

АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТ РАДИАЦИОННИЯ МОНИТОРИНГ НА ОКОЛНАТА СРЕДА НА АЕЦ "КОЗЛОДУЙ" В ПРИРОДНИ И ПИ- ТЕЙНИ ВОДИ

Драгомир Василев

Технически университет - Габрово

**кореспондиращ автор: dvasilev@tugab.bg*

ANALYSIS OF THE DATA FROM THE RADIATION MONITORING OF THE ENVIRONMENT OF THE "KOZLODUY" NPP IN NATURAL AND DRINKING WATERS

Dragomir Vassilev

Technical University of Gabrovo

**Corresponding author dvasilev@tugab.bg*

Abstract

Departmental radiation monitoring of the environment is regulated by the long-term program of the Kozloduy NPP for radiation monitoring of the environment. The program is based on the requirements of the regulatory framework in the field, as well as on good international practice and operational experience.

In order to locate and assess the possible impact of the Kozloduy NPP on the environment and the population, 2 control zones with different radii have been designated around the plant: Zone for preventive protective measures - ZPZM /2 km./ and Zone for urgent protective measures - ZZZM /30 km./ The territory of the industrial site itself is also subject to monitoring. For comparison, sampling and measurements are carried out at reference points up to 100 km away. around the NPP, where no impact is expected from the operation of the plant. Laboratory and automated control of environmental components is carried out. A total of 36 control posts for the terrestrial ecosystem and 7 posts for the aquatic ecosystem were established in the monitored area, where sampling for laboratory analysis and measurements of the activity of man-made radionuclides in the samples are carried out. Air, soil, vegetation, water and bottom sediment samples are analyzed, the radiation gamma background is measured.

Keywords: radiation monitoring, environment, environmental components

ВЪВЕДЕНИЕ

Ведомственият радиационен мониторинг на околната среда се регламентира от дългосрочна програма на АЕЦ "Козлодуй" за радиационен мониторинг на околната среда [1-5]. Програмата се базира на изискванията на нормативната база в областта, както и на добрата международна практика и експлоатационния опит. Програмата е съгласувана с Министерството на околната среда и водите, Министерството на здравеопазването и Агенцията за ядрено регулиране и съответства на международните препоръки в областта, вкл. Договора Euratom и Препоръка 2000/473/Euratom. Осигурява се незави-

сим радиационен мониторинг от контролните органи в страната.

За локализиране и оценка на евентуалното въздействие на АЕЦ "Козлодуй" върху околната среда и населението, около централата са обособени 2 зони на контрол с различни радиуси: Зона за превантивни защитни мерки - ЗПЗМ /2 км./ и Зона за неотложни защитни мерки - ЗНЗМ /30 км./ Обект на мониторинг е и територията на самата промишлена площадка. За сравнение се извършват пробоотбор и измервания в реперни постове до 100 км. около АЕЦ, където не се очаква влияние от експлоатацията на централата. Провежда се лабораторен и автоматизи-

ран контрол на компонентите на околната среда. В наблюдаваната зона са установени общо 36 контролни поста за сухоземната екосистема и 7 поста за водната екосистема, в които се осъществяват проботбиране за лабораторен анализ и измервания на активността на техногенни радионуклиди в пробите. Анализират се проби от въздуха, почвата, растителността, водите и дънните утайки, измерва се радиационния гама-фон. [6-8]

✓ Поставе от тип "А". На този тип поставе се контролира радиационната чистота на въздуха (аспирационни инсталации със сменяеми аерозолни филтри), събират се проби от атмосферните отлагания, почва и растителност. На поставе-те от този тип се измерва периодично мощността на еквивалентната доза на гама-лъчението, а за оценка на интегралната доза са монтирани термо-луминесцентни дозиметри. Поставе-те от тип "А" са 14 на брой.

