

# Проучване на обемна активност на радон в жилищни сгради с констатирани високи стойности на радон на територията на България

Отчет по дейност 4.4.1 от Национален план за действие за  
намаляване на риска от облъчване от радон



2020 г.

Национален център по радиобиология и радиационна защита  
гр. София

## СЪДЪРЖАНИЕ

СЪКРАЩЕНИЯ.....	2
РЕЗЮМЕ .....	3
1. ВЪВЕДЕНИЕ.....	4
2. МЕТОДОЛОГИЯ НА ПРОУЧВАНЕТО .....	6
2.1. Методи на измерване и обработка .....	6
2.2. Осигуряване на качеството и анализ на резултатите .....	7
3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ.....	9
3.1. Анализ на загубите и провеждане на проучването .....	9
3.2. Анализ на резултатите от проучването .....	12
3.3. Анализ на резултатите от повторени измервания .....	19
3.4. Анализ на резултатите за територията на България.....	22
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	25
ЛИТЕРАТУРА.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 - Резултати на обменната активност на радон по анкетни карти и области .....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2 – Обобщени резултати на обменната активност на радон по области .....	39
ПРИЛОЖЕНИЕ № 3 – Преоценени резултати за обменната активност на радон по области .....	40

**СЪКРАЩЕНИЯ**

AM	Средно-аритметична стойност
МААЕ	Международна агенция за атомна енергия
МЗ	Министерство на здравеопазването
МС	Министерски съвет
МРРБ	Министерство на регионалното развитие в България
НКС	Национален координационен съвет
НРЗ	Наредба за радиационна защита
НЦРРЗ	Национален център по радиобиология и радиационна защита
ОАР	Обемна активност на радон
ОКС	Областен координационен съвет
ЛСОРЕ	Лаборатория съществуващо облъчване и радиационни експертизи
МИОАР	Минимално измерима обемна активност на радон
РЗИ	Регионална здравна инспекция
СЗО	Световна здравна организация
IARC	Международната агенция за изследване на рака
$^{222}\text{Rn}$	Радон 222
GM	Средно-геометрична стойност

## РЕЗЮМЕ

В изпълнение на Дейност 4.4.1 „Организиране и провеждане на проучване на концентрацията на радон в сгради, на които са проведени коригиращи мерки за редуциране на концентрацията на радон“ към Оперативна цел 4: „Въвеждане на технически правила и норми за прилагане на практика на адекватни превантивни (защитни) мерки при строеж на нови сгради и коригиращи (възстановителни) мерки на съществуващи сгради в експлоатация“ от Национален план за действие за намаляване на риска от облъчване от радон през периода 2018 г. - 2019 г. е проведено проучване на обемната активност на радон в жилища, където са констатирани високи стойности на територията на България. Отчетът представя анализирани резултати от проведените измервания на ОАР в жилища. В края на 2018 г. стартира проучването във всички 28 области на България по Процедура за национално проучване в жилища с констатирани високи стойности на средно годишна обемна активност на радон. Измерванията са проведени в 16 жилища за всяка област, разпределени на територията на областта, като във всяко от избраните жилища се измерват две от най-често обитаваните помещения. Предоставени са общо 924 броя пасивни алфа-трак детектори на RADOSYS система, от които 28 броя нулеви детектори за всяко РЗИ, за оценка на условията за съхранение и транспорт и 896 броя за обследването на 448 жилища. Периодът на провеждане на проучването беше една календарна година, от 20 септември 2018 г. до 20 септември 2019 г. От предоставените на РЗИ 924 броя детектори в лабораторията са върнати 884 броя, като са изгубени 40 броя детектори.

Средната стойност на ОАР в обследваните сгради е  $AM=188 \text{ Bq/m}^3$ , а средногеометричната стойност е  $GM=125 \text{ Bq/m}^3$ . Високите стойности са очаквани, тъй като проучването е насочено към сгради с констатирани нива над референтните стойности. Разгледано е влиянието на вида на населеното място и на типа конструкцията на сграда и е установена статистически значима разлика между групите.

Извършена е проверка на надежността на провежданите проучвания, чрез сравнение на резултатите от настоящото и предишни проучвания за 208 броя жилищни сгради, където са повторени измерванията на ОАР. Проведеният статистически тест е значим, което показва устойчивостта и надежността на проучванията.

На базата на получените нови резултати са преоценени обобщените стойности за територията на България, които включват резултатите от Националното проучване през 2015-2016 г., измерванията на сезонните вариации през 2017-2018 г. и новите резултати от настоящото проучване. Преоценените стойности за ОАР за територията на България се различават несъществено от резултатите от националното проучване. Средната стойност на обемната активност на радон за България е  $AM=117 \text{ Bq/m}^3$ , а средногеометричната стойност е  $GM=83 \text{ Bq/m}^3$ .

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Радон е втората водеща причина за рак на белите дробове, след тютюнопушенето. Установяването на вредното въздействие върху здравето на хората от облъчване на радон е добре документирано. Още през 1988 г. Международната агенция за изследване на рака и Световната здравна организация определят радонът като канцероген за човека от група I. За постигане на цялостно намаляване на риска за населението се прилагат стратегии, както за предотвратяване на навлизането на радона в нови жилища или за прилагане на превенция, така и за намаляване на обемната активност на радон в съществуващите жилища.

Защитата на населението от високи нива на радон в жилища се състои от няколко последователни стъпки [1]. Първата стъпка е дългосрочно измерване на обемната активност на радон и анализ на получените резултати. При установяване на несъответствие с националните референтно ниво на радон, втората стъпка е да се открие източникът на радон в сградата. По принцип има три потенциални източника на радон в сградите: почвата или земята под и около сградата, строителни материали и вода, използвана за питейно-битови цели, ако се използват частни кладенци. Третата стъпка е да се анализират строителните и инженерни проектни решения на сградата по отношение на тяхното влияние върху наличието на радон във въздуха в нея. След оценка на гореспоменатите аспекти се избира коригиращо действие за намаляване на радона. Наличният практически опит показва, че мерките за предотвратяване на проникване на радон, прилагани по време на строителството и мерките за корекция или за намаляване на ОАР в съществуващи сгради, ако се прилагат правилно, могат да допринесат за значително намаляване на радона в сградата на приблизително ниска цена в сравнение с цената, която се плаща при увреждане на здравето, причинено от облъчване с високи ОАР [2,3,4].

Технологиите за контрол на ОАР, целят намаляването на радон в помещенията на съществуващи сгради и в ново строителство чрез коригиращи и превантивни мерки. През последните години повишаването на екологичната осведоменост и увеличаващите се разходи за енергия стимулират развитието на ниско енергийни и пасивни къщи за пестене на енергия, което може да увеличи радона в сградите, ако не са взети в предвид нива му. Възможният начин за оценка на ОАР в сградата е чрез пасивни измервания, препоръчани от СЗО [1] и Международната агенция по атомна енергия [5]. Рискът от облъчване от радон в сгради е правопропорционален на времето на престой в помещенията и на обемната активност на радон в тях.

За идентифициране на здравния риск за периода 2013 -2017 г. е изпълнена Национална програма за намаляване на въздействието на радон в сгради, в рамките на която е проведено първото систематизирано проучване на ОАР в жилища на територията на цялата страна. Резултатите от проучването-показаха [6], че:

- средната обемна активност на радон за България е съпоставима с тази на европейските страни.

- 4.4% от населението на Република България живее в домове с нива на радон над референтната стойност от  $300 \text{ Bq/m}^3$ , регламентирани в Наредба за за радиационна защита [7].

Населението прекарва средно около 90% от времето си на закрито, като 60% са в жилищна среда, за това проучванията на ОАР в жилища заслужават специално внимание. Ползата за здравето, свързана с тестването на радон, се реализира само когато се идентифицират и намалят високи нива на радон чрез коригиращи действия. Въпреки това не всички домакинства, в жилищата на които са измерени високи нива на радон, извършват коригиращи действия за намаляването им. Проучвания, проведени през 2011 г. - 2015 г. в Ирландия [8], установяват, че приблизително 25-30% от домакинствата извършват коригиращи мерки за намаляване на нивата на радон. Тези проучвания разгледат и причините, поради които домакинствата не ги извършват и установяват, че липсата на загриженост за високите нива на радон и цената за мерките са едни от основните причини. Въз основа на проучването са предложени мерки за убеждаване на членовете на домакинството за необходимостта от намаляване на нивата на радон в жилището, като една от тях е провеждане на телефонен разговор при измерени нива над  $800 \text{ Bq/m}^3$ .

В България, прилагането на коригиращи мерки се извършва много ограничено, въпреки че мерките за редуциране на установените високи нива на радон в сгради са регламентирани в Наредба за техническите изисквания към сградите за защита от радон, изготвена от МРРБ и приета от Министерски съвет през 2019 г. [9]. Наредбата е сравнително нова и недостатъчната информираност на населението в България за нея, може да се отчете като една от основните причини, за все още незадоволителното прилагане на коригиращи мерки за намаляване на ОАР.

С цел провеждане на допълнителни проучвания на ОАР в жилища, където са установени повишени стойности на радон във всички 28 области на България, през периода септември 2018 – септември 2019 г., се извършиха измервания на нивата на радон по дейност 4.4.1 „Организиране и провеждане на проучване на концентрацията на радон в сгради, на които са проведени коригиращи мерки за редуциране на концентрацията на радон“ към Оперативна цел 4: „Въвеждане на технически правила и норми за прилагане на практика на адекватни превантивни (защитни) мерки при строеж на нови сгради и коригиращи (възстановителни) мерки на съществуващи сгради в експлоатация“ от Национален план за действие за намаляване на риска от облъчване от радон. Наред с това се целеше да се установи, дали населението е предприело някакви коригиращи мерки за намаляване на ОАР в помещенията. Една от задачите бе и да се установи надеждността на провежданите проучвания, тъй като основна роля при извършване на измерването, играе собственика на жилището, който отваря детектора и го поставя в някое от помещенията в дома си. Поставянето на детектора в необитавано помещение, особено под земята, като мазе или изба би довело до отчитане на по-високи обемни активности в сградата.

## 2. МЕТОДОЛОГИЯ НА ПРОУЧВАНЕТО

През есента на 2018 г. стартира проучването във всички 28 области на България по Процедура за национално проучване в жилища, с констатирани високи стойности на средно годишна обемна активност на радон. От лаборатория СОРЕ, до всички РЗИ са изпратени писма, заедно с детектори и материали за провеждане на проучването. Планирано е във всяка област да се обследват 16 жилища или 448 жилища общо, в които да се измервят по две помещения. Предоставени по 33 детектора на РЗИ, от които 1 детектор е нулев, чрез който се оценяват фоновите стойности или общо 924 детектора са раздадени, съответно от тях за изпитване в жилища 896 броя и 28 броя нулеви.

Подготвителните дейности, които са извършени за провеждане на проучването са:

- ✓ Избор на 16 жилища (къщи), разпределени на територията на областта, където са установени високи стойности на обемната активност на радон от РЗИ.

- ✓ Подготовка и предоставяне от експертите в НЦРРЗ на пакет, съдържащ: 33 броя детектори (32 броя за жилища и 1 брой нулев детектор); анкетни карти за коригиращи действия предприети в жилищата; инструкции за поставяне на детекторите; опис на детекторите по номера (ID код) и указание за изпълнение на дейностите по проучването;

- ✓ Разпространение на детекторите в избраните жилища е извършено от инспекторите от РЗИ, а поставянето на детекторите в жилището - от собствениците, съгласно предоставена инструкция, както при предишните проучвания.

Препоръчано е поставяне на детекторите в най-обитаваните помещения на етажа, граничещ с земята (приземен), например дневна и спалня.

Проучването се проведе за една календарна година без смяна на детекторите, което позволи да се оцени средногодишната обемна активност в жилището.

### 2.1. Методи на измерване и обработка

Алфа-трековите детектори са най-подходящи за извършване на мащабни проучвания. За това при измервания на жилища те са обичаен избор, за да се проучи дългосрочно ОАР в съответната сграда. СЗО препоръча проучванията да се провеждат за срок от една година, за да се избегне влиянието на сезонните вариации [1]. Методът за измерване на ОАР в сгради се базира на международно признати стандарти за пасивни измервания, както и на международни практики в областта на изследване на ОАР в жилища. 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: Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis“ [10]. За провеждане на проучването са използвани пасивни детектори за дългосрочно измерване на обемната активност на радон в сгради. Детекторите се състоят от два CR-39 чип, поставени в цилиндрични дифузионни камери. Камерите, предпазват чиповете освен от физически повреди, но и представляват филтър за прах и дъщерните продукти на радон (*Фигура 1*). Основният детекторен чип е разположен в

основната дифузионна камера тип RSF. Вторичният чип работи с вторична дифузионна камера, чийто обем е много по-малък от този на основната камера. Вторичният чип се използва за оценка на ОАР, когато броят на трековете оставени от алфа частиците върху повърхността на основния чип надвишава линейния калибрац модел или основният чип има дефект или е наранен. Обемната активност на радон в тези случаи, се определя чрез броят на трековете (следите) върху вторичния чип, като се извършва корекция с мултипликативен коефициент, даден от производителя.



Фигура 1. а) Напречно сечение на RSFV камера б) Снимка на отворен основна камера на RSFV детектор

Алфа частиците попаднали върху чипа оставят следи (трекове) върху него. За обработката на детекторите и оценяването на ОАР на радон във въздух в помещения, в лаборатория „СОРЕ“ се използва RADOSYS система, която се състои от: баня за ецване, микроскоп за четене на трековете и софтуер за обработка на данните. Обработката на детекторите и средствата за измерване се подготвят за работа съгласно вътрешните инструкции за измерване в лабораторията. Следите по материала, с диаметър няколко десетки нанометра, получени след химична обработка, се четат с помощта на електронния микроскоп.

