266	10
	котелно помещение	приземен етаж	4R2950	18.12.2019	5.5.2020	354	15
11-03-К002А	занималня	приземен етаж	4R2961	19.12.2019	4.5.2020	97	7
	кухня	приземен етаж	4R2249	19.12.2019	4.5.2020	63	7
11-03-К002В	кухня	приземен етаж	4R2866	19.12.2019	4.5.2020	33	7
11-03-К003	кухненски блок	приземен етаж	4R2181	18.12.2019	30.4.2020	55	7
	лекарски кабинет	първи етаж	4R2762	18.12.2019	30.4.2020	42	7
	2-ра група	първи етаж	4R3003	18.12.2019	30.4.2020	54	7

<i>№ на анкетна карта</i>	<i>Помещение</i>	<i>Място в сградата (етаж)</i>	<i>ID на детектора</i>	<i>Начална дата</i>	<i>Крайна дата</i>	<i>ОАР, Вq/m<sup>3</sup></i>	<i>Комб. неопределеност (1σ)</i>
11-03-К004	кухненски блок	приземен етаж	4R2235	18.12.2019	4.5.2020	115	7
	4 -та гр. "Слънчо" -	приземен етаж	4R2203	18.12.2019	4.5.2020	166	8
	1-ва гр. "Буратино"	приземен етаж	4R2812	18.12.2019	4.5.2020	226	9
	4-та гр. "Звездичка"	приземен етаж	4R2816	18.12.2019	4.5.2020	106	7
	медицински кабинет	приземен етаж	4R2248	18.12.2019	4.5.2020	297	13
	котелно помещение	приземен етаж	4R2968	18.12.2019	4.5.2020	63	7
11-03-К005	занималня-1-ва група	приземен етаж	4R2899	18.12.2019	4.5.2020	104	12
	коридор	приземен етаж	4R2955	18.12.2019	4.5.2020	109	7
	канцелария	приземен етаж	4R2798	18.12.2019	4.5.2020	85	7
	спалня 1-ва група	приземен етаж	4R2822	18.12.2019	4.5.2020	120	7
	кабинет директор	приземен етаж	4R3163	18.12.2019	4.5.2020	160	8
	медицински кабинет	приземен етаж	4R2149	18.12.2019	4.5.2020	94	7
11-03-К006	физкултурен салон	приземен етаж	4R2830	17.12.2019	29.4.2020	54	7
	група "Смехорани" III - спалня	приземен етаж	4R2256	17.12.2019	29.4.2020	84	7
	група "Слънчеви усмивки" - занималня	приземен етаж	4R1970	17.12.2019	29.4.2020	103	7
	група "Смехорани" III - занималня	приземен етаж	4R2947	17.12.2019	29.4.2020	82	8

<i>№ на анкетна карта</i>	<i>Помещение</i>	<i>Място в сградата (етаж)</i>	<i>ID на детектора</i>	<i>Начална дата</i>	<i>Крайна дата</i>	<i>ОАР, Вq/m<sup>3</sup></i>	<i>Комб. неопределеност (1σ)</i>
	група "Смехорани" III - гардеробна	приземен етаж	4R2966	17.12.2019	29.4.2020	144	8
	група "Слънчеви усмивки" - гардеробна	приземен етаж	4R2069	17.12.2019	29.4.2020	108	8
	група "Слънчеви усмивки" - спалня	приземен етаж	4R2255	17.12.2019	29.4.2020	87	8
11-03-K007	кабинет домакин	приземен етаж	4R2778	19.12.2019	4.5.2020	46	7
	занималня 1-ва гр.	приземен етаж	4R2257	19.12.2019	4.5.2020	56	7
	занималня предучилищна група	приземен етаж	4R2758	19.12.2019	4.5.2020	66	7
	лекарски кабинет	приземен етаж	4R2994	19.12.2019	4.5.2020	84	7
11-03-K008	кабинет директор	първи етаж	4R2178	19.12.2019	8.5.2020	60	7
	медицински кабинет	първи етаж	4R2995	19.12.2019	8.5.2020	72	7
	кухня	първи етаж	4R2258	19.12.2019	8.5.2020	71	7
	1-ва гр.	първи етаж	4R2777	19.12.2019	8.5.2020	50	6
	подготвителна група	първи етаж	4R2776	19.12.2019	8.5.2020	120	9
	занималня	приземен етаж	4R2282	19.12.2019	4.5.2020	39	8
11-03-K09	спалня	приземен етаж	4R2982	6.1.2020	14.5.2020	348	13
	кухня	приземен етаж	4R2930	6.1.2020	14.5.2020	310	12
	занималня	приземен етаж	4R2210	6.1.2020	14.5.2020	588	18
11-03-K09A	занималня	втори етаж	4R2820	6.1.2020	14.5.2020	96	7
	кабинет директор	първи етаж	4R2821	6.1.2020	14.5.2020	100	8
	кабинет домакин	първи етаж	4R2839	6.1.2020	14.5.2020	79	7