✓ Поставе от тип "В". На този тип поставе се събират проби от атмосферните отлагания, почви и растителност. Мощността на еквивалентната доза на гама-лъчението се измерва периодично, а за оценка на интегралната доза се използват термо-луминесцентни дозиметри. Броят на тези поставе "В" е 22.

✓ Поставе от тип "С". На този тип поставе се вземат проби от вода, дънни утайки и водорасли от откритите природни водоеми в района. Обект на контрол са 4 пункта по течението на р. Дунав, и по 1 пункт на р. Огоста, р. Цибрица и яз. Козлодуй. Мощността на еквивалентната доза на гама-лъчението се измерва периодично. Броят на поставе-те от този тип е 7.

Повечето контролни поставе попадат в границите на 12-км зона, която условно е разделена на пет радиуса: I - 0.5 км (10 поста, от тях 7 на площадка АЕЦ); II - 1.5 км (4 поста); III - 3 км (4 поста); IV - 6.0 км (8 поста); V - 12.0 км (7 поста).

Извън посочените пунктове се анализират проби от питейна вода, мляко, риба, селскостопански зърнено-житни и фуражни култури от района.

При избора на места за разполагане на контролните поставе са взети предвид географските и метеорологичните особености на района, близостта на граничната зона, наличието на населени места и възможността за използване на земята от 2 км ЗПЗМ за селскостопански нужди. Площадките на контролните поставе са разполагани в краищата на земеделските парцели, на необработваеми терени. Обосновката за разположението на контролните дозиметрични поставе е представена в [9-15].

Освен радиоекOLOGичния мониторинг в 100 км зона около АЕЦ, се извършват радиационни измервания на промишлената площадка. Обект на контрол са радиационния гама-фон, подземните води, въздуха, атмосферните отлагания, растителността и почвата. Мощността на еквивалентната доза на гама-лъчението се измерва посредством 10 броя термо-луминесцентни дозиметри /ТЛД/ поставени по оградата на АЕЦ, 20 броя ТЛД в района на съоръженията на СП "РАО-Козлодуй" и 10 броя по оградата на ХОГ. Почва, растителност и атмосферни отлагания се контролират в 7 точки от площадката. Извършва се мониторинг на подземни води от над 100 броя сондажни кладенци редуващи се по схема, води от 10 брызгални басейна и отводнителните колектори за дъждовни и отпадни води. Сондажните кладенци са разположени в близост до обекти с предполагаемо радиоекOLOGично въздействие - главни корпуси, спец-корпуси, съоръжение за преработка и съхранение на РАО, ХОГ и др. С въвеждането в експлоатация на хранилище за сухо съхранение на отработило ядрено гориво през септември 2011 г. започна допълнителен контрол на 5 нови сондажни кладенеца и още 7 броя ТЛД.

Радиационният мониторинг при нормална експлоатация на АЕЦ "Козлодуй" се провежда по консервативен подход в съответствие със следните основни правила:

- измерванията и/или пробоотбирането се извършват в потенциално неблагоприятни точки, откъм влияние на АЕЦ;

- паралелни измервания или пробовземане се извършват паралелно и в реперни точки, в които не се очаква влияние на централата;

- изследваните проби да обхващат основните екологични компоненти, елементи от веригата на разпространение на радиоактивност до човешкото тяло.

- пробите от храни са характерни за района около централата;

- изследваните радионуклиди са типични за ВВЕР ядрени реактори и да обхващат ключовите радионуклиди, съгласно Препоръката на ЕС Евратом 2004/2;

- да се изследват същевременно реперни радионуклиди с естествен произход, съдържащи се в относително постоянно количество в пробите .

- откриваемите минимума да са толкова ниски, че да позволяват определянето на фонове активности от глобалното отлагане на техногенни радионуклиди и да позволяват регистриране в зародиш на най-малки изменения в радиационната обстановка.

Честотата на пробоотбор, местата на които той се провежда, типа на измерванията (или определяемите радионуклиди) са описани в Инструкцията за радиационен мониторинг на околната среда при експлоатацията на "АЕЦ Козлодуй" [16, 17].