## 2.2. Осигуряване на качеството и анализ на резултатите

Основният елемент за качество на изпитванията е осигуряване на проследимост на измерванията на ОАР до първичен еталон. Лаборатория „СОРЕ“ 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. Облъчването на детекторите в референтна атмосфера, проследима до национален или международен еталон, се извършва от външна акредитирана лаборатория. За партидата детектори, използвани в проучването, лабораторията е изпратила детектори за облъчване до акредитирана лаборатория в



Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) – Германия. Издаден е сертификат за вътрешно калибриране СК № 08/09.05.2018 г въз основа на сертификат за калибриране № СК № 1240-D-K-15063-01-00/21.02.2018 от лабораторията в Германия Radon-Kalibrier laboratorium – Berlin, Bundesamt für Strahlenschutz. Сертификатите за калибриране се съхраняват в досието на измерващата система в лабораторията към НЦРРЗ. Оценният калибровъчен коефициент се използват за оценка на ОАР, в обследваните жилища.

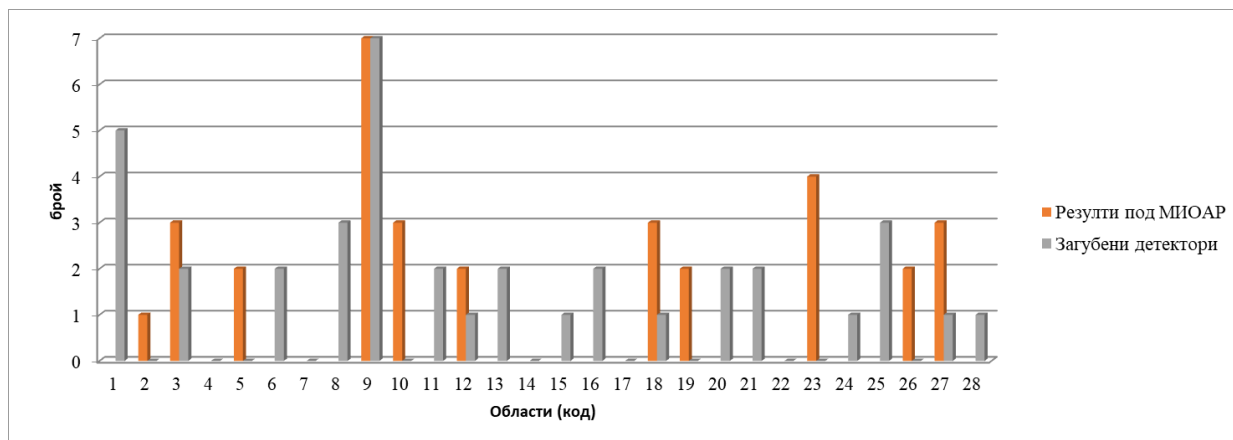
Оценка на точността и стареенето на материала на чиповете се извършва с нулеви детектори. Нулевите детектори са детектори, които не се разопаковат или отварят, те се използват за оценка на влиянието на пренасянето от лабораторията до помещението и обратно. Анализът на нулевите детектори, раздадени на РЗИ е със средна стойност от 1.11 track./mm<sup>2</sup> за основния чип, а за втория чип 0.57 track./mm<sup>2</sup>, което представлява приблизително 2.4 и 1.9 пъти увеличение съответно за основния и втория чип на фоновите стойности на чиповете. Въз основа на анализа на нулевите детектори е извършена корекция на фона при оценката на резултатите, поради по-дългия период на престой в помещенията за вземане на извадките. При калибрирането на партидата се определя ниво на откриване (decision threshold) и минимално измерима обемна активност на радон за партида детектори. На база на продължителният престой на детекторите в измерваното помещения и анализа на нулевите детектори минимално измерима обемна активност на радон за партидата, използвана в проучването е преоценена на **15 Bq/m<sup>3</sup>**.

Анализът на резултатите от проучването е извършен, като е използван пакета IBM SPSS statistics за обработка на данните.

### 3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

#### 3.1. Анализ на загубите и провеждане на проучването

Проучването е проведено в 28 области на България, като са предоставени детектори за обследване на 448 жилищни сгради. Изпратени са общо 924 броя детектори, съответно от тях за изпитване в жилища 896 броя и 28 броя нулеви. В лабораторията не са върнати 40 броя детектора, като 2 броя от тях са от нулевите детектори. Двете области, които не са върнали нулевите детектори са Кюстендил и Велико Търново, като от втората област са върнали детектор от предходна партида. Провеждането на проучване с два броя детектора на жилище е по-целесъобразно, поради факта че загубата на резултати съществено намалява, но не е ефективно от икономическа гледна точка, поради по-високата цена. За настоящото проучване процента на загубата на детектори е 4.2 %, докато загубите на двата детектора или загуба на резултат за жилище е 2.5 %. Загубата на данни за детектора и/или за жилище се получава, когато оценената ОАР е под минимално измерима обемна активност на радон, което вероятно е в резултат на неотваряне на алуминиевото фолио. Загубата на детектори и резултати под МИОАР по области са представени на Фигура 2.



Фигура 2. Загуби на детектори и резултати под МИОАР по области

Най-много загуба на детектори и резултати под МИОАР са в област Кърджали (с код 09), следвано от област Благоевград (с код 01), където са загубени 5 детектори и София-област, където в две жилища резултатите са под МИОАР.

Подробни данни за броя измерени жилища, загуби на детектори, брой на резултатите под МИОАР и оценени резултати по области, са представени в Таблица 1. Общият брой измерени жилища са 426 броя, а загубите на данни за жилища поради невръщане на детекторите в лабораторията и получени резултати под минимално измеряемата ОАР са 22. Общият брой на загубени данни за помещения е 70 броя, както и за 2 броя нулеви детектори. Общият процент на загубите на данни за жилища за настоящото проучване е 5 %, което е сравнително висок процент за малкия обем на проучването. За сравнение при провеждане на националото проучване с 2800 жилища загубите също са били 22 броя резултат [6].

**Таблица 1. Брой измерени жилища, загуби на детектори и резултати и резултати под МИОАР по области**

<i>Код на областта</i>	<i>Брой измерени жилища</i>	<i>Жилища с резултат под МИОАР</i>	<i>Общ брой резултати под МИОАР</i>	<i>Брой жилища с загубени детектори</i>	<i>Общо брой загубени детектори</i>
01	14			2	5
02	16		1		0
03	14	1	3	1	2
04	16				0
05	15	1	2		0
06	15			1	2
07	16				0
08	15			1	3
09	12	2	7	2	7
10	15	1	3		0
11	16				2
12	15	1	2		1
13	15			1	2
14	16				0
15	16				1
16	15			1	2
17	16				0
18	15	1	3		1
19	15	1	2		0
20	16				2
21	15			1	2
22	16				0
23	14	2	4		0
24	16				1
25	15			1	3
26	15	1	2		0
27	16		3		1
28	16				1
нулеви					2
<b>Общо</b>	<b>426</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>40</b>

Разпределението на детекторите в различните области е не само в жилища, в които от предишно проучване са констатирани високи нива на радон, както бе препоръчано в указаният, а и в домове, в които за пръв път се измерва ОАР. От обследваните общо 426 жилища, в 218 от тях се измерва ОАР за първи път и в 208 броя жилищата се провтарят измерванията. В област Хасково всички изследвани жилищни сгради са измерени за първи

път, докато от РЗИ Благоевград, Кюстендил, Силистра и Търговище са разпределили детекторите в домове, които ОАР е вече измеренана. Въпреки, че в указанията за проучването бе посочено, че измерванията следва да бъдат повторени в жилища с ОАР над референтните нива, в област Кърджали повторно измерените 9 жилища са с оценени ОАР от първите измервания от 27 до 233 Bq/m<sup>3</sup>. Подобен е резултата за област Кюстендил, където 8-те жилища, които повторно се измерват са с обменни нива на радон под референтното. В област Монтана са измерени за втори път три жилища, чийто стойности от първата оценка на ОАР са в границите от 17 до 90 Bq/m<sup>3</sup>. Проучването в област Стара Загора е проведено повторно в пет жилища, с вече установени нива на радон под 300 Bq/m<sup>3</sup>. Обследваните повторно жилища на територията на области Варна, Враца, Габрово, Русе са две, а в област Пловдив е само едно. При проведеното проучване в София - град са измерени за трети път 8 жилища, чийто предишни резултати за ОАР също е под референтно ниво от 300 Bq/m<sup>3</sup>, като са дублирани анкетните карти на тези сгради, което е условие за грешна информация за общия брой проучени сгради за областта. За разлика от София - град в проучването в области Перник и Плевен е осъществено правилно, като в тези области са измервани жилища с констатирани високи нива на радон, в повечето от които са извършени основни или частични ремонти.

*Неправилното провеждане на проучванията и не следването на указанията за проучването е предпоставка за загуби на резултат и информация, съответно некоректо изпълнение на дейностите по Националния план.*

С цел да се верифицират данните от проведеното проучване в края на месец януари 2020 г. са изпратени писма до всички РЗИ. Препоръчано е да се проверят: номерата на детекторите, местоположенията им (вид помещение) и съответните номера на анкетни карти, в зависимост от това за кой път се провежда измерване на обемна активност на радон в жилището. Изпратени са таблици с данни, като в последните пет колони срещу номера на анкетната карта са въведени стойности на ОАР от предходното проучване, както и специална колона за проверка на обстоятелствата, свързани с предприетите мерки в конкретното жилище. В срок до 15.02.2020 г. верифицираните данни в попълнените таблици и информация за лицето извършило проверката от страна на РЗИ са предоставени на НЦРРЗ. РЗИ Бургас, РЗИ Видин и РЗИ Разград не са предоставили информация в колона „проверка на обстоятелствата“.

От всички измерени жилища, съгласно информацията от попълнените анкетни карти в колона „предприети защитни мерки за радон“, в нито едно от измерените жилища не са извършени коригиращи дейности за редуциране на констатираните високи нива на радон.

За проучените жилища е събрана информация, чрез попълване на анкетната карта, която може да послужи за по детайлно обследване на фактори, които влияят на ОАР.

### 3.2. Анализ на резултатите от проучването

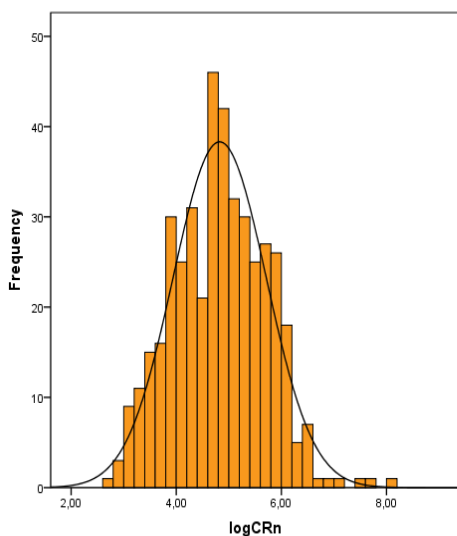
Резултатите по анкетни карти и детектори за всички области са представени в *Приложение № 1* към настоящия отчет. Систематизираните данни за средната стойност на обемната активност на радон за сграда са представени в *Таблица 2*. Средната стойност на ОАР е определена между измерванията за двете помещения, когато и двете са на приземния етаж или обитавания етаж, който граничи със земната повърхност. Когато измерванията не са проведени на един етаж е взета стойността само за приземния етаж и са изключени стойности за мазе и втори етаж.

*Таблица 2. Дескриптивна статистика на резултатите за ОАР за проучването през 2018-2019 г.*

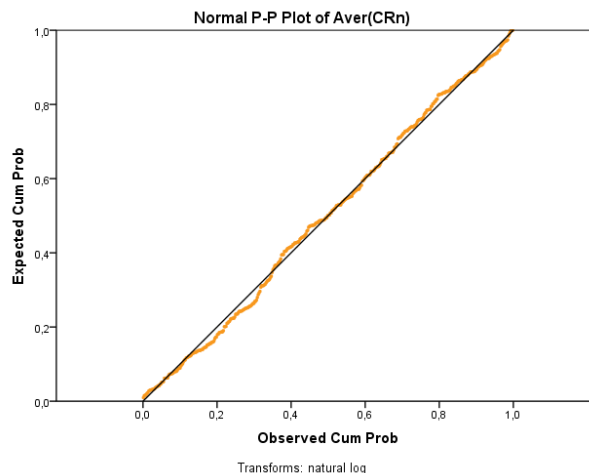
Брой на измерваните сгради	426
Средна аритметична стойност (AM), Bq/m <sup>3</sup>	188
Стандартно отклонение	243
Медиана, Bq/m <sup>3</sup>	125
Минимална стойност, Bq/m <sup>3</sup>	15.6
Максимална стойност, Bq/m <sup>3</sup>	3053.7
CV, %	129
Средно геометрична стойност (GM), Bq/m <sup>3</sup>	125
Стандартно геометрично отклонение	2.43

Средната стойност на обемната активност (AM) на радон за измерените жилища е 188 Bq/m<sup>3</sup>, а средногеометричната стойност (GM) е 125 Bq/m<sup>3</sup>, която е малко по-висока от стойностите от националното проучване за жилищни сгради, проведено през 2015-2016 година (AM=111 Bq/m<sup>3</sup> GM=81 Bq/m<sup>3</sup>). Високите средноаритметична и геометричната стойности на ОАР са очаквани, тъй като проучването е проведено в жилища констатирани високи стойности на радон. Резултатите на ОАР варират от 15.6 Bq/m<sup>3</sup> до 3054 Bq/m<sup>3</sup> с много висок коефициент на вариация 129%. Най-високата стойност на ОАР е измерена в гр. Банско, област Благоевград. В 72 от обследваните жилищни сгради са констатирани стойности на ОАР над референтното ниво от 300 Bq/m<sup>3</sup> или 17 % от сградите се нуждаят от коригиращи мерки за намаляване на нивата на ОАР.

Изследвана е формата на разпределение на резултатите от проучването (Фигура 3а – хистограма и Фигура 3б –  $p-p$  плот на логаритама от резултатите за ОАР в обследваните сгради). Приложен е теста на Колмогоров – Смирнов за проверка на хипотезата за нормално разпределение на логаритмуваните резултати. Установено е, че теста е статистически не значим ( $p=0.194 > 0.05$ ), което показва че стойностите на ОАР следват лог-нормално разпределение.



