

Leszek F. KORZENIOWSKI\*

**ANALIZA PRZYCZYŃ I SKUTKÓW KATASTROFY  
ORAZ POMIAR RADIOAKTYWNOŚCI W STREFIE OCHRONNEJ  
CZARNOBYLA**

**STRESZCZENIE**

*Celem artykułu jest analiza przyczyn i skutków katastrofy, pomiar radioaktywności w tzw. Strefie ochronnej oraz okolicach Czarnobyla. Autor dpowiada na pytanie ile jest prawdy w mitach czarnobylskich, przedstawia wyniki dostępnych badań oraz wynik ekspedycji naukowych organizowanych przez Europejskie Stowarzyszenie Nauk o bezpieczeństwie EUROPEAN ASSOCIATION for SECURITY. Rozważania prowadzono w ujęciu naukowym i socjologicznym, koncentrując się na technicznych przesłankach oraz na zachowaniach i wzajemnych relacjach ludzi w sytuacji zagrożenia.*

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo, zagrożenia, securitologia, zarządzanie bezpieczeństwem, zasady postępowania, gospodarka energetyczna, bezpieczeństwo energetyczne .

**ANALYZE THE CAUSES AND CONSEQUENCES OF THE DISASTER,  
THE MEASUREMENT OF RADIOACTIVITY IN THE CHERNOBYL  
PROTECTION ZONE**

**ABSTRACT**

*The purpose of this article is to analyze the causes and consequences of the disaster, the measurement of radioactivity in the so-called. Protection zone and near Chernobyl. We answer the question of how much is truth in the myths of Chernobyl. We present the results of available studies and the results of the scientific expedition organized by the Association of Safety Sciences European Association for SECURITY. Considerations carried out in the scientific and sociological perspective, focusing on technical grounds and on the behavior and mutual relations of people in an emergency situation.*

**Key words:** security, danger, securitology, security management, policies, energy management, energy security

---

\* dr hab. Leszek Fryderyk KORZENIOWSKI, prof. nadzw. - kierownik Zakładu Zarządzania Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie, profesor nadzwyczajny Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu - Wydziału Zamiejscowego w Chorzowie (Polska). Członek zagraniczny Państwowej Akademii Nauk Pedagogicznych Ukrainy (Академія педагогічних наук України). Honorowy członek zagraniczny Państwowej Ukrainkiej Akademii Informatyki (Українська Академія інформатики). Prezes Europejskiego Stowarzyszenia Nauk o Bezpieczeństwie EUROPEAN ASSOCIATION for SECURITY. e-mail lfk@eas.info.pl; www.eas.info.pl

## АНАЛИЗ ПРИЧИН И ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФЫ И ИЗМЕРЕНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ В ЗАКРЫТОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОБЫЛЯ

### РЕЗЮМЕ

Целью данной статьи является анализ причин и последствий катастрофы, измерение радиоактивности в т. н. закрытой зоне и вокруг Чернобыля. Мы пытаемся ответить на вопрос, насколько правдивы мифы о Чернобыле. Мы представляем результаты анализов и результаты научных экспедиций, организованных Европейской ассоциацией наук о безопасности. Вопрос рассматривается с научной и социологической точки зрения, особое внимание уделяется анализу технических факторов, а также поведения и взаимоотношения людей в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: безопасность, угрозы, секьюритология, управления безопасностью, правила поведения, ядерная энергетика, энергетическая безопасность.

### 1. Cel i zakres

Prawda o Czarnobylu i wydarzeniach, które miały tam miejsce, jest względna i zmienia się w zależności od roli uczestników tamtych wydarzeń, interesów polityków i analityków a nawet od sposobu prezentowania informacji przez media. Prawda wymaga niezależności od pozanaukowych czynników i zawsze zależy od dowodów, a przecież niektóre z nich bezpowrotnie zanikają, gdy inne od nowa są interpretowane.

Bezpieczeństwo było i jest przedmiotem zainteresowania wielu dziedzin nauk przyrodniczych, technicznych, medycznych, rolniczych i społecznych a także szczegółowych dyscyplin naukowych o rodowodzie sięgającym początków naukowego poznawania rzeczywistości. Nauki o bezpieczeństwie, pomimo rozlicznych trudności, nie mogą unikać pytań o przyczyny i skutki Czarnobylskiej katastrofy.