<i>№ на анкетна карта</i>	<i>Помещение</i>	<i>Място в сградата (етаж)</i>	<i>ID на детектора</i>	<i>Начална дата</i>	<i>Крайна дата</i>	<i>ОАР, Вq/m<sup>3</sup></i>	<i>Комб. неопределеност (1σ)</i>
	занималня	първи етаж	4R2935	6.1.2020	14.5.2020	84	7
11-06-K010	кабинет директор	приземен етаж	4R2246	18.12.2019	4.5.2020	73	7
	канцелария	приземен етаж	4R2978	18.12.2019	4.5.2020	85	7
	спалня"Пчеличка"	приземен етаж	4R2801	18.12.2019	4.5.2020	99	7
	занималня"Пчеличка"	приземен етаж	4R2824	18.12.2019	4.5.2020	98	8
	занималня"Слънчо"	приземен етаж	4R2825	18.12.2019	4.5.2020	84	7
	спалня"Слънчо"	приземен етаж	4R1973	18.12.2019	4.5.2020	75	7
11-06-K011	кухня	подземен етаж	4R2673	18.12.2019	4.5.2020	125	7
	офис	подземен етаж	4R2680	18.12.2019	4.5.2020	332	17
	салон	подземен етаж	4R2658	18.12.2019	4.5.2020	282	10
	дет.ясла	приземен етаж	4R2721	18.12.2019	4.5.2020	62	7
	кабинет директор	приземен етаж	4R2209	18.12.2019	4.5.2020	106	7
	гр. "Славейче"	приземен етаж	4R2946	18.12.2019	4.5.2020	85	7
	счетоводство	приземен етаж	4R2167	18.12.2019	4.5.2020	102	7
	гр."Косе Босе"	приземен етаж	4R2948	18.12.2019	4.5.2020	82	7
	здравен кабинет	приземен етаж	4R2305	18.12.2019	4.5.2020	102	7
11-06-K012	гр."Детелина"	приземен етаж	4R2173	2.1.2020	4.5.2020	238	10
	гр. "Слънчо"	приземен етаж	4R2828	2.1.2020	4.5.2020	529	16
	гр. "Звънче"	приземен етаж	4R2925	2.1.2020	4.5.2020	208	9
	кухненски блок	приземен етаж	4R2179	2.1.2020	4.5.2020	112	8