Фигура 3а – хистограма на логаритма на резултатите на ОАР в сградите



Фигура 3б – p-p плот на логаритма от резултатите за ОАР

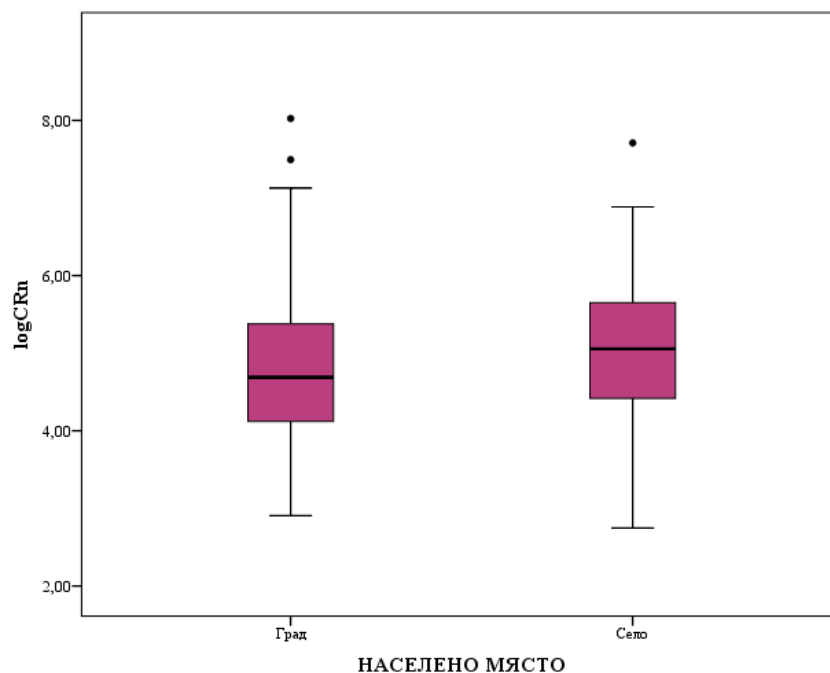
Обследването на жилищните сгради е извършено във всички области, като са обхванати различните видове населени места, съответно градски и селски вид. Средната стойност на обемната активност на радон е по-висока в жилища в населено място от селски вид, въпреки че най-високата стойност на ОАР е измерена в град. Дескриптивната статистика на резултатите на ОАР по вид на населеното място е представена в Таблица 3.

Таблица 3. Дескриптивна статистика на резултатите за ОАР по вид на населеното място

	Град	Село
Брой на измерваните сгради	257	169
Средна аритметична стойност (АМ), Вq/m <sup>3</sup>	172	213
Стандартно отклонение	252	228
Медиана, Вq/m <sup>3</sup>	109	157
Минимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	18.3	15.6
Максимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	3053.7	2229.8
CV, %	146	107
стойност на p от теста на Колмогоров – Смирнов за лог-нормално разпределение при 95 % доверителен интервал	0.200<0.05	0.200>0.05

Коефициентът на вариации е по-голям в групата жилища от градски тип, което показва, че може да бъдат регистрирани много високи стойности в градовете. Прилагането на теста на Колмогоров – Смирнов за лог-нормално разпределение при 95 % доверителен интервал показва, че стойностите в групите по вид на населеното място следват лог-нормално разпределение. Разгледана е научната хипотеза за статистическо различие между двете групи населени места, като е приложен теста на Ман-Уитни за независими извадки,

защото и двете извадки нямат хомогени дисперсии. Резултатите от теста на Ман-Уитни показват, че има статистически значимо различие между двете групи населени места – градски и селски вид (MW,  $p=0.001 \leq 0.05$ ). Сравнението на медианите на двете групи жилища, разделени по вида на населеното място е представено на *Фигура 4*. Статистическа разлика в обемната активност на радон в населени места от градски и селски вид е доказана и за резултатите от националното проучване [6]. Различието вероятно се дължи на разликата в типа и конструкцията на сградите в градските райони и селата. За да се разгледа, дали конструкцията на сградите е причина за разликата в ОАР в изследвани жилища в градски и селски вид населено място, е приложен двуфакторен дисперсионен анализ.



*Фигура 4. Обобщени резултати на ОАР по видове на населеното място*

Групите сгради, които са обследвани в това проучване са: еднофамилна къща за живеене и многофамилна жилищна сграда. Въпреки, че проучването бе насочено за жилища с констатирани високи стойности на ОАР, детектори са поставяни и в друг тип сгради, като: вила, която се обитава до 4 месеца от годината; център за настаняване от семеен тип; сграда за здравеопазване и жилищна/сграда за търговия и услуги/ универсален магазин. Тези измервания са отделени в отделна група – „друг тип сгради“. Разпределението на броя измервания по групите, средната стойност и стандартното отклонение са представени в *Таблица 4*. Не е установен статистически значим ефект на взаимодействие на вида населено място и вида на конструкцията на сградата върху скалата за обемна активност на радон в жилища ( $p=0.709$ ), а процента на дисперсия в ОАР, с който би могло да се прогнозира от влиянието на двата фактора: населено място и конструкция на сградата е само 3%. Едно от обясненията за статистически незначимия ефект на взаимодействие на двата фактора е разликата в обема на извадките в групите. В районите от селски вид са обследвани само 9

многофамилни жилищни сгради, за сранение с градски вид населено място 62, което е съществено различие. В селските райони, вида на конструкцията на сграите е предимно еднофамилни, малки къщи. За да се провери дали конструкцията на сградата влияе на обемната активност на радон е приложен теста на Крушкел-Уолис (Kruskal-Wallis), за сравняване на три и повече независими групи. Тестът показва, че има статистически значимо различие между ОАР на трите типа обследвани сгради ( $p < 0.001$ ).

Таблица 4. Обобщени резултати на ОАР по вид на населеното място и предназначение на сградата

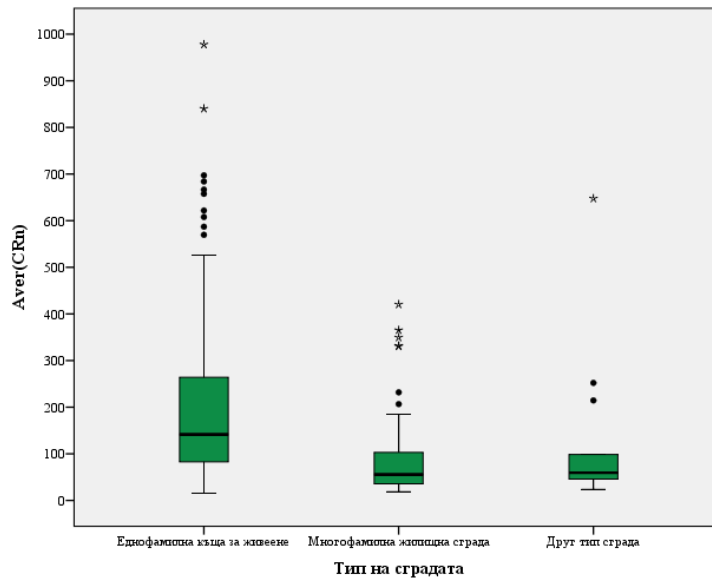
Вид на населеното място	Предназначение на сградата	АМ, Вq/m <sup>3</sup>	Стандартно отклонение, Вq/m <sup>3</sup>	Брой жилища
Град	Еднофамилна къща за живеене	193	259	189
	Многофамилна жилищна сграда	116	236	62
	Друг тип сграда	94	80	6
	Total	172	252	257
Село	Еднофамилна къща за живеене	223	232	153
	Многофамилна жилищна сграда	77	59	9
	Друг тип сграда	161	224	7
	Total	213	228	169
Total	Еднофамилна къща за живеене	207	247	342
	Многофамилна жилищна сграда	111	221	71
	Друг тип сграда	130	170	13
	Total	188	243	426

На Фигура 5 са представени обобщените стойности на ОАР по типове сгради, като средната линия е медианата на данните за съответната група сгради. За да се определи къде е различието е приложен теста на Ман-Уитни, по двойки за групите. Статистическа значима разлика има между резултатите за ОАР за еднофамилни жилищан къща и многофамилни жилищни сгради ( $p > 0.001$ ). Разликата в ОАР във видовете сгради бе установена и за резултатите от националното проучване, т.е по-високи стойности на обемната активност на радон се очаква да има в еднофамилни жилищни сгради. Въпреки това, максималната измерена стойност на ОАР през настоящото проучване в многофамилна жилищна сграда е 1798 Вq/m<sup>3</sup> в град Сопот, област Пловдив, което е основание за проучване на градовете и по-големите сгради.

Обобщените резултати за средните стойности, минимална и максимални стойности, както и стойността на теста на Шапиро-Уилк, за проверка на нормалното разпределение на стойностите на ОАР в областта са представени в **Приложение № 2**. Нормално разпределение на стойностите на ОАР имат групите, за които стойността на теста е  $p > 0.05$ . Средната стойност на ОАР за областите варира от 75 Вq/m<sup>3</sup> за Хасково до 520 Вq/m<sup>3</sup> за Благоевград, където са измерени само жилища с констатирани високи ОАР. Тази голяма разлика в средните стойности на областите не би следвало да се коментира от гледна точка

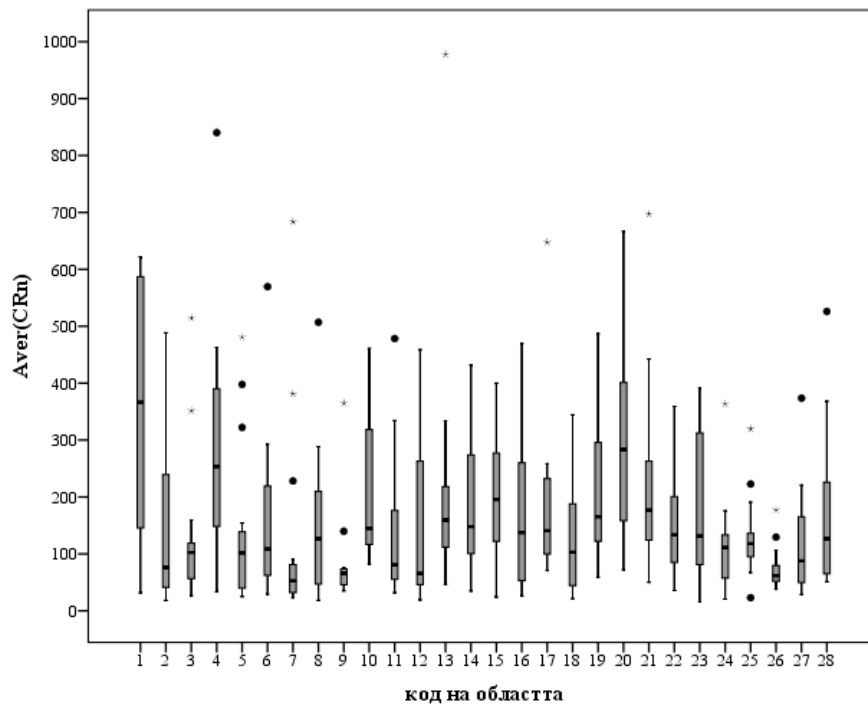


на вероятността за радоно опасна зона, тъй като условието на провеждане на проучването бе да се извършват измервания в жилища, с констатирани високи нива на радон.



Фигура 5. Обобщени резултати на медианите на ОАР на групите по типове сгради

Разпределение на медианите по области е илюстрирано на [Фигура 6](#).



Фигура 6. Разпределение на медианите на ОАР по области

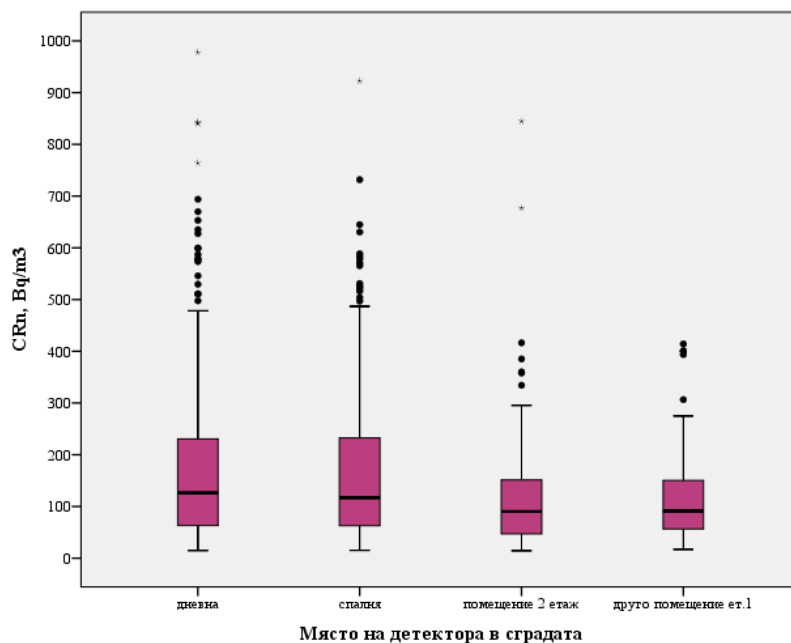
Приложен е теста на Крушкел-Уолис (Kruskal-Wallis) за сравняване на резултатите на ОАР по области, който показва, че има статистически значимо различие в стойностите на ОАР ( $p < 0.001$ ).

За оценка на разпределението на обемната активност на радон по помещения са раздадени 2 детектора на сграда. Беше препоръчано те да бъдат поставени в най-обитаваните помещения на приземния етаж. Въз основа на получените резултати, измерените стойности на ОАР по помещения бяха обобщени в 4 групи измервания в: „дневна“; „спалня“; „помещения на етаж 2“ и „други помещения на етаж 1“. Другите помещения на етаж 1 включват – детска, коридор и други. Обобщените стойности на ОАР по групи измервани помещения са представени в Таблица 5.