Периодичността на вземане на пробите е съобразена с проектните изисквания и дългогодишния опит по радио екологичен мониторинг в АЕЦ "Козлодуй", както и с практиката на други страни.

Изследваните реперни радионуклиди са продукти на делене и активирани продукти на корозия, чието поглъщане чрез въздуха, питейната вода и храната или попадане в обекти от околната среда (част от хранителната верига), би причинило допълнително вътрешно облъчване на населението.

Използват се стандартизирани и утвърдени от практиката методи като гама-спектрометрия, нискофонов радиомет-

рия на обща бета активност и радиохимично изолиран радиостронций, течностно-сцинтилационна спектрометрия на тритий и алфа-спектрометрия на трансураниеви елементи. Най-общо, това са добре проверени в практиката методи, систематизирани в процедурите за анализ на проби от околната среда, използвани от водещи лаборатории по света или препоръчани от МААЕ [17,18]. Конкретно за условията на нашите лаборатории, тези процедури са адаптирани и доразвити.

Изпълнението на Инструкцията за радиационен мониторинг е верифицирано с критериите за самооценка - изпълнение на заложения обем, при гарантирана възпроизводимост и точност на резултатите. Точността на анализите е проверена многократно с участия в национални и престижни международни лаборатории сравнения на Световната здравна организация, Федералната служба по лъчезащита на Германия, Международната агенция по атомна енергия и Националната физична лаборатория на Великобритания.

Резултатите от ведомственият радиационен мониторинг ежегодно се верифицират с независими изследвания. С основните изводи е запозната широката общественост.

За осигуряване на Аварийния план на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД, полевите измервания на радиационната обстановка в аварийни ситуации се обезпечават с мобилна лаборатория Mercedes-Sprinter CDI 4x4. Мобилната лаборатория е оборудвана със специализирана апаратура за експресни радиационни измервания. Апаратурата включва анализатор, гама-спектрометричен тракт със сцинтилационни детектори, детектори за измерване на мощност на дозата (на място и в движение), преносими програмируеми пробовземни устройства за аерозоли и дъждовна вода. Системите са с компютърно управление. Данните се предават по радиовръзка в Центъра за управление на аварията. Областта на контрол включва:

- измерване на мощността на дозата в движение и в контролна точка;

- определяне радиоактивността на ^{134}Cs и ^{137}Cs в аерозоли;

- определяне радиоактивността на ^{131}I в приземен въздух;

- определяне на ^{134}Cs , ^{137}Cs и ^{131}I в намазки от контролирани повърхности.

- Определяне на обща бета/алфа активности в аерозолни филтри и намазки.

Предаването на данните от радиационните измервания по маршрути и в точка се извършва автоматично по радиоканал и GPRS трансфер.

ИЗЛОЖЕНИЕ

През 2022 г. са изследвани общо 2037 проби от различни обекти на околната среда: въздух, води, почва, растителност, мляко, риба, селскостопански култури и др. Проведени са общо 4208 анализи за радиоактивност, съответно: гама-спектрометрични - 1197, течно-сцинтилационни (LSC) за тритий - 1057, РХ на радиостроий - 187, радиометрия на обща β активност и LSC за въглерод-14 - 1599, спектрометрия + обща α -активност - 61, радиохимично изолиране на цезий - 107. Проведени са 1189 измервания на радиационния гама-фон в контролните постове и маршрутите с преносими дозиметрични прибори и термо-луминесцентни дозиметри. Изследвани са общо 261 извънредни проби от обекти на площадката и околната среда.

Изпълнението на предвидения обем на радиоекOLOGичен мониторинг е над 82%. Около 18% от пробоотбора не е осъществен по обективни причини, свързани основно с метеорологични условия, ограничен достъп. От друга страна през 2022 г. лабораторията е анализирала допълнително 261 проби, което е с 12.8% завишен обем на проведени анализи и измервания, спрямо заложения в програмата.