<i>№ на анкетна карта</i>	<i>Помещение</i>	<i>Място в сградата (етаж)</i>	<i>ID на детектора</i>	<i>Начална дата</i>	<i>Крайна дата</i>	<i>ОАР, Вq/m<sup>3</sup></i>	<i>Комб. неопределеност (1σ)</i>
	медицински кабинет	приземен етаж	4R2860	2.1.2020	4.5.2020	967	33
11-06-K013	кабинет директор	първи етаж	4R2182	18.12.2019	5.5.2020	101	7
	приемна деца	първи етаж	4R2808	18.12.2019	5.5.2020	77	7
	гр."Звездичка"	първи етаж	4R2214	18.12.2019	5.5.2020	81	7
	гр."Смехорани"	първи етаж	4R2092	18.12.2019	5.5.2020	72	7
11-06-K014	кухня	приземен етаж	4R2846	6.1.2020	5.5.2020	109	8
	занималня	приземен етаж	4R1984	6.1.2020	5.5.2020	106	8
11-06-K014А	кухня	приземен етаж	4R2267	6.1.2020	5.5.2020	61	8
	занималня	приземен етаж	4R1994	6.1.2020	5.5.2020	240	11
	кабинет домакин	приземен етаж	4R2921	6.1.2020	5.5.2020	233	10
	спално помещение	приземен етаж	4R2879	6.1.2020	5.5.2020	177	9
	кабинет директор	приземен етаж	4R2917	6.1.2020	5.5.2020	517	17
11-06-K014В	кухня	приземен етаж	4R2912	6.1.2020	5.5.2020	82	8
	занималня 1-ва гр.	приземен етаж	4R2223	6.1.2020	5.5.2020	34	8
11-06-K015	занималня	приземен етаж	4R2197	20.12.2019	11.5.2020	94	7
	спалня	приземен етаж	4R2281	20.12.2019	11.5.2020	53	6
	занималня -2ра гр.	приземен етаж	4R2993	20.12.2019	11.5.2020	102	7
11-06-K016	яслена група - занималня	приземен етаж	4R2795	18.12.2019	11.5.2020	75	7
	1-ва гр. Занималня	приземен етаж	4R2922	18.12.2019	11.5.2020	137	8
11-05-K017	кухня	първи етаж	4R2703	20.12.2019	5.5.2020	459	17
	3-та група	втори етаж	4R2717	20.12.2019	5.5.2020	132	8
	1-ва група	втори етаж	4R2493	20.12.2019	5.5.2020	141	8

<i>№ на анкетна карта</i>	<i>Помещение</i>	<i>Място в сградата (етаж)</i>	<i>ID на детектора</i>	<i>Начална дата</i>	<i>Крайна дата</i>	<i>ОАР, Вq/m<sup>3</sup></i>	<i>Комб. неопределеност (1σ)</i>
11-05-К017В	кухня	първи етаж	4R3047	19.12.2019	30.4.2020	383	15
	занималня	първи етаж	4R3026	19.12.2019	30.4.2020	319	11
11-05-К018	гр."Веселите врабчета"	приземен етаж	4R2669	19.12.2019	4.5.2020	195	10
	гр."Слънчо"	приземен етаж	4R2615	19.12.2019	4.5.2020	247	9
	гр."Пчелички"	приземен етаж	4R2569	19.12.2019	4.5.2020	602	22
	канцелария	приземен етаж	4R2646	19.12.2019	4.5.2020	205	19
	кабинет директор	приземен етаж	4R2623	19.12.2019	4.5.2020	353	12
11-05-К019	кухненски бокс	приземен етаж	4R2650	18.12.2019	5.5.2020	49	7
	подготвителен -кухня	приземен етаж	4R3052	18.12.2019	5.5.2020	58	7
	склад	приземен етаж	4R2707	18.12.2019	5.5.2020	31	6
	занималня/хол	приземен етаж	4R3033	18.12.2019	5.5.2020	112	7
	2-ра група	първи етаж	4R2653	18.12.2019	5.5.2020	287	12
	3-та група	първи етаж	4R3057	18.12.2019	5.5.2020	192	9
	4-та група	първи етаж	4R3046	18.12.2019	5.5.2020	322	13
11-05-К019А	спалня	приземен етаж	4R3077	18.12.2019	4.5.2020	85	7
	кухня	приземен етаж	4R3021	18.12.2019	4.5.2020	91	8
	занималня	приземен етаж	4R3090	18.12.2019	4.5.2020	90	7
11-05-К020	спалня	приземен етаж	4R2902	7.1.2020	10.5.2020	294	12
	занималня	приземен етаж	4R3010	7.1.2020	10.5.2020	237	13
	кухня	приземен етаж	4R2913	7.1.2020	10.5.2020	179	9
	склад	приземен етаж	4R2819	7.1.2020	10.5.2020	210	9
	детска ясла	приземен етаж	4R3032	7.1.2020	10.5.2020	87	8