Таблица 5. Дескриптивна статистика по видове измервани помещения

Място на детектора	Статистическа информация	
дневна	АМ, Вq/m <sup>3</sup>	198
	Медиана, Вq/m <sup>3</sup>	126
	Стандартно отклонение, Вq/m <sup>3</sup>	313
	CV, %	158
	Минимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	15
	Максимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	3876
спалня	АМ, Вq/m <sup>3</sup>	182
	Медиана, Вq/m <sup>3</sup>	117
	Стандартно отклонение, Вq/m <sup>3</sup>	213
	CV, %	117
	Минимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	15
	Максимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	2411
помещение 2 етаж	АМ, Вq/m <sup>3</sup>	126
	Медиана, Вq/m <sup>3</sup>	90
	Стандартно отклонение, Вq/m <sup>3</sup>	129
	CV, %	102
	Минимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	15
	Максимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	845
друго помещение ет.1	АМ, Вq/m <sup>3</sup>	121
	Медиана, Вq/m <sup>3</sup>	91
	Стандартно отклонение, Вq/m <sup>3</sup>	97
	CV, %	80
	Минимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	17
	Максимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	414

Разпределението на стойностите на медианите на ОАР на групите помещения е представено на *Фигура 7*. С цел да се провери хипотезата, че обемната активност на радон по помещения е еднаква, е приложен тестът на Крушкел-Уолис (Kruskal-Wallis).



Фигура 7. Разпределение на медианите на измерванията на ОАР по помещения

Ако статистически значимото ниво е по-малко или равно на 0.05, както е в случая ( $p=0.004 < 0.05$ ), означава, че има достатъчно доказателства да се отхвърли нулевата хипотеза ( $H_0$ ), че групите са едни и същи и да се направи изводът, че има статистически значимо различие в обемната активност на радон по помещения. За да се определи, къде е различието се направиха допълнителни тестове по групи помещения. Приложен бе теста на Ман-Уитни, за да се анализират разликите по двойки за групите, като е изчислена коригираната стойност за теста при 6 групи двойки на  $p=0.0083$ . Установено бе, че няма статистическа значима разлика между спалнята и дневната ( $p=0.907$ ) и спалнята, дневната и други помещения на първи етаж, съответно  $p=0.047$  и  $p=0.030$ , което е логично тъй като помещенията са близки до земната повърхност. Разликата в измерените стойности на ОАР в помещенията на първи етаж - спалня и дневна и помещенията на втория етаж е статистически значима ( $p=0.005$  и  $p=0.003$  съответно), което е очакван резултат, тъй като обемната активност на радон намалява с отдалечаване от земната повърхност. Следователно поставянето на детектор в помещения, които не граничат със земната повърхност би копроментирало проучването.

### 3.3. Анализ на резултатите от повторени измервания

Проучването през 2018 – 2019 г. имаше за цел да се измерят жилищата, където бяха констатирани високи стойности на ОАР от предишните проучвания, за проверка за проведени корегиращи мерки за намаляване на ОАР. Измерени са 208 броя жилища повторно от общия брой 426 обслевани сгради по време на проучването. Обобщените резултати на стойностите на ОАР от настоящото проучване и предишните измервания са представени в Таблица 6.

Таблица 6. Дескриптивна статистика на стойностите на ОАР от настоящото и предишно проучване

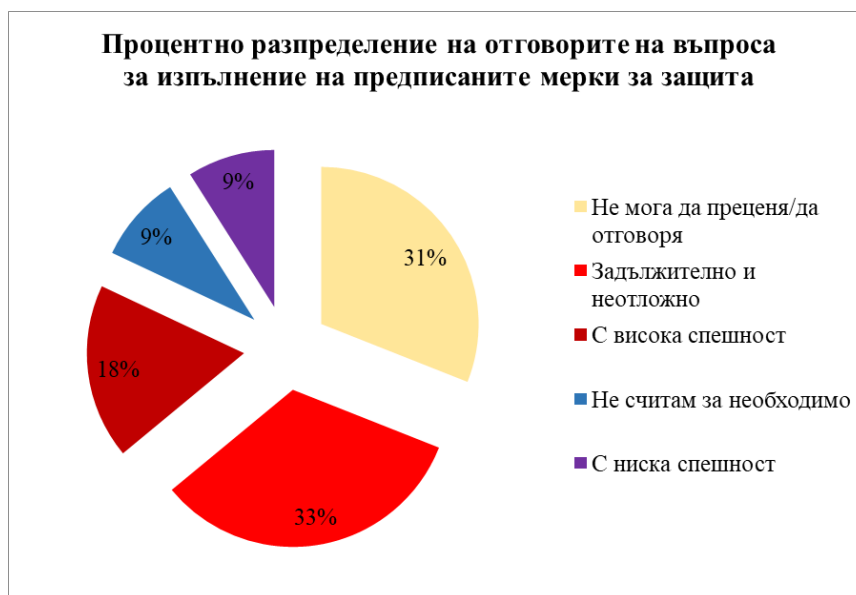
	Настоящо проучване Средна стойност на ОАР	Предишно проучване
АМ, Вq/m <sup>3</sup>	239	339
Медиана, Вq/m <sup>3</sup>	168	300
Стандартно отклонение, Вq/m <sup>3</sup>	287	281
Минимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	23	25
Максимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	3054	2337
CV, %	120	83
Средно геометрична стойност, Вq/m <sup>3</sup>	173	265

Извършена е проверка на надеждността на провежданите проучвания, чрез статистически метод. При проучванията съществен принос към неопределеността на измерванията е пробовземането, което се извършва от обитателите. Жителите отварят детекторите и ги поставят за пробовземане на указаните места в инструкцията, което може да окаже съществено влияние на резултатите. Надеждността е постоянството на измерване или степента, с която приложената методология в изследването измерва по един и същи начин всеки път, когато е използвана при едни и същи условия към едни и същи изследвани лица. Надеждността не подлежи на измерване, а се оценява. Най-интуитивният начин за проверка на надеждността на всяко измерване е то да се повтори отново и да се сравнят двата резултата, *въпреки че повтарянето на измерванията, изискващо средства и време (една година) е безспорно икономически неизгодно*. Този начин за проверка на надеждността се нарича устойчивост на резултатите, чрез повторно измерване. Провеждането на настоящото проучване чрез повтаряне на измерванията в някои жилищата дава възможност да се извърши тази оценка. За да се оцени дали измерванията са състоятелни, т. е. съвместими и непротиворечиви се изчислява корелацията между двете измервания, като се използва корелационният коефициент  $r$  на Пирсън (Pearson linear). Корелацията между двете извадки от измервания на обемната активност на радон в жилищата по време на предишни проучвания и през настоящото проучване е статистически значима и е висока положителна  $r=0.624$ , следователно тестът по статистика се приема за надежден.

Провежданите проучвания могат да бъдат приети за надежни, а резултатите за устойчиви. Въпреки, че корелацията между двете извадки измервания е статистически значима се наблюдават различия в резултатите на някои обследвани сгради. Средноаритметичната стойност на ОАР от настоящото проучване е по – ниска в сравнение със стойността от предходното. За по-детайлно проучване на тези разлики е приложен знаковият рангов тест на Уилкоксън (Wilcoxon signed ranks test), които се използва за сравняването на свързани двойки, тъй като се предполага, че резултатите са получени за едни и същи помещения в обследваните сгради, но по различно време. Използван е непараметричен тест, защото само стойностите на ОАР от настоящото проучване следват нормално разпределение. Тестът е статистически значим ( $p < 0.05$ ), което показва че има различие между двете проучвания с ниска големина на ефекта  $r = 0.57$ , т.е. разликата не е съществена. Съгласно отговора на въпроса „предприети защитни мерки за радон“ от попълнените анкетни карти, в нито едно от измерените жилища не са извършени коригиращи дейности за редуциране на констатираните високи нива на радон. При верифицирането на резултатите от РЗИ е проведено проучване, за да установи дали има промяна на обстоятелствата при измерването, като промяна на помещението или са проведени ремонтни дейности. От девет РЗИ (Благоевград, Варна, Велико Търново, Враца, Добрич, Перник, Силистра, Сливен и Ямбол) е получена информация, че в част от повторно измерените помещения са направени основни или частични ремонти на жилищата - смяна на дограма с PVC през 2018 г. Други 6 РЗИ отбелязват, че в повторно измерените жилища са променени навиците за проветряване на жилищата, като в повечето случаи е увеличена кратността. По време на верифициране на данните, са проведени разговори със собствениците на имотите, които са декларирали, че са измервани други помещения или е имало промяна при провеждането на двете проучвания.

За да се направи анализ на отношението на собствениците на обследваните сгради към провеждането на коригиращи мерки за намаляване на ОАР е извършена оценка, на отговора на въпроса за необходимостта от изпълнение на мерки за намаляване на ОАР. Отговора на въпроса е даден от 410 обитатели. На Фигура 8 е представена диаграма на процентното разпределение на отговорите на този въпрос, като с жълт цвят (31 %) са отбелязани отговорите „не мога да преценя или не мога да отговоря“; с червен цвят (33 %) „задължително и неотложно“; с виновен (18 %) „с висока спешност“, със син цвят (9 %) „не считам за необходимо“ и с виолетов цвят (9 %) „с ниска спешност“. Най- висок процент 33 % е на хората, които смятат че трябва да се предприемат **задължително и неотложно** действия за изпълнение на мерките за редуциране на ОАР в домовете им. Процентът на анкетираните, които смятат че, трябва да се изпълнят с висока спешност тези мерки е 18%. Притеснителен е факта, че 31 % от анкетираните не могат да преценят или отговорят на този въпрос, което показва че информираността на населението относно проблема радон все още не е на необходимото равнище. Процентите на обитателите на измерените жилища, отговорили, че не могат или/и не знаят дали ще предприемат мерки са над 50 за четири области в страната, а именно: Кърджали (100 %), Русе (93 %) , Смолян (66,7 %) и Стара

Загора (62,5%). Еднакъв е процентът (9%) на дадените отговори на въпроса „с ниска спешност“ или „не считам за необходимо“. За област Кюстендил всички анкетирани са посочили, че не считат за необходимо да предприемат защитни мерки, което е показателно, че нямат информация, защо тези мерки са необходими. За област Варна така смятат 57% от отговорилите в анкетните карти, а 29% не могат да отговорят или/и не знаят дали ще предприемат мерки.



*Фигура 8. Разпределение на отговорите на въпроса „за необходимостта от изпълнение на мерките за намаляване на ОАР“*

Недостатъчната информираност на хората относно риска от облъчване от радон, както и относно дейностите и мерките които могат да бъдат взети с цел намаляване на облъчването, остава сериозно предизвикателство в тези области. Досега прилаганите мерки в тази насока са непоследователни и с ограничен обхват, като е подценен въпроса и с ресурсното осигуряване. Отговорилите 71% в област Благоевград, смятат да предприемат задължително и неотложно мерки за редуциране на установените високи нива на ОАР. Високият процент може да бъде обяснен, с факта, че при по-детйлни измервания на ОАР, каквито се извършиха на територията на областта, повече хора са запознати с облъчването от радон и важността от предприемането на действия за намаляване на нивата му. Всички отговорили в област Добрич, са на мнение че трябва или задължително и неотложно да се вземат мерки – 73 %, или останалите 27% са за тези мерки да се вземат с висока спешност. Подобен е случаят и в област Враца където 87% от обитателите на измерените домове са убедени, че „задължително и неотложно“ е изпълнението на предписаните мерки за защита. В Софийска област 60 % от обитателите са отговорили на зададеният въпрос със „задължително и неотложно“. В тези области високият процент на отговорилите, че ще

изпълнят мерките може да се дължи на по-доброто разпространение на информационните материали.

*Добрите практики в процеса на информирането на населението, които са довели до отговорното отношение на обитателите към предприемане на необходимите мерки за редуциране на облъчването от радон следва да се обменят между РЗИ.*

От друга страна високият процент на отговорилите, че коригиращите мерките за намаляване на ОАР трябва да бъдат изпълнени, а факта, че не са проведени никакви мерки говори, че населението не е запознато с техническите възможности за тяхното осъществяване, както и че има Наредба за защита на сградите от радон, в която са оказани възможностите за реализирането на корегиращите мерки.

*С цел подобряване на информираността на населението за възможностите и необходимостта за предприемане на корегиращи мерки би могло да бъде обмислена допълнителна стъпка в процедурата при провеждане на проучванията, която да включва разговор със собствениците на жилища, в които са констатирани високи стойности на обемната активност на радон.*

### 3.4. Анализ на резултатите за територията на България

В извадката на проучването на ОАР по области през 2018-2019 г. са включени, наред със сграда с констатирани високи стойности на сгради и жилища, които не са били обследвани до сега. В тези сгради са проведени по две измервания на ОАР в помещения, които са най-често обитавани. Оценена е средно-аритметичната стойност за приземния етаж на сградата от двете измервания, като в нея не са включени измервания на 2 етаж и в подземни помещения. Обобщените резултати за средно-аритметичната стойност на ОАР на жилищни сгради, които до сега не са обследвани (наречени за кратко „нови“) са представени в Таблица 7.

*Таблица 7. Дескриптивна статистика на средната-аритметичната стойност на ОАР за приземния етаж на нови жилища*

Брой на измерваните помещения	218
Средна аритметична стойност (АМ), Вq/m <sup>3</sup>	141
Стандартно отклонение	181
Медиана, Вq/m <sup>3</sup>	85
Минимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	16
Максимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	1798
CV, %	129
Средно геометрична стойност (GM), Вq/m <sup>3</sup>	91
Стандартно геометрично отклонение	2.41

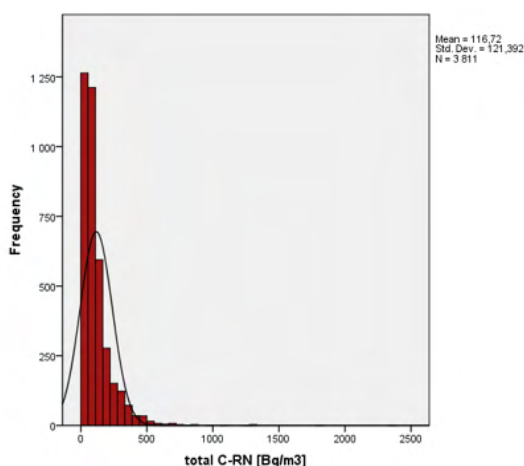
Обобщените стойности за обследваните нови жилища са малко по-високи от тези от националното проучване, но това се обяснява с факта, че са обследвани повече къщи, тип сгради, в които има вероятност да има по-високи стойности на ОАР.