Резултатите от ведомственият радиационен мониторинг се верифицират с независимите радиоекOLOGични изследвания. Извършва се регулаторен контрол от АЯР на проби от изхвърлянията и аерозолни филтри от площадката. Установява се съответствие с националното законо-

дателство и се анализират тенденциите в радиационната обстановка.

Природни води

Водите от природните водоеми са основен обект на радиоекOLOGичен мониторинг, индикатор за екологичната обстановка в района на АЕЦ. Изследва се радиоактивността на водите от река Дунав по поречието и вътрешни реки, водоеми в близост до атомната централа - р. Огоста, р. Цибрица и яз. "Козлодуй". Като водоприемник на течните изхвърляния от АЕЦ и гранична река, особено внимание се отделя на р. Дунав.

Пробоотборът се осъществява в 7 контролни поста тип "С". Проби от р. Дунав са вземани от четири места (1 преди и 3 след АЕЦ по течението), съответно от пристанище "Радецки" (704 km), отводящ канал при БПС (687 km), местността "Бататовец" преди гр. Оряхово (682 km) и от пристанище "Оряхово" (678 km). Провеждан е ежеседмичен пробоотбор на водите от три точки ("Радецки", отв. канал и Оряхово), след което са анализирани сборни месечни проби. Два пъти в годината са изследвани водите от м. "Бататовец" и един път годишно водите от вътрешните водоеми - р. Огоста, р. Цибрица и яз. "Козлодуй". От месец 09. 2010 г. е въведен непрекъснат пробоотбор и допълнителен контрол на вода от Водна станция (ВС-1) на отводящ канал, преди заустването. Във всички проби са определени обща бета активност и тритий, а от р. Дунав и ВС-1 допълнително ^{90}Sr и ^{137}Cs .

За определяне на обща бета активност, проба от един литър е изпарявана до сухо. Полученият сух остатък е радиометриран за време 6000 s, при което МДА възлиза средно на 0.016 Bq/l. След предварителна дестилация на пробата, 10ml от дестилата се смесва с 10ml сцинтилатор (UltimaGold LLT). Пробата е спектрометрирана с течно-сцинтилационен спектрометър LKB 1414 "Guardian" за време 10000 s. При описаните условия МДА за 3Н варира в диапазона 3.0 ÷ 4.2 Bq/l със средна стойност 3.4 Bq/l.

За определяне съдържанието на ^{90}Sr се използват радиохимични методи за разделяне и концентриране на радиостронция в пробата. Обработвани са сборни 40 литрови проби, с пропорционален пробоотбор от автоматизирани устройства, разположени на пристанище "Радецки" (704 km), отводящ канал при ВЕЦ "Козлодуй" (687 km) и от пристанище "Оряхово" (678 km). Прилаганият метод се основава на съутаяване на стронций и калций като карбонати, разделяне на стронций и калций с помощта на натриева основа и течно-сцинтилационно спектрометриране на ^{90}Y (в режим на измерване Черенково броене) след настъпване на радиоактивно равновесие. Химичните добиви по стронций и итрий се определят съответно гравиметрично и титриметрично. От същата проба е изолиран и ^{137}Cs .

През 2022 г. са взети 53 проби и са проведени общо 182 анализа - 50 гама-спектрометрични, 53 радиометрични за обща бета активност, 53 течно-сцинтилационни за тритий 26 с радиохимично изолиране на стронций. Общата бета активност, измерена във водите на р. Дунав е в нормални граници: от $<0,0016$ до 0.052 Bq/l , което е 10 % от нормата. За водите на река Дунав, максималната измерена стойност е 0.052 Bq/l (отводящ канал). Резултатите в различните точки

по течението (преди и след АЕЦ) са много близки, което доказва липса на оценимо влияние по този показател от освобождаваните дебалансни води.