<i>№ на анкетна карта</i>	<i>Помещение</i>	<i>Място в сградата (етаж)</i>	<i>ID на детектора</i>	<i>Начална дата</i>	<i>Крайна дата</i>	<i>ОАР, Вq/m<sup>3</sup></i>	<i>Комб. неопределеност (1σ)</i>
11-05-K021	занималня 1-ва и 2-ра гр.	първи етаж	4R3042	6.1.2020	5.5.2020	23	7
	занималня 3-та гр.	първи етаж	4R2546	6.1.2020	5.5.2020	62	8
11-05-K022	занималня	първи етаж	4R2523	2.1.2020	8.5.2020	114	8
	кухня	първи етаж	4R2332	2.1.2020	8.5.2020	35	7
11-04-K023	кухня	приземен етаж	4R2508	18.12.2019	11.5.2020	67	6
	занималня - 4 годишни	приземен етаж	4R3067	18.12.2019	11.5.2020	302	10
	занималня - 3 годишни	приземен етаж	4R2499	18.12.2019	11.5.2020	437	13
	медицински кабинет	приземен етаж	4R2603	18.12.2019	11.5.2020	556	18
11-04-K023A	спалня	приземен етаж	4R2641	7.1.2020	11.5.2020	50	7
	занималня	приземен етаж	4R2634	7.1.2020	11.5.2020	239	10
11-04-K024	кухня	подземен етаж	4R2534	19.12.2019	5.5.2020	50	7
	гр."Звездичка"	първи етаж	4R2648	19.12.2019	5.5.2020	272	10
	гр.Камбанка4	първи етаж	4R2502	19.12.2019	5.5.2020	143	8
	медицински кабинет	първи етаж	4R2550	19.12.2019	5.5.2020	131	7
	кабинет домакин	първи етаж	4R2335	19.12.2019	5.5.2020	80	7
11-04-K025	пералня	подземен етаж	4R2645	19.12.2019	7.5.2020	83	7
	кухня	подземен етаж	4R2419	19.12.2019	7.5.2020	73	7
	занималня 1-ва гр.	приземен етаж	4R3012	19.12.2019	7.5.2020	55	7
	кабинет директор	приземен етаж	4R2558	19.12.2019	7.5.2020	159	8
	медицински кабинет	приземен етаж	4R3097	19.12.2019	7.5.2020	439	14
	занималня 2-ра гр.	приземен етаж	4R2587	19.12.2019	7.5.2020	82	7

<i>№ на анкетна карта</i>	<i>Помещение</i>	<i>Място в сградата (етаж)</i>	<i>ID на детектора</i>	<i>Начална дата</i>	<i>Крайна дата</i>	<i>ОАР, Вq/m<sup>3</sup></i>	<i>Комб. неопределеност (1σ)</i>
11-04-K026	медицински кабинет	първи етаж	4R2357	18.12.2019	4.5.2020	93	11
	кухненски блок	първи етаж	4R3040	18.12.2019	4.5.2020	38	7
	занималня	първи етаж	4R3030	18.12.2019	4.5.2020	92	7
	салон	първи етаж	4R2465	18.12.2019	4.5.2020	66	7
	кабинет домакин	първи етаж	4R3028	18.12.2019	4.5.2020	193	8
	занималня	първи етаж	4R2536	18.12.2019	4.5.2020	236	9
11-04-K027	кухня	първи етаж	4R2709	18.12.2019	7.5.2020	126	7
	медицински кабинет	първи етаж	4R2640	18.12.2019	7.5.2020	30	6
	кабинет директор	първи етаж	4R2690	18.12.2019	7.5.2020	56	7
	1-ва гр.	първи етаж	4R2697	18.12.2019	7.5.2020	43	7
	2-ра група	първи етаж	4R3055	18.12.2019	7.5.2020	58	6
	3-та група	първи етаж	4R2625	18.12.2019	7.5.2020	64	7
11-04-K027A	занималня	първи етаж	4R3023	3.2.2020	7.5.2020	21	9
	методичен кабинет	първи етаж	4R3045	3.2.2020	7.5.2020	15	9
11-04-K027B	кухня	първи етаж	4R2694	3.2.2020	7.2.2020	206	225
	занималня	първи етаж	4R3058	3.2.2020	7.2.2020	239	229
11-08-K028	медицински кабинет	приземен етаж	4R2652	19.12.2019	29.4.2020	70	7
	яслена група	приземен етаж	4R2655	19.12.2019	29.4.2020	128	8
	занималня 1-ва група	приземен етаж	4R2642	19.12.2019	29.4.2020	130	8
	спалня 1-ва група	приземен етаж	4R2696	19.12.2019	29.4.2020	82	7
	гардеробна	приземен етаж	4R2701	19.12.2019	29.4.2020	278	16
	стая директор	приземен етаж	4R2699	19.12.2019	29.4.2020	181	8
	кухненски блок	приземен етаж	4R2700	19.12.2019	29.4.2020	57	7
11-08-K028A	занималня	приземен етаж	4R2639	19.12.2019	29.4.2020	43	7