На базата на получените нови резултати са преоценени обобщените стойности за територията на България, които включват резултатите от Националното проучване през 2015-2016 г., измерванията на сезонните вариации през 2017-2018 г. и новите резултати от настоящото проучване. Дескриптивната статистика за ОАР за България за 2019 г. е представена в Таблица 8.

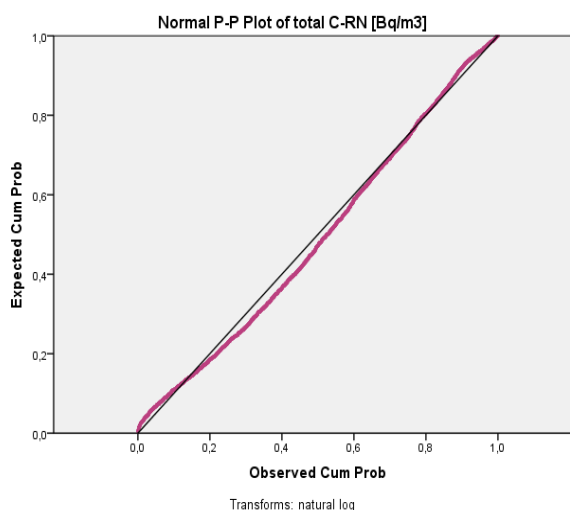
Таблица 8. Дескриптивна статистика на ОАР за България

Брой на измерваните помещения	3810
Средна аритметична стойност (AM), Вq/m <sup>3</sup>	117
Стандартно отклонение	121
Медиана, Вq/m <sup>3</sup>	79
Минимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	11
Максимална стойност, Вq/m <sup>3</sup>	2337
CV, %	104
Средно геометрична стойност (GM), Вq/m <sup>3</sup>	84
Стандартно геометрично отклонение	2.19

Преоценените стойности за ОАР за територията на България се различават несъществено от тези, които са декларирани от националното проучване.



Фигура. 9а – хистограма на обобщените резултати на ОАР в жилища за България

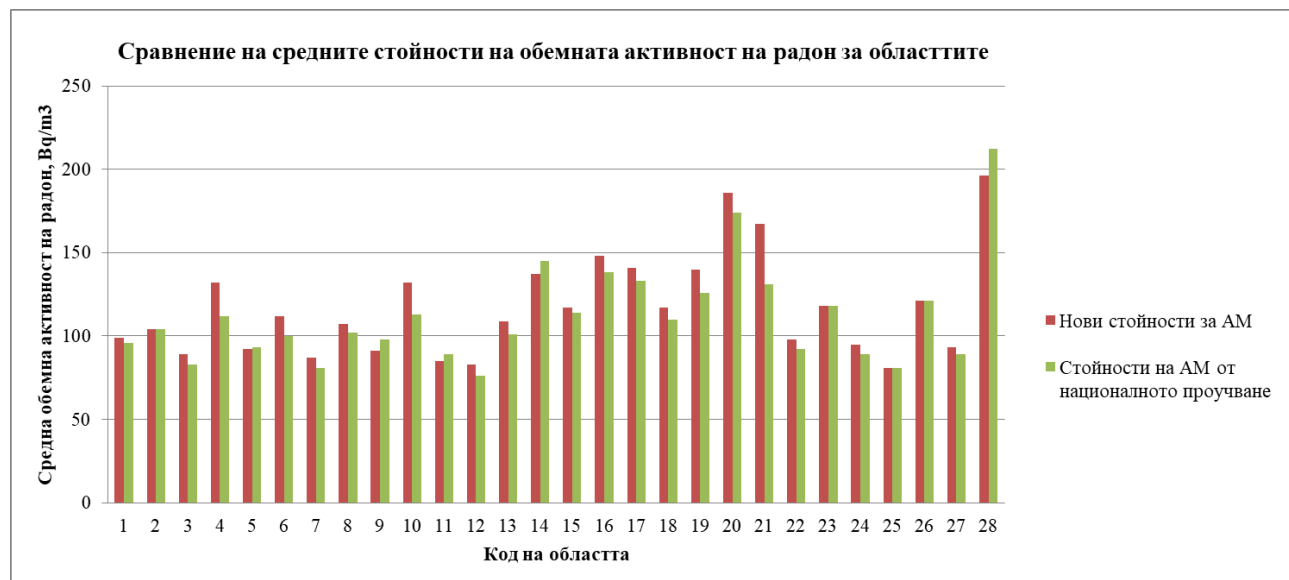


Фигура 9б – p-p плот на логаритама от обобщените резултати за ОАР



Хистограмата на обобщените резултати и  $p$ - $p$  плот на логаритмуваната стойност за проверка на нормалното разпределение са представени на Фигура 9. Приема се, че обобщените резултатите следват лог-нормално разпределение.

Резултатите са обобщени по области и са представени в **Приложение № 3** от настоящия отчет. Сравнение на средноаритметичните стойности от Националното проучване и обобщените резултати, включващи проучванията, които са проведени в последствие по области са представени на Фигура 8.



*Фигура 8. Сравнение на обобщените резултати и резултатите от Националното проучване на средно-аритметичната стойност на ОАР по области*

От фигурата се вижда, че има малка флукуация на стойностите, което е типичен процес при набиране нови резултати за областта. Стойностите не се различават съществено, като цяло. В обобщените стойности се съдържат резултатите от националното проучване, за това двете извадки не са независими и не са приложени статистически тестове. Сравнението е извършено, за да се проследи тенденцията на нарастване или намаляване на средните стойности, при добяване на нови резултати към извадките по области. Увеличение на средно-аритметичните стойности се наблюдава за области: Велико Търново (код-04); Кюстендил (код-10); Пловдив (код-16); Разград (код-17); Силистра (код-19); Сливен (код-20); Смолян (код-21). Останалите области са с приблизително еднакви стойности, а в някои от тях се наблюдава намаление на средните резултати, като: Кърджали (код-09); Перник (код-14); Ямбол (код-28). Вариациите на средноаритметичните стойности по области вече са в диапазоните: до  $100 \text{ Bq/m}^3$  и от  $100$  до  $200 \text{ Bq/m}^3$ .

*Увеличаването на бройката измервания за областите ще даде възможност за по-коректна оценка на резултатите и за по-детайлно разграничаване на райони с по-високи стойности в общините.*

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Провеждено е допълнително проучване на обемната активност в жилища, където са установени повишени стойности на радон във всички 28 области на България, през периода септември 2018 – септември 2019 г., в изпълнение на дейност 4.4.1 „Организиране и провеждане на проучване на концентрацията на радон в сгради, на които са проведени коригиращи мерки за редуциране на концентрацията на радон“ към Оперативна цел 4: „Въвеждане на технически правила и норми за прилагане на практика на адекватни превантивни (защитни) мерки при строеж на нови сгради и коригиращи (възстановителни) мерки на съществуващи сгради в експлоатация“ от Национален план за действие за намаляване на риска от облъчване от радон. За една година са измерени 426 жилищни сгради, от тях 218 са нови, които не са обследвани, а 208 са такива, в които са провеждани изследвания на ОАР. На база на измерванията, които са повторени се извърши проверка на надеждността на проучванията чрез статистически метод, за да се оцени приноса на пробовземането извършвано от обитателите. Проучванията могат да бъдат приети за надежни, а резултатите за устойчиви, въз основа на значимата корелация, която е изследвана с коефициента на Пирсън ( $r=0.624$ ). Разгледано е различието между двете измервания, което е статистически значимо, но ефекта е нисък. От събраната информация от анкетните карти, в нито едно от измерените жилища не са извършени коригиращи дейности за редуциране на констатираните високи нива на радон. Допълнително е направено обследване на обстоятелствата в конкретните жилища и е установено, че вероятната причина за разликата е смяна на навиците на обитателите (повече проветряване); измерване на други помещения, и извършени ремонти в някои жилища. Извършен е анализ на отношението на собствениците на обследваните сгради към провеждането на коригиращи мерки за намаляване на ОАР, като е разгледан отговора на въпроса в анкетните карти, за необходимостта от изпълнение на мерки за намаляване на ОАР. Установен е висок процент на отговори, че коригиращите мерките за намаляване на ОАР трябва да бъдат изпълнени.

С цел подобряване на информираността на населението за възможностите и необходимостта за предприемане на коригиращи мерки би могло да бъде обмислена допълнителна стъпка в процедурата при провеждане на проучванията, която да включва разговор с собствениците на жилища, в които са констатирани високи стойности на обемната активност на радон. Добрите практики в процеса на информирането на населението, които са довели до отговорното отношение на обитателите към предприемане на необходимите мерки за редуциране на облъчването от радон следва да се обменят между РЗИ.

На базата на получените нови резултати са преоценени обобщените стойности за територията на България, които включват резултатите от Националното проучване през 2015-2016 г., измерванията на сезонните вариации през 2017-2018 г. и новите резултати от настоящото проучване. **Средната стойност на обемната активност на радон за България е  $AM=117 \text{ Bq/m}^3$ , а средногеометричната стойност е  $GM=83 \text{ Bq/m}^3$ .**

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] World Health Organization, WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective, WHO, Geneva (2009) (available for download at: [www.who.int/ionizing\\_radiation/env/radon/en/index1.html](http://www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/index1.html)).
- [2] Janssens, A., et al., Protecting Against Indoor Exposure to Radon/29th Hanford Symposium on Health and the environment, October 15-19, pp. 1065-1084 (1990)
- [3] ICRP Publication 115, Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon, (ed. C. H. Clement), Annals of the ICRP, 40 (2010),
- [4] ICRP Publication 126, Radiological Protection against Radon exposure, (ed. C. H. Clement), Annals of the ICRP, 43 (2014).
- [5] International Atomic Energy Agency, National and regional survey of radon concentration in dwellings, IAEA Analytical Quality in Nuclear Applications No. IAEA/AQ/33 (2013), (available for download at: <http://www.iaea.org/books>).
- [6] Ivanova K, Stojanovska Z, Kunovska B, Chobanova N, Badulin, V, Benderev A . Analysis of the spatial variation of indoor radon concentrations (national survey in Bulgaria), Environmental Science and Pollution Research, 26(7): 6971-6979 (2019).
- [7] МС, Наредба за радиационна защита, приета с ПМС №20 от 14.02.2018 г., обн. ДВ.бр.16 от 2018 г.
- [8] A. Dowdall, D. Fenton, B. Rafferty, The rate of radon remediation in Ireland 2011-2015: Establishing a base line rate for Ireland's National Radon Control Strategy, Journal of Environmental Radioactivity 162-163: 107-112 (2016).
- [9] МРРБ, Наредба № РД-02-20-1 от 2019 г. за техническите изисквания към сградите за защита от радон, обн., ДВ, бр. 33 от 2019 г., в сила от 20.07.2019 г.
- [10] 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“ (2012).

**ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 - Резултати на обменната активност на радон по анкетни карти и области**

<i>№ карта</i>	<i>Детектор 1</i>	<i>CRn 1, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>U(CRn 1), Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>Детектор 2</i>	<i>CRn 2, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>U(CRn2), Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>ОБЛАСТ</i>
01 - М - 03 - 149/ 20.09.2018	3A8011	20.1	1.0	3A7455	70.2	3.3	Благоевград
01 - М - 11 - 1105/ 20.09.2018	3A7727	368.2	31.5	3A7353	526.0	43.0	Благоевград
01 М- 11 - 1055/ 20.09.2018	3A8293	389.2	24.8	3A7267	343.1	22.7	Благоевград
01-М - 06 - 483/ 20.09.2018	3A7555	202.8	14.6	3A7341	531.1	39.7	Благоевград
01-11-135 / 20.09.2018	3A7907	627.3	45.1	3A7911	588.6	51.8	Благоевград
01-09-082/ 20.09.2018	3A7915	165.6	13.0	3A8315	274.8	22.3	Благоевград
01-М - 07 - 659/ 20.09.2018	3A7719	441.2	42.2	3A7717	142.5	22.8	Благоевград
01 - М - 01 - 012/ 20.09.2018	3A7201	3053.7	193.2	3A7917	изгубен		Благоевград
01-М - 01 - 009/ 20.09.2018	3A7945	360.1	28.4	4A7265	504.0	32.8	Благоевград
01-М - 08 - 761/ 20.09.2018	3A8317	36.8	1.8	3A8291	43.6	5.8	Благоевград
01-М - 05 - 434/ 20.09.2018	3A8327	145.6	17.5	3A7183	90.5	4.8	Благоевград
01-М - 02 - 90/ 20.09.2018	3A7185	598.9	38.0	3A7223	644.8	54.2	Благоевград
01-М - 04 - 306/ 20.09.2018	3A7755	587.0	59.9	3A8313	206.6	13.8	Благоевград
01-М-06-491/ 20.09.2018	3A7707	30.1	1.4	3A7981	33.9	1.6	Благоевград
02-01-001	3A7193	184.6	17.0	3A7537	29.0	1.5	Бургас
02-01-002	3A7569	334.8	27.1	3A7209	205.0	20.2	Бургас
02-01-146	3A7899	49.3	2.3	3A7437	48.6	2.4	Бургас
02-02-137	3A7253	82.8	4.0	3A7519	123.2	5.7	Бургас
02-05-138	3A7197	63.2	5.2	3A7155	76.3	3.8	Бургас
02-06-139	3A8273	46.3	2.4	3A7985	40.2	2.4	Бургас
02-08-082	3A8305	179.3	8.6	3A7741	248.5	16.2	Бургас
02-08-140	3A8019	26.3	1.3	3A7343	21.4	1.3	Бургас
02-09-089	3A7783	290.1	25.9	3A8025	324.9	22.4	Бургас