Радиоактивността на водите от вътрешните реки Огоста, Цибрица и язовир "Козлодуй", е с типични стойности за природните водоеми. Общата бета активност е в граници $< 0.016 \pm 0.052 \text{ Bq/l}$, а съдържанието на тритий е под МДА ($< 3.2 \text{ Bq/l}$)

Питейни води

Особено внимание се обръща и на питейните водоизточници в района на АЕЦ. Питейната вода за гр. Козлодуй, АЕЦ "Козлодуй" и гр. Оряхово е изследвана ежесечно за обща бета активност и тритий. Два пъти годишно са определяни ^{90}Sr и ^{131}Cs в каптажите за Козлодуй.

АЕЦ и четири пъти във водопроводната мрежа на гр. Оряхово. Методите за анализ на питейната вода са аналогични с тези, използвани за анализ на природни повърхностно течащи води.

През 2022 г. са анализирани общо 48 проби от питейна вода, а броят на проведените анализи е 116 - съответно 10 гама-спектрометрични, 48 радиометрични за обща бета активност, 48 течно-сцинтилационни за тритий и 10 с радиохимично изолиране на стронций. Резултатите от анализите са представени в Табл. 1.

Таблица 1 Обща бета радиоактивност на питейна вода, 2022 г., Bq/l

Месец	Място на вземане на пробата			
	Каптаж к-ц гр. Козлодуй	Каптаж к-ц АЕЦ	Каптаж к-ц II помп. АЕЦ	водопровод - гр. Оряхово
Януари	<0.016	<0.026	0.022 ± 0.006	< 0.021
Февруари	<0.016	<0.019	0.023 ± 0.006	< 0.025
Март	<0.016	0.047 ± 0.009	<0.016	0.030 ± 0.007
Април	<0.022	0.034 ± 0.009	0.028 ± 0.007	0.030 ± 0.006
Май	0.045 ± 0.008	<0.024	0.025 ± 0.006	< 0.017
Юни	0.021 ± 0.005	<0.016	0.030 ± 0.006	0.017 ± 0.005
Юли	0.032 ± 0.006	0.023 ± 0.006	0.021 ± 0.006	0.018 ± 0.005
Август	<0.016	<0.016	<0.016	0.065 ± 0.012
Септември	<0.016	<0.016	<0.023	< 0.040
Октомври	<0.025	<0.024	<0.016	< 0.039
Ноември	<0.016	<0.016	<0.016	< 0.016
Декември	<0.016	<0.016	<0.016	< 0.016

Резултатите за обща бета активност в питейни води през 2022 г. са в границите $< 0.016 \div 0.065$ Bq/l, средно 0.023 Bq/l. Резултатите за тритий са в диапазона $< 2.4 \div < 4.1$ Bq/l, средно < 3.3 Bq/l. Това са много ниски нива спрямо допустимите норми за питейна вода: 1 Bq/l обща бета активност и 100 Bq/l за тритий. Получените резултати са аналогични и съизмерими с тези от предходните години.

За 2022 г. активността на ^{137}Cs във всички анализирани проби е под МДА ($< 0.5 \div < 0.7$) mBq/l. Активността на ^{90}Sr в питейни води през 2022 г. е вариала в диапазона $< 0.3 \div 1.4$ mBq/l. Резултатите са сходни с тези от предни години и са около 1000 пъти по-ниски от нормите.

ДЪННИ УТАЙКИ ОТ ПРИРОДНИ ВОДОЕМИ

Дънните утайки (седименти) са важен екологичен индикатор за акумулиране на радиоактивност в природните водоеми. Те са част от хранителната верига във водната екосистема и изследването им дава информация за въздействието на АЕЦ върху водните басейни в района. Пробоотборът се извършва в 7-те контролни постове тип "С" на откритите водоеми в района, на същите контролни точки като на водите. Пробите са изсушавани до постоянно тегло, пресявани са през сито с диаметър на отворите 2 mm и са хомогенизирани. Аликвотни части от подготвените проби са анализирани гама-

спектрометрично и радиометрично, както следва:

- 500 g проба се гама-спектрометрира директно за време на измерване 60000 s, МДА за ^{137}Cs варира в диапазона $0.18 \div 0.42$ Bq/kg a.d.w (въздушно сухо тегло).