<i>№ на анкетна карта</i>	<i>Помещение</i>	<i>Място в сградата (етаж)</i>	<i>ID на детектора</i>	<i>Начална дата</i>	<i>Крайна дата</i>	<i>ОАР, Вq/m<sup>3</sup></i>	<i>Комб. неопределеност (1σ)</i>
	кухненски блок	приземен етаж	4R2695	19.12.2019	29.4.2020	58	8
11-07-K029	яслена група	приземен етаж	4R3107	17.12.2019	8.5.2020	62	7
11-07-K030A	физкултурен салон	приземен етаж	4R3039	8.1.2020	5.5.2020	95	8
	администрация	приземен етаж	4R2464	8.1.2020	5.5.2020	178	9
	занималня	приземен етаж	4R3102	8.1.2020	5.5.2020	121	8
	спалня	приземен етаж	4R2628	8.1.2020	5.5.2020	88	8
11-02-K031	занималня 1-ва гр.	приземен етаж	4R3044	19.12.2019	4.5.2020	132	7
	занималня 2-ра гр.	приземен етаж	4R3101	19.12.2019	4.5.2020	339	12
	занималня 4-та група	приземен етаж	4R3098	19.12.2019	4.5.2020	135	7
	здравен камбинет	приземен етаж	4R3072	19.12.2019	4.5.2020	35	7
	канцелария	приземен етаж	4R3080	19.12.2019	4.5.2020	70	7
	кабинет директор	приземен етаж	4R3094	19.12.2019	4.5.2020	88	7
	кухненски блок	приземен етаж	4R3109	19.12.2019	4.5.2020	63	7
	методиче кабинет 2	приземен етаж	4R2626	19.12.2019	4.5.2020	37	7
11-01-K032	спалня	приземен етаж	4R2621	19.12.2019	4.5.2020	828	24
	занималня	приземен етаж	4R2666	19.12.2019	4.5.2020	1178	33

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Дескриптивна статистика на резултатите за ОАР по детски градини**

<i>Код на детската градина</i>	<i>Брой измерени помещения</i>	<i>AM, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>SDV</i>	<i>CV, %</i>	<i>Минимална стойност, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>Максимална стойност, Bq/m<sup>3</sup></i>
1	11	126	17.8	14	96	163
2	5	163	140.0	86	33	354
3	3	50	7.2	14	42	55
4	6	162	86.6	53	63	297
5	6	112	26.4	24	85	160
6	7	95	27.9	29	54	144
7	4	63	16.2	26	46	84
8	6	69	28.1	41	39	120
9	7	229	194.7	85	79	588
10	6	86	11.0	13	73	99
11	9	142	96.0	68	62	332
12	5	411	347.7	85	112	967
13	4	83	12.7	15	72	101
14	9	173	148.0	85	34	517
15	3	83	26.3	32	53	102
16	2	106	43.8	41	75	137
17	5	287	145.9	51	132	459
18	5	320	169.4	53	195	602
19	10	132	101.3	77	31	322
20	5	201	76.7	38	87	294
21	2	43	27.6	65	23	62
22	2	75	55.9	75	35	114
23	6	275	200.6	73	50	556
24	5	135	85.3	63	50	272
25	6	149	146.7	99	55	439
26	6	120	77.4	65	38	236
27	10	86	78.8	92	15	239
28	9	114	76.0	67	43	278
29	1	62		0	62	62
30	4	121	40.9	34	88	178
31	8	112	99.1	88	35	339
32	2	1003	247.5	25	828	1178
<b>общо</b>	<b>179</b>	<b>156</b>	<b>159.4</b>	<b>102</b>	<b>15</b>	<b>1178</b>