№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
02-09-109	3A7757	635.1	40.2	3A8157	341.6	30.2	Бургас
02-09-111	3A7093	404.0	27.4	3A8137	125.9	5.9	Бургас
02-09-141	3A8023	100.0	5.0	3A7323	65.7	3.9	Бургас
02-11-142	3A7261	46.1	2.5	3A8213	93.2	4.4	Бургас
02-11-143	3A8215	36.6	1.8	3A7447	27.1	1.7	Бургас
02-11-144	3A7457	37.6	2.0	3A6959	41.7	2.3	Бургас
02-05-145	3A7723	18.4	1.1	3A8295	<15		Бургас
03.03-008	3A8261	66.0	3.3	3A7833	68.4	4.0	Варна
03.11-108	3A8165	97.1	20.4	3A7345	140.8	8.4	Варна
03.03-138	3A8003	26.9	1.9	3A6977	<15		Варна
03.03-139	3A7997	116.3	5.4	3A7121	15.0	0.9	Варна
03.04-140	3A7573	45.7	2.3	3A6961	24.3	1.4	Варна
03.04-141	3A7147	94.0	4.3	3A8239	54.8	3.9	Варна
03.10-142	3A8185	297.9	63.6	3A6943	731.8	151.6	Варна
03.10-143	3A8183	113.6	6.0	3A7221	18.7	0.9	Варна
03.07-144	3A7095	282.6	58.1	3A7489	421.0	93.1	Варна
03.07-145	3A7081	35.9	2.0	3A7443	77.1	3.6	Варна
03.12-146	3A7461	изгубен		3A6937	изгубен		Варна
03.05-147	3A7327	203.7	42.2	3A7249	115.4	5.7	Варна
03.05-148	3A8161	101.0	5.7	3A8027	120.9	7.6	Варна
03.05-149	3A7319	60.7	2.8	3A8111	52.3	4.3	Варна
03.04-150	3A7463	41.8	2.1	3A7831	42.9	2.3	Варна
03.05-151	3A7247	<15		3A6951	<15		Варна
04-07-075	3A8285	320.9	23.5	3A7887	140.9	10.9	В. Търново
04-02-135	3A7743	91.1	4.8	3A7539	109.7	5.1	В. Търново
04-06-066	3A8321	308.0	26.4	3A8029	243.3	19.5	В. Търново
04-06-069	3A7007	65.7	3.6	3A7885	462.8	37.7	В. Търново
04-07-138	3A7029	289.4	23.7	3A7927	329.6	22.9	В. Търново
04-02-143	3A7141	450.6	32.3	3A8241	372.3	30.7	В. Търново
04-08-141	3A8349	120.8	6.0	3A549	206.2	15.8	В. Търново
04-06-131	3A7091	301.0	23.6	3A7177	232.5	20.0	В. Търново
04-02-137	3A7053	133.0	6.1	3A7571	70.3	3.4	В. Търново
04-09-134	3A7559	840.2	67.7	3A7891	155.1	7.2	В. Търново
04-07-136	3A8051	376.4	24.4	3A8065	128.5	6.2	В. Търново
04-07-074	3A7165	570.8	41.2	3A7561	237.4	16.7	В. Търново
04-06-142	3A8055	118.1	5.6	3A7153	101.7	4.7	В. Търново
04-08-087	3A7541	360.1	31.5	3A7149	60.5	2.9	В. Търново

№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
04-08-140	3A7149	167.6	8.4	3A8233	172.6	12.6	В. Търново
04-08-139	3A7547	33.5	1.8	3A7903	33.5	1.8	В. Търново
05-09/131	3A7213	268.4	17.6	3A8045	693.8	43.9	Видин
05-04/134	3A7843	33.1	2.6	3A7179	54.3	4.3	Видин
05-04/132	3A8243	133.2	6.2	3A7167	113.0	5.6	Видин
05-04/133	3A8331	70.4	3.3	3A8039	148.2	6.9	Видин
05-04/136	3A7893	25.5	1.2	3A7001	27.0	1.3	Видин
05-04/052	3A6989	44.2	2.1	3A7449	160.6	7.9	Видин
05-04/138	3A7929	<15		3A8251	<15		Видин
05-09/111	3A8333	36.2	1.7	3A7033	35.7	1.7	Видин
05-04/069	3A7015	94.6	5.6	3A7041	84.1	4.0	Видин
05-03/012	3A8339	158.7	11.0	3A7139	44.6	2.8	Видин
05-04/056	3A7207	34.1	1.7	3A7905	34.6	1.7	Видин
05-04/137	3A8053	61.7	4.2	3A7035	72.6	4.6	Видин
05-06/082	3A8041	163.6	7.9	3A7039	144.9	21.0	Видин
05-04/072	3A7151	653.0	41.3	3A7071	142.3	12.1	Видин
05-04/048	3A8033	355.3	23.9	3A7005	289.0	24.9	Видин
05-04/135	3A7073	30.7	1.7	3A7881	19.0	0.9	Видин
06.03-117	3A7171	326.5	66.7	3A7127	247.2	54.1	Враца
06.02-126	3A7919	281.0	61.9	3A7049	222.2	46.0	Враца
06.02-131	3A6551	загубен		3A7079	загубен		
06.02-132	3A7063	187.2	38.1	3A7897	187.0	39.4	Враца
06.03-133	3A7011	162.7	39.0	3A7103	72.0	3.8	Враца
06.03-134	3A8969	99.8	5.1	3A8999	112.7	5.6	Враца
06.03-135	3A8237	64.6	4.0	3A7061	53.9	2.5	Враца
06.03-136	3A7105	28.4	1.4	3A7143	30.2	1.4	Враца
06.03-137	3A6995	96.5	4.6	3A8249	34.6	1.7	Враца
06.03-138	3A7841	294.4	63.3	3A7065	290.5	63.4	Враца
06.03-139	3A8063	573.5	116.0	3A7133	565.4	121.0	Враца
06.03-140	3A7137	37.7	1.8	3A7031	50.8	2.7	Враца
06.06-141	3A7111	113.4	5.5	3A7037	87.7	29.7	Враца
06.06-142	3A7047	59.3	2.9	3A7101	47.1	2.4	Враца
06.05-144	3A7533	56.8	2.6	3A7159	160.5	8.8	Враца
06.05-143	3A7013	269.8	61.3	3A7077	98.3	4.6	Враца
07-01-126	3A6533	381.4	25.1	3A9697	295.3	20.2	Габрово
07-01-133	3A8941	15.4	1.0	3A6587	30.2	1.4	Габрово
07-01-134	3A9709	29.1	2.1	3A6601	47.1	2.8	Габрово
07-01-135	3A8959	64.5	3.4	3A8867	38.5	1.9	Габрово
07-01-023	3A9021	70.8	3.5	3A9723	73.5	3.8	Габрово

№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
07.01-137	3A8863	99.1	5.3	3A6459	81.4	4.6	Габрово
07.01-138	3A8933	54.0	2.5	3A6623	39.3	2.2	Габрово
07.02-139	3A8979	17.2	1.0	3A9591	29.8	1.4	Габрово
07.02-140	3A9713	40.9	1.9	3A8833	73.6	3.5	Габрово
07.03-141	3A8857	35.3	2.0	3A8907	33.2	1.6	Габрово
07.03-142	3A8905	1237.2	82.1	3A9619	130.8	9.1	Габрово
07.03-143	3A6563	37.3	2.8	3A9689	27.1	2.0	Габрово
07.03-144	3A6619	35.1	1.9	3A9609	20.6	1.2	Габрово
07.03-145	3A8901	346.6	24.1	3A9691	109.7	9.6	Габрово
07.04-146	3A6535	44.2	2.2	3A6613	19.5	1.0	Габрово
07.04-147	3A6541	55.2	3.7	3A8935	57.3	3.2	Габрово
08.04-073	3A8885	32.2	1.7	3A9577	27.1	1.4	Добрич
08.04-134	3A8847	загубен		3A9701	загубен		Добрич
08.04-061	3A9003	273.8	57.6	3A8899	176.3	36.6	Добрич
08.04-136	3A8973	45.5	2.5	3A6609	58.6	3.0	Добрич
08.04-137	3A6531	24.0	1.3	3A8951	загубен		Добрич
08.08-138	3A8839	106.7	5.2	3A8831	104.7	5.2	Добрич
08.05-083	3A8881	153.5	7.3	3A9705	100.0	21.8	Добрич
08.06-089	3A8967	197.1	41.2	3A8953	191.7	40.1	Добрич
08.03-029	3A8859	184.0	37.7	3A9707	334.3	71.0	Добрич
08.03-142	3A8837	139.5	7.5	3A8939	136.3	7.8	Добрич
08.03.125	3A8897	333.3	67.6	3A8891	243.8	51.0	Добрич
08.03.122	3A6615	142.3	30.8	3A9629	217.0	44.6	Добрич
08.03-024	3A8917	516.3	106.0	3A9703	497.6	101.8	Добрич
08.04-146	3A8835	17.5	1.1	3A8919	19.0	1.1	Добрич
08.04-147	3A6559	87.1	4.1	3A8927	101.9	21.2	Добрич
08.04-148	3A9695	34.9	1.8	3A9715	49.4	2.6	Добрич
09.02-113	3A6537	64.2	3.7	3A6577	изгубен		Кърджали
09.03-114	3A 9601	75.1	3.9	3A 8947	76.5	3.8	Кърджали
09.05-120	3A6543	80.8	4.6	3A9029	55.5	4.9	Кърджали
09.05-121	3A6557	79.5	4.8	3A6553	62.8	3.2	Кърджали
09.05-122	3A6589	53.4	3.7	3A8915	40.5	2.2	Кърджали
09.05-124	3A6565	<15		3A9617	365.1	74.3	Кърджали
09.05-125	3A9005	45.4	3.3	3A6583	43.4	2.1	Кърджали
09.05-126	3A6569	<15	0.8	3A8977	<15	1.0	Кърджали
09.05-136	3A9687	32.8	1.6	3A6567	37.2	1.7	Кърджали
09.05-139	3A6555	49.5	2.9	3A8877	33.0	1.6	Кърджали
09.05-140	3A9587	изгубен		3A9725	изгубен		Кърджали
09.05-141	3A6549	89.6	4.1	3A8983	47.4	2.6	Кърджали
09.05-142	3A8997	49.8	2.7	3A8961	изгубен		Кърджали



№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
09.05-143	3A6595	изгубен		3A9699	140	12.5	Кърджали
09.05-144	3A9717	изгубен		3A8845	изгубен		Кърджали
09.05-145	3A8855	<15	0.9	3A6539	<15	3.1	Кърджали
10.07-120	3A8853	393.7	79.9	3A9575	497.1	100.8	Кюстендил
10.02-008	3A9627	159.4	7.4	3A9611	130.1	6.0	Кюстендил
10.03-039	3A9555	231.9	49.0	3A8879	202.7	41.4	Кюстендил
10.03-028	3A9545	<15		3A6599	<15		Кюстендил
10.03-124	3A9567	141.4	7.5	3A6603	109.1	6.7	Кюстендил
10.03-011	3A9559	267.9	57.2	3A8861	414.1	84.8	Кюстендил
10.05-057	3A8851	94.3	4.7	3A9599	77.4	4.1	Кюстендил
10.05-064	3A8893	168.7	34.5	3A8921	175.9	12.5	Кюстендил
10.05-105	3A8911	118.1	6.8	3A6617	94.0	4.7	Кюстендил
10.06-090	3A9621	<15		3A8909	144.5	7.6	Кюстендил
10.05-058	3A8721	79.0	3.8	3A8687	842.7	171.8	Кюстендил
10.05-114	3A9543	583.5	122.5	3A9605	3876.1	784.1	Кюстендил
10.05-074	3A9603	103.6	5.8	3A8865	112.8	6.1	Кюстендил
10.05-053	3A8883	510.4	103.4	3A8913	81.8	20.9	Кюстендил
10.05-076	3A8895	61.9	3.0	3A6625	102.4	4.8	Кюстендил
10.07-092	3A9565	189.1	39.4	3A9547	76.9	4.1	Кюстендил
11-03-130	3A8813	62.9	3.2	3A9195	263.5	20.4	Ловеч
11-03-131	3A8661	34.4	1.9	3A8731	41.1	2.5	Ловеч
11-03-132	3A9569	85.3	4.0	3A9563	41.6	2.7	Ловеч
11-06-133	3A9533	46.1	3.2	3A9541	51.1	2.5	Ловеч
11-06-134	3A9573	70.6	4.9	3A9531	67.8	3.3	Ловеч
11-06-135	3A9549	66.8	3.2	3A9553	28.5	1.6	Ловеч
11-05-136	3A9535	153.7	34.1	3A9561	183.2	12.3	Ловеч
11-05-137	3A9557	113.4	5.3	3A8699	83.5	4.1	Ловеч
11-05-138	3A8795	32.0	2.5	3A8649	изгубен		Ловеч
11-08-139	3A8663	73.8	8.8	3A8735	110.9	5.4	Ловеч
11-08-140	3A8671	63.3	3.4	3A8819	63.2	3.0	Ловеч
11-08-141	3A8647	87.9	4.3	3A8785	36.2	1.9	Ловеч
11-01-002	3A9213	478.4	32.7	3A8689	143.7	11.2	Ловеч
11-02-003	3A8655	289.8	20.0	3A8713	177.1	8.2	Ловеч
11-02-004	3A9047	180.5	13.8	3A8811	188.1	21.2	Ловеч
11-05-063	3A8789	изгубен		3A8703	334.3	35.7	Ловеч
12.07-048	3A8825	114.8	5.3	3A8729	236.7	48.1	Монтана
12.06-035	3A8645	46.6	2.6	3A9223	44.9	2.1	Монтана
12-05-144	3A8679	40.4	2.3	3A8821	120.7	25.7	Монтана
12-11-133	3A8743	48.4	2.3	3A8793	44.5	2.3	Монтана