- 200 g проба е използвана за определяне на ^{90}Sr . Определянето се основава на радиохимично изолиране на радиостронция от пробата, разделяне от калций с натриева основа и течено-сцинтилационно спектрометриране на ^{90}Y след установено радиоактивно равновесие в режим на измерване "Черенкова броене" (водна среда, без коктейл). При измерване 10000 s, МДА е средно 0.093 Bq/kg a.d.w.

Резултатите за дънни утайки (ДУ) от водоемите през 2022 г. показват активност на ^{137}Cs в диапазона $< 0.18 \div 8.67$ Bq/kg a.d.w., а активност на ^{90}Sr в диапазона $< 0.10 \div 0.45$ Bq/kg a.d.w.

Измереният през 2022 г. ^{137}Cs в дънни утайки от р. Дунав е в граници $1.86 \div 8.67$ Bq/kg a.d.w., стойности съизмерими с резултатите от предишни години. Максималната стойност е измерена в проба от п-ще "Радецки" през месец септември. Обобщени данни за 2022 г. са дадени в Табл. 2. Варирането на активността в измерените проби в относително широки граници се дължи на невъзможността да се осигури пробоотбор от едно и също място, респективно представителност на пробите. Причина за това са промените в нивото на реката и локалният характер на замърсяванията.

Табл. 2. Данни за активност на ^{137}Cs в дънни утайки от р. Дунав, 2022 г., Bq/kg a.d.w.

Година	Преди АЕЦ „Козлодуй“		След АЕЦ „Козлодуй“	
	Диапазон	Средна стойност	Диапазон	Средна стойност
2022	1,86-8,67	5,27	2,69-6,71	5,20

През 2022 г. за дънните утайки от отводящ канал - АЕЦ активността на ^{137}Cs варира от 5.94 до 6.71 Bq/kg a.d.w. Както е видно от обобщените резултати в таблицата, има съпоставимост на данните от горното и долно течение. Това показва, че не може еднозначно да се определи радио екологичното влияние от АЕЦ "Коз-

лодуй" върху басейна на р. Дунав. Измерените стойности са много ниски и не представляват екологичен риск за водната екосистема. В голяма степен техногенните замърсявания се дължат на акумулирана в дънните утайки "стара" активност от ядрените тестове и аварията в АЕЦ "Чернобил". Изотопът ^{134}Cs и друга

техногенна активност не са детектирани в пробите (МДА средно $< 0.36 \text{ Bq/kg a.d.w.}$). За пробите от яз. "Козлодуй", р. Огоста и р. Цибрица активността на ^{137}Cs е с фонове граници $< 0.42 \div 1.59 \text{ Bq/kg a.d.w.}$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Програмите за радиоecологичен мониторинг са изпълнени успешно, в нужния обем при осигурено качество на анализите. Обемът и организацията на мониторинга удовлетворява напълно критериите на страните с развита ядрена енергетика и добрата лабораторна практика.

Проведеният през 2022 г. радиоecологичен мониторинг установява съответствие на състоянието на околната среда около АЕЦ с изискванията на нормативната база в областта на радиационната защита и опазването на околната среда. Няма отклонение на радиационните показатели над допустимите норми.

Сравнението на данните за 2022 г. с тези от минали години и от преди пуска на централата, доказва отсъствието на неблагоприятни тенденции в радиоecологичната обстановка вследствие работата на АЕЦ "Козлодуй". Радиационните показатели са в нормални граници, с характерни за района фонове стойности. Радиационната обстановка в 100-км зона е стабилна и благоприятна.