№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
12-09-137	3A8803	318.6	66.1	3A8739	522.0	109.2	Монтана
12-09-141	3A8659	33.0	1.6	3A8787	41.9	2.0	Монтана
12-03-140	3A8733	263.8	53.7	3A8797	397.2	80.7	Монтана
12-09-138	3A8773	187.3	38.8	3A9179	203.5	41.5	Монтана
12-10-139	3A8749	18.2	1.1	3A8705	20.6	1.0	Монтана
12-02-142	3A9209	222.1	46.9	3A9191	475.5	96.6	Монтана
12-08-132	3A8637	459.2	94.0	3A9141	458.4	93.0	Монтана
12-04-107	3A8737	<15		3A8643	<15		Монтана
12-09-134	3A9183	45.0	2.4	3A8763	86.4	4.0	Монтана
12-09-135	3A9099	65.6	3.2	3A8765	изгубен		Монтана
12-09-136	3A8761	44.1	2.2	3A9055	44.3	2.1	Монтана
12-01-130	3A8723	51.3	3.0	3A8631	44.0	2.1	Монтана
13.06-118	3A8453	277.5	58.6	3A8755	186.4	38.2	Пазарджик
13.06-133	3A9045	977.8	203.1	3A8367	156.2	32.4	Пазарджик
13.04-011	3A8695	34.6	4.0	3A9077	124.9	25.7	Пазарджик
13.06-140	3A9203	114.9	23.6	3A8685	219.0	51.7	Пазарджик
13.08-077	3A8439	44.7	2.4	3A8769	48.1	3.7	Пазарджик
13.06-127	3A9103	167.1	7.7	3A9201	132.7	6.2	Пазарджик
13.06-112	3A8401	48.2	2.4	3A8697	46.0	2.4	Пазарджик
13.10-113	3A9227	изгубен		3A8753	изгубен		Пазарджик
13.06-057	3A9189	132.9	6.3	3A8351	33.9	1.6	Пазарджик
13.06-066	3A9149	365.3	74.2	3A9119	74.7	6.3	Пазарджик
13.06-032	3A9151	144.6	6.7	3A9123	151.0	7.4	Пазарджик
13.06-131	3A8711	277.3	56.5	3A8719	390.9	79.7	Пазарджик
13.02-004	3A8431	147.1	7.2	3A8829	279.4	56.7	Пазарджик
13.04-020	3A8639	169.7	8.0	3A8461	111.2	5.1	Пазарджик
13.04-022	3A8669	242.7	50.2	3A8791	190.4	38.9	Пазарджик
13.03-008	3A8641	204.6	43.0	3A8727	114.2	23.5	Пазарджик
14-04-013	3A7599	71.4	15.2	3A7493	185.8	41.3	Перник
14-04-014	3A7291	122.5	25.0	3A7369	87.4	4.7	Перник
14-04-015	3A8089	174.3	35.4	3A7587	133.4	6.9	Перник
14-04-017	3A7317	112.6	5.6	3A7659	186.8	38.0	Перник
14-04-064	3A6997	32.8	1.8	3A7815	36.6	2.3	Перник
14-04-076	3A8443	545.8	111.1	3A9145	153.1	7.0	Перник
14-04-077	3A6985	63.8	13.7	3A8477	89.6	4.5	Перник
14-04-113	3A9205	431.4	88.1	3A9177	165.9	34.3	Перник
14-04-131	3A7311	250.7	54.6	3A9171	39.6	2.1	Перник
14-04-056	3A7615	268.7	54.4	3A8407	325.7	81.7	Перник
14-04-059	3A8419	137.5	6.7	3A9667	354.0	72.1	Перник
14-04-132	3A7643	150.5	7.0	3A7865	141.7	6.7	Перник

№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
14.04-040	3A9187	318.6	65.4	3A8449	483.2	98.7	Перник
14.04-133	3A8433	37.5	1.9	3A9041	65.5	3.2	Перник
14.05-090	3A8471	106.8	22.7	3A9659	55.8	3.4	Перник
14.05-092	3A6999	203.4	41.6	3A7289	36.3	1.9	Перник
15.02-005	3A7363	57.1	2.9	3A7367	35.0	1.9	Плевен
15.02-008	3A7855	266.4	18.8	3A7451	155.5	24.5	Плевен
15.03-013	3A7633	198.5	19.8	3A7817	161.4	7.6	Плевен
15.03-014	3A7309	234.7	18.4	3A7869	67.0	3.2	Плевен
15.03-115	3A7857	85.0	4.5	3A7459	124.3	6.9	Плевен
15.04.-019	3A7845	284.9	20.6	3A7295	152.6	7.3	Плевен
15.04.-021	3A7609	178.0	17.6	3A7867	177.0	12.1	Плевен
15.05-023	3A7803	88.8	6.8	3A7315	122.5	18.4	Плевен
15.06-133	3A7297	421.1	28.7	3A7365	160.3	16.7	Плевен
15.09-082	3A7477	132.7	9.5	3A7589	145.1	7.2	Плевен
15.09-127	3A7495	изгубен		3A7283	400.1	29.1	Плевен
15.09-134	3A7829	19.6	1.7	3A7667	29.3	1.5	Плевен
15.09-124	3A7307	174.2	28.5	3A7313	364.9	25.2	Плевен
15.11-094	3A7611	407.7	43.6	3A7613	374.3	30.1	Плевен
15.11-097	3A7873	164.3	16.2	3A7669	128.3	6.8	Плевен
15.11-130	3A7799	233.7	26.3	3A7631	294.8	22.3	Плевен
16.10/131	3A8297	42.2	2.1	3A8167	59.2	3.4	Пловдив
16.10/132	3A7953	29.3	1.8	3A8005	22.7	1.3	Пловдив
16.12/133	3A8177	307.3	62.5	3A7085	324.3	65.8	Пловдив
16.12/134	3A7969	230.6	48.2	3A8303	178.6	48.2	Пловдив
16.10/135	3A8105	50.5	2.5	3A8223	60.1	2.8	Пловдив
16.10/135	3A8071	58.3	2.7				Пловдив
16.15/136	3A8253	1184.1	239.9	3A8311	2411.4	487.6	Пловдив
16.04/137	3A8265	137.2	6.4	3A8015	147.6	11.4	Пловдив
16.04/138	3A8017	120.2	24.6	3A6947	154.4	7.1	Пловдив
16.10/139	3A7697	47.0	2.2	3A7647	74.9	3.6	Пловдив
16.11/120	3A8189	579.0	117.7	3A7705	309.8	64.6	Пловдив
16.11/141	3A7511	319.6	66.9	3A7729	88.4	18.4	Пловдив
16.10/142	3A8013	34.5	1.7				Пловдив
16.11/143	3A7359	469.8	99.7	3A8319	151.4	31.2	Пловдив
16.10/144	3A7663	38.3	3.4	3A6979	33.6	4.1	Пловдив
16.09/145	3A7651	97.7	4.6	3A7951	99.3	4.7	Пловдив
17-01-109	3A7749	98.6	20.4	3A7823	93.1	4.4	Разград
17-03-118	3A7827	258.4	59.3	3A7639	49.7	2.3	Разград
17-05-127	3A7771	242.0	49.3	3A7811	105.9	25.5	Разград
17-06-135	3A8227	1227.5	250.1	3A8115	67.5	3.8	Разград

№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
17-01-138	3A8217	171.1	36.5	3A7753	157.3	7.6	Разград
17-02-139	3A7645	146.9	30.6	3A7371	206.3	43.1	Разград
17-03-140	3A8097	60.0	4.1	3A8207	385.1	80.1	Разград
17-04-141	3A7655	118.9	9.2	3A7809	115.8	5.8	Разград
17-04-142	3A7617	117.1	24.4	3A8103	103.8	22.8	Разград
17-05-143	3A7373	142.0	29.3	3A7673	93.7	20.4	Разград
17-05-144	3A8221	93.3	6.7	3A8085	91.3	6.5	Разград
17-05-145	3A7745	64.2	4.2	3A8143	143.4	6.9	Разград
17-05-146	3A8083	82.9	4.1	3A8107	358.1	75.7	Разград
17-05-147	3A7337	35.8	1.9	3A8109	140.1	7.4	Разград
17-06-148	3A7939	69.7	3.4	3A7623	71.7	4.9	Разград
17-07-149	3A8079	177.0	40.1	3A8099	327.6	73.3	Разград
18.05-134	3A7789	191.0	9.9	3A8093	65.0	3.8	Русе
18.07-135	3A7083	147.6	6.8	3A7859	95.3	4.5	Русе
18.03-136	3A7089	67.6	5.5	3A7303	202.6	42.0	Русе
18.02-137	3A8091	235.3	50.3	3A7863	266.7	54.0	Русе
18.05-138	3A7301	47.7	3.2	3A7491	52.4	2.7	Русе
18.06-139	3A8191	97.0	20.0	3A7497	145.8	6.7	Русе
18.06-140	3A7479	344.2	71.9	3A7361	100.0	4.8	Русе
18.06-141	3A8309	51.0	3.7	3A8139	35.9	1.9	Русе
18.06-142	3A7023	170.3	7.8	3A7657	35.7	1.8	Русе
18.06-143	3A8219	118.9	26.7	3A8197	250.8	55.0	Русе
18.06-144	3A7677	67.6	3.5	3A8211	70.1	3.4	Русе
18.06-145	3A7339	<15		3A8007	21.4	1.0	Русе
18.06-146	3A8283	25.5	1.7	3A8095	загубен		Русе
18.06-147	3A8101	33.2	1.8	3A7635	37.9	1.9	Русе
18.08-148	3A8199	<15		3A8245	<15		Русе
18.02-149	3A7813	51.9	2.4	3A8130	37.8	2.2	Русе
19.01-001	3A7499	128.6	26.9	3A7415	844.9	172.7	Силистра
19.01-002	3A8001	202.8	41.7	3A7161	213.7	44.2	Силистра
19.02-009	3A7965	130.1	27.8	3A8163	98.2	4.5	Силистра
19.02-010	3A6933	165.2	7.8	3A7389	165.2	10.2	Силистра
19.03-014	3A7243	171.4	35.2	3A7551	420.6	85.7	Силистра
19.03-015	3A7683	164.7	8.8	3A7051	149.0	7.0	Силистра
19.03-022	3A7239	314.3	64.4	3A7721	300.3	62.1	Силистра
19.03-023	3A7557	124.0	5.8	3A7413	136.4	6.9	Силистра
19.03-025	3A7699	360.9	73.5	3A7501	371.5	75.6	Силистра
19.03-027	3A7237	137.9	6.5	3A8173	81.3	5.7	Силистра
19.03-031	3A7909	77.6	4.0	3A7763	124.0	6.1	Силистра
19.04-037	3A7045	41.3	2.4	3A7995	77.7	4.8	Силистра

№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
19.05-042	3A7391	<15		3A7553	<15		Силистра
19.06-084	3A7421	187.9	38.4	3A7227	179.5	36.7	Силистра
19.06-085	3A7695	86.4	4.0	3A7767	232.7	50.1	Силистра
19.07-093	3A7543	287.4	58.5	3A7355	302.9	61.5	Силистра
20.03-121	3A7503	271.2	55.6	3A7735	352.5	71.4	Сливен
20.03-125	3A6955	112.6	5.6	3A8193	137.5	28.4	Сливен
20.03-064	3A8127	102.2	21.4	3A8247	213.2	44.4	Сливен
20.04-131	3A7785	182.4	37.4	3A7979	135.1	28.8	Сливен
20.04-863	3A7055	291.8	59.2	3A8187	загубен		Сливен
20.04-864	3A8081	275.0	55.8	3A7445	загубен		Сливен
20.04-865	3A8169	208.3	43.2	3A7977	205.0	9.4	Сливен
20.04-095	3A7931	1109.3	226.7	3A7971	224.1	45.5	Сливен
20.03-867	3A7777	185.5	9.2	3A7357	319.0	64.7	Сливен
20.03-052	3A7739	147.7	6.8	3A7693	163.5	40.5	Сливен
20.03-096	3A7233	922.4	187.6	3A7403	392.7	80.8	Сливен
20.04-098	3A7961	81.9	4.2	3A6935	62.5	3.1	Сливен
20.04-094	3A6939	603.3	122.2	3A7377	55.7	2.8	Сливен
20.04-870	3A7751	529.6	107.4	3A7525	416.5	84.6	Сливен
20.04-871	3A7411	599.5	123.9	3A7761	55.7	2.6	Сливен
20.04-872	3A7759	2094.3	425.4	3A6957	401.0	82.0	Сливен
21-02-006	3A7591	373.3	30.5	3A7973	203.2	14.7	Смолян
21-03-103	3A7009	630.5	49.5	3A7383	763.9	49.4	Смолян
21-03-018	3A6949	248.2	16.4	3A7515	226.4	15.1	Смолян
21-04-131	3A7689	116.2	6.6	3A7661	126.3	5.9	Смолян
21-05-029	3A6987	511.1	33.7	3A7933	373.5	25.5	Смолян
21-08-058	3A8181	126.3	6.9	3A7107	139.7	6.7	Смолян
21-08-055	3A8149	203.3	15.8	3A7123	150.4	7.0	Смолян
21-08-054	3A7709	475.6	32.3	3A6941	100.6	4.6	Смолян
21-09-076	3A7593	72.7	3.4	3A7387	73.2	3.5	Смолян
21-09-062	3A8133	321.1	24.8	3A7733	87.8	4.1	Смолян
21-09-119	3A7333	151.9	7.7	3A7713	101.7	8.1	Смолян
21-09-132	3A6969	140.4	7.2	3A8159	124.9	14.3	Смолян
21-09-133	3A6971	71.1	3.3	3A7943	66.7	3.1	Смолян
21-09-134	3A8135	49.5	2.3	3A7399	50.9	5.7	Смолян
21-09-127	3A7423	219.0	26.2	3A7507	147.3	7.6	Смолян
22-01-140	3A6357	265.6	17.1	3A6349	397.7	26.0	София-град
22-01-141	3A6515	46.5	2.2	3A6419	25.0	1.2	София-град
22-01-142	3A9169	36.3	1.9	3A8383	36.9	1.8	София-град
22-01-143	3A6343	182.3	12.4	3A6523	153.9	19.4	София-град
22-01-016	3A6391	131.1	31.8	3A6395	110.8	8.8	София-град

№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
22-01-010	3A9173	251.2	36.4	3A9677	345.1	33.8	София-град
22-01-024	3A9115	95.3	9.5	3A6443	109.4	12.1	София-град
22-01-003	3A9735	101.8	5.7	3A9671	156.0	7.2	София-град
22-01-130	3A6591	125.5	9.7	3A9065	166.9	11.8	София-град
22-01-025	3A6345	134.3	6.3	3A6503	142.1	6.8	София-град
22-01-021	3A6347	61.5	2.9	3A6439	73.5	3.5	София-град
22-01-039	3A9061	123.4	5.7	3A9033	83.8	3.9	София-град
22-01-015	3A6499	126.5	6.3	3A6429	151.4	7.5	София-град
22-01-023	3A9117	399.5	41.6	3A8549	319.1	23.9	София-град
22-01-017	3A6435	64.8	3.5	3A8153	62.1	3.6	София-град
22-01-137	3A6431	233.2	18.3	3A6465	127.6	5.9	София-град
23.05-131	3A8487	335.3	22.4	3A8745	147.6	6.9	Софийска
23.08-132	3A8607	14.8	1.3	3A8469	16.4	2.4	Софийска
23.08-133	3A8599	<15		3A8595	<15		Софийска
23.08-134	3A8421	259.2	57.1	3A8503	62.2	2.9	Софийска
23.08-135	3A9637	<15		3A9079	<15		Софийска
23.08-034	3A9127	576.9	116.8	3A8805	136.4	27.9	Софийска
23.19-086	3A9071	69.4	3.6	3A8385	117.5	29.5	Софийска
23.19-136	3A8435	42.9	2.0	3A9739	54.9	3.6	Софийска
23.18-075	3A6527	106.0	5.0	3A8571	677.1	137.5	Софийска
23.18-074	3A8381	137.9	6.4	3A8467	486.8	101.9	Софийска
23.03-137	3A9199	121.5	8.4	3A8365	40.7	2.1	Софийска
23.03-138	3A8403	64.5	3.1	3A9221	77.9	3.6	Софийска
23-03-116	3A9207	160.5	7.4	3A8481	82.8	4.6	Софийска
23.09-036	3A8451	159.8	8.1	3A9039	86.4	4.1	Софийска
23.11-139	3A9215	145.3	6.8	3A8621	134.6	7.1	Софийска
23.13-054	3A9733	139.1	7.0	3A8463	147.4	7.9	Софийска
24.04-110	3A6501	148.8	10.5	3A8505	122.9	5.7	Ст.Заора
24.10-116	3A8445	134.2	6.4	3A9219	107.7	10.3	Ст.Заора
24.10-117	3A8515	74.9	3.5	3A8489	47.3	4.4	Ст.Заора
24.11-135	3A8423	95.7	8.5	3A8499	114.1	8.1	Ст.Заора
24.10-136	3A8683	139.1	6.5	3A8529	125.7	5.8	Ст.Заора
24.03-138	3A8563	119.2	5.7	3A6487	115.8	6.9	Ст.Заора
24.03-139	3A8783	175.8	13.8	3A6485	84.5	6.6	Ст.Заора
24.03-140	3A6505	загубен		3A8627	67.9	3.2	Ст.Заора
24.11-141	3A8553	149.5	7.4	3A8569	578.4	36.7	Ст.Заора
24.10-142	3A8427	33.7	1.6	3A9583	20.3	1.0	Ст.Заора
24.10-143	3A6381	25.4	1.3	3A6497	22.2	1.3	Ст.Заора

№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
24.10-144	3A8547	144.2	6.7	3A8537	117.5	5.9	Ст.Заора
24.10-145	3A8579	26.6	1.4	3A6519	14.6	0.9	Ст.Заора
24.10-146	3A6511	67.6	3.2	3A8561	40.1	2.0	Ст.Заора
24.10-147	3A6521	171.5	8.2	3A8567	97.6	5.3	Ст.Заора
24.10-148	3A6361	77.9	3.7	3A8615	90.3	4.2	Ст.Заора
25.05.082	3A6369	92.2	4.6	3A6351	104.5	6.2	Търговище
25.05.126	3A8533	загубен		3A6423	загубен		Търговище
25.05.070	3A6433	319.8	20.9	3A6469	157.7	7.3	Търговище
25.05.121	3A6473	108.0	5.9	3A6449	128.0	5.9	Търговище
25.05.025	3A6409	136.7	6.5	3A6493	67.1	3.1	Търговище
25.05.122	3A6411	66.7	3.5	3A8577	117.7	5.5	Търговище
25.03.024	3A6445	222.8	37.3	3A6529	105.4	4.9	Търговище
25.05.086	3A6509	123.0	8.2	3A8545	147.9	8.1	Търговище
25.05.064	3A6387	102.8	4.7	3A6413	279.1	20.2	Търговище
25.05.110	3A6421	89.6	4.2	3A8551	71.7	3.6	Търговище
25.05.087	3A6457	20.7	1.2	3A6379	25.4	2.9	Търговище
25.05.066	3A6359	147.7	6.8	3A8565	35.7	1.7	Търговище
25.04.113	3A6363	загубен		3A6385	117.0	6.1	Търговище
25.05.101	3A6367	165.6	24.9	3A8573	73.8	4.0	Търговище
25.05.106	3A6339	86.1	10.9	3A6383	48.2	3.5	Търговище
25.05.103	3A6397	64.0	3.0	3A6415	174.7	15.7	Търговище
26.05-134	3A6467	58.3	3.6	3A6341	54.4	2.8	Хасково
26.06-135	3A6335	98.5	5.3	3A6461	160.3	7.5	Хасково
26.03-136	3A6337	40.6	2.4	3A6471	82.7	4.1	Хасково
26.11-137	3A6399	105.2	4.8	3A6405	107.6	5.2	Хасково
26.11-138	3A6495	46.9	2.4	3A6353	48.0	2.2	Хасково
26.09-139	3A6451	72.3	4.4	3A6355	61.6	3.1	Хасково
26.11-140	3A6371	70.8	3.7	3A6401	77.8	4.1	Хасково
26.11-141	3A6455	100.3	4.6	3A6483	69.9	3.7	Хасково
26.07-142	3A6437	219.3	22.0	3A6375	135.5	10.9	Хасково
26.04-143	3A6417	44.3	2.1	3A6441	31.4	1.8	Хасково
26.11-144	3A8373	<15		3A8781	<15		Хасково
26.11-145	3A9217	57.5	2.9	3A8405	34.7	1.8	Хасково
26.10-146	3A9091	25.9	1.4	3A8391	68.3	3.4	Хасково
26.01-147	3A8473	53.9	3.3	3A8807	59.5	3.7	Хасково
26.11-148	3A8517	53.0	2.7	3A9649	84.1	4.3	Хасково
26.11-149	3A8619	65.9	3.2	3A8779	52.7	3.2	Хасково
27.03.111	3A8493	125.2	10.9	3A9165	209.8	23.3	Шумен
27.03.134	3A9193	48.3	2.7	3A9139	<15		Шумен



№ карта	Детектор 1	CRn 1, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn 1), Bq/m <sup>3</sup>	Детектор 2	CRn 2, Bq/m <sup>3</sup>	U(CRn2), Bq/m <sup>3</sup>	ОБЛАСТ
27.04.021	3A9641	122.7	9.6	3A9147	318.7	24.2	Шумен
27.04.135	3A8657	373.6	25.4	3A9635	249.2	16.7	Шумен
27.07.136	3A8527	168.0	7.7	3A8507	158.4	7.5	Шумен
27.05.137	3A8377	177.7	8.3	3A8371	71.9	3.9	Шумен
27.02.138	3A9097	39.0	2.1	3A9053	<15		Шумен
27.06.140	3A9657	83.0	3.9	3A9049	72.2	4.0	Шумен
27.09.139	3A8501	54.6	2.9	3A9113	46.6	3.9	Шумен
27.01.133	3A8555	33.7	1.7	3A9161	24.9	1.9	Шумен
27.08.141	3A8387	108.7	5.3	3A8747	52.4	3.0	Шумен
27.10.142	3A8437	<15		3A9089	92.1	7.8	Шумен
27.01.005	3A8799	149.7	6.9	3A9069	129.4	7.2	Шумен
27.08.144	3A8389	35.1	2.6	3A9669	21.5	2.0	Шумен
27.10.143	3A8359	83.5	4.0	3A8353	загубен		Шумен
27.10-051	3A9035	135.7	6.3	3A9121	291.5	20.4	Шумен
28.05-133	3A8585	80.1	3.7	3A8771	233.0	15.3	Ямбол
28.05-131	3A9679	загубен		3A9157	51.2	2.8	Ямбол
28.05-132	3A9111	114.5	5.6	3A9051	109.0	5.1	Ямбол
28.05-134	3A8509	126.6	5.9	3A8701	87.0	4.8	Ямбол
28.05-135	3A8809	381.9	28.3	3A8633	669.9	42.8	Ямбол
28.03-136	3A9639	76.1	14.7	3A8601	165.4	8.0	Ямбол
28.04-138	3A9153	169.3	17.2	3A8399	175.2	14.3	Ямбол
28.04-137	3A9647	83.8	4.0	3A8497	42.2	3.0	Ямбол
28.04-139	3A9661	454.3	40.8	3A8455	282.1	19.3	Ямбол
28.04-140	3A9109	132.0	6.2	3A9167	133.8	6.3	Ямбол
28.05-077	3A8397	47.5	3.7	3A9095	79.6	3.8	Ямбол
28.05-084	3A9043	261.9	17.0	3A8513	175.8	13.2	Ямбол
28.05-121	3A8519	327.7	25.6	3A8355	162.0	11.1	Ямбол
28.05-123	3A9081	63.9	3.0	3A9087	47.2	2.5	Ямбол
28.03-110	3A8491	35.4	1.7	3A8667	97.5	4.8	Ямбол
28.04-042	3A9651	122.6	9.3	3A9655	306.5	20.3	Ямбол

**ПРИЛОЖЕНИЕ № 2 – Обобщени резултати на обемната активност на радон по области**

<i>Код на областта</i>	<i>AM, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>STDV, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>Медиана, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>Мин. ст-ст, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>Макс.ст-ст, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>CV, %</i>	<i>Shapiro-Wilk тесма, p</i>
01	520	757	367	32	3054	146	.000
02	141	135	76	18	488	95	.007
03	134	136	102	27	515	102	.000
04	283	194	253	34	840	69	.041
05	141	143	102	25	481	101	.001
06	164	142	109	29	569	87	.005
07	118	178	53	23	684	150	.000
08	152	131	127	18	507	86	.036
09	89	91	66	35	365	102	.000
10	339	538	145	82	2230	159	.000
11	136	124	81	32	478	91	.002
12	159	154	66	19	459	97	.003
13	214	225	159	46	978	105	.000
14	190	125	148	35	431	66	<b>.101</b>
15	204	110	195	24	400	54	<b>.821</b>
16	272	446	137	26	1798	164	.000
17	186	139	141	71	648	75	.000
18	121	96	103	21	344	79	<b>.060</b>
19	209	118	165	59	487	56	<b>.129</b>
20	357	294	283	72	1248	82	.001
21	215	168	177	50	697	78	.004
22	155	101	134	36	359	65	.050
23	171	124	132	16	392	72	.039
24	110	82	111	21	364	75	.003
25	131	70	118	23	320	54	.033
26	75	37	62	38	177	50	.004
27	121	92	88	28	374	76	.020
28	172	130	127	51	526	75	.008



**ПРИЛОЖЕНИЕ № 3 – Преоценени резултати за обемната активност на радон по области**

<i>Код на областта</i>	<i>AM, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>STDV, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>CV, %</i>	<i>Мин. см-ст, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>Макс. см-ст, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>GM, Bq/m<sup>3</sup></i>	<i>STDV (GM)</i>
01	99	80	81	18.0	589.1	79	1.90
02	104	86	83	18.4	760.4	85	1.84
03	89	98	110	13.7	686.0	62	2.26
04	132	120	91	21.7	565.8	94	2.25
05	92	80	87	11.7	481.1	69	2.07
06	112	103	93	18.7	588.3	79	2.28
07	87	87	100	21.6	684.0	65	2.01
08	107	88	82	10.6	375.7	83	2.02
09	91	100	110	16.2	837.4	70	1.93
10	132	234	177	19.5	2336.9	81	2.40
11	85	78	91	18.2	506.9	65	1.99
12	83	74	88	12.5	458.8	63	2.10
13	109	142	130	15.8	1310.0	75	2.20
14	137	111	81	19.4	614.2	104	2.09
15	117	105	90	20.5	631.0	84	2.26
16	148	200	135	16.8	1797.7	93	2.44
17	141	114	81	27.0	790.2	109	2.00
18	117	106	90	21.4	712.0	88	2.06
19	140	98	70	20.0	432.9	108	2.12
20	186	200	108	34.9	1313.5	134	2.11
21	167	178	106	16.2	1306.9	117	2.28
22	98	70	71	16.4	386.2	79	1.89
23	118	99	83	15.6	454.6	86	2.26
24	95	88	92	11.9	470.5	66	2.34
25	81	73	89	15.7	349.9	61	2.08
26	121	116	96	12.4	1059.7	94	1.96
27	93	85	91	20.1	527.9	67	2.19
28	196	127	65	39.3	845.6	166	1.78