Активност на тритий е измерена епизодично на Водна станция 1 от площадката и след заустването на отводящ канал (ТК-1). Стойностите отразяват минимално локално влияние на АЕЦ върху р. Дунав с изпусканите дебалансните води. Не е измерена надфонове активност на ^{137}Cs и други характерни за АЕЦ нуклиди. Общата бета активност отговаря на нормативните изисквания за природните водоеми. Резултатите са в нормални фонове граници.

Като цяло радиационният статус на водите от р. Дунав не е повлиян от заустваните дебалансни води от експлоатацията на АЕЦ "Козлодуй". Резултатите от 2022 г. и предходни години, са в пълно съответствие с изискванията на разреши-

телните за заустване и нормативната база в областта.

Радиационният статус на питейните водоизточници в района не е повлиян от работата на АЕЦ "Козлодуй" и отговаря напълно на санитарните норми по Наредба №9/16.03.2001 г. и Директива 2013/51/ЕВРАТОМ.

Резултатите през 2022 г. показват съпоставимост на данните от горното и долно течение. Регистрираните минимални активности ^{137}Cs са с глобален произход от фолата след "Чернобилската авария". Невъзможността да се гарантира представителност на пробоотбора, не позволява да се правят изводи за влияние от експлоатацията на атомната централа.

Като цяло радиационният статус на седиментите от р. Дунав в района е с характерни за природните водоеми нива.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] List of normative acts, normative-technical and management-technical documents related to nuclear and radiation safety in the operation of Kozloduy NPP power units 1 - 4, KIAEMTS, 1992.
- [2] Ordinance on radiation protection.
- [3] Ordinance No. 10 of the Ministry of Health of 18.04.2002 r on the maximum permissible radioactive contamination when importing agricultural products after the accident at the Chernobyl nuclear power plant, SG No. 44, 2002 r.
- [4] V. Marinov et al., The impact of the Kozloduy NPP on the environment and working environment and the health status of the population and workers, Expert report, KNSB, Sofia, 1993.
- [5] D. Vasilev, V. Bliznakov, Impact of the Kozloduy NPP on the radio ecology, radiation and health status of the population and workers, BalBok, Sofia, 1994.
- [6] EDF '92 Business Report, Environment, EDF Generation and Transmission Group, Division for Security Radioprotection and Environment
- [7] Preliminary ecological model of the municipality of Kozloduy, "ECO-VICOM" OOD, December 1992.
- [8] I. Kulev et al., How dangerous are liquid radioactive discharges from the Kozloduy

- NPP for the population, BalBok, Sofia, 1994 r.
- [9] Kozloduy NPP, System for external dosimetric control - working project. NIPPIES "Enerroproekt", Sofia 1972 r.
 - [10] Kozloduy 3 NPP technical project, Radiation control of the environment and internal dosimetric control of the pre-plant site. N IPPIES "Energoproekt", Sofia 1981
 - [11] Instruction for radiation monitoring of the environment during operation of "Kozloduy NPP" id. No. 85. RK.00.I N.262/05
 - [12] Results du program de surveillance radiologique de l'environnement du site de Gentilly, Raport annuel 1 990; Report technique G2-RT-17/May 1991.
 - [13] J. Schwibach et al., Source and Environmental Monitoring of Nuclear Power Plants in the Federal Republic of Germany, Report of Institut fur Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes, Neuherberg.
 - [14] Radiation Protection, Retrospective assessment of the impact of nuclear installations on members of the public under normal operating conditions, European Commission, Directorate-General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, 1999.
 - [15] Rapport de Surveillance de l'Environnement, Bugey 1991.
 - [16] Measurement of Radionuclides in Food and the Environment, Technical Report Series, 295, IAEA, 1989.
 - [17] EML Procedures Manual, 27th Edition, HASL-300/1990.
 - [18] Kanisch, G., Ruhle, N., Shelenz, R. (Eds), Messanleitungen fur die Uberwachung der radioaktivitat in der Umwelt, Bundesminister des Inneren, Bon 1984.