W *securitologii* bezpieczeństwo oznacza pewien stan obiektywny polegający na braku zagrożenia dla istnienia, rozwoju i normalnego funkcjonowania człowieka, odczuwany subiektywnie przez jednostki lub<sup>20</sup> grupy<sup>21</sup>.

Podobnie legalne<sup>22</sup> definicje bezpieczeństwa w ujęciu przedmiotowym określają desygnaty tego pojęcia poprzez środki i działania zmniejszające zagrożenia.

<sup>20</sup> lub - spójnik łączący alternatywne zdania lub ich części nierozłącznie (jedno, a nie wykluczone, że i drugie).

Zob. ZIEMBIŃSKI Zygmunt: *Logika praktyczna*. Warszawa: PWN, 1977, s. 85.

<sup>21</sup> Zob. KORZENIOWSKI L.: *Zarządzanie bezpieczeństwem. Rynek, ryzyko, zagrożenie, ochrona*, s. 437. /in:/ *Zarządzanie bezpieczeństwem*. Kraków: PSB 2000, s. 437-444; KORZENIOWSKI L.: *Securitology. The concept of safety*. "Comunikations" 2005, No 3, s. 20-23; HOFREITER L.: *Securitológia*. Liptovský Mikuláš: Akadémia ozbrojených síl gen. M.R. Štefánika, 2006, s. 31. KORZENIOWSKI L.F. *Securitológia. Nauka o bezpieczeństwie człowieka i organizacji społecznych*. Kraków: EAS 2008, s. 53; SERIKOV Ya. O. KORZENIOWSKI L.F. (ukr.) СЕРІКОВ Я.О. КОЖЕНЕВСЬКІ Л.Ф. *Безпека життєдіяльності - секьюритологія*. Харків: ХНАМГ, 2010, c. 29; ZALEWSKI S.: *Bezpieczeństwo polityczne państwa*. „Rozprawa naukowa“ nr 106. Siedlce: Wyd. Akademii Podlaskiej, 2010,

s. 68; LESZCZYŃSKI M.: *Bezpieczeństwo społeczne Polaków wobec wyzwań XXI wieku*. Warszawa: Difin, 2011, s. 13; KORZENIOWSKI L.F. SERIKOV Ya. O. (ukr.) КОЖЕНЕВСЬКІ Л.Ф. СЕРІКОВ Я.О. *Безпека життєдіяльності - секьюритологія. Проблеми. Завдання. Шляхи вирішення*. Харків: ХНАМГ, 2012. Частина 1, c. 12; KORZENIOWSKI L.F.: *Podstawy nauk o bezpieczeństwie*. Warszawa: Difin, 2012, s. 76.

W przepisach Prawa atomowego **bezpieczeństwo jądrowe** oznacza osiągnięcie odpowiednich warunków eksploatacji, zapobieganie awariom i łagodzenie ich skutków, czego wynikiem jest ochrona pracowników i ludności przed zagrożeniami wynikającymi z promieniowania jonizującego z obiektów jądrowych<sup>23</sup>, co powoduje zmniejszenie zagrożeń ze strony promieniowania z obiektów jądrowych.

W artykule wykorzystano koncepcje teoretyczne oraz propozycje terminologii nauk o bezpieczeństwie.

Dane źródłowe zostały uzyskane w ramach projektu Europejskiego Stowarzyszenia Nauk o Bezpieczeństwie oraz Ogólnoukraińskiego Biura Koordynacyjnego międzynarodowego programu "Oświata dorosłych Ukrainy" UNESCO. Zorganizowano dwie ekspedycje do Czarnobyla i Prypeci w dniach 12.09.2011 i 12.09.2012 roku, przeprowadzono wywiady i przeanalizowano informacje pochodzące od pracowników, żołnierzy oraz strażaków uczestniczących w akcji ratowniczej w 1986 r. Przeprowadzono obserwację socjologiczną oraz przyrodniczą a także pomiary promieniowania jonizującego w Czarnobylu i Prypeci oraz pomiary kontrolne w Kijowie. Przeprowadzono studium dokumentów w Muzeum Czarnobyla w Kijowie 12.09.2011 oraz w Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu (IAEA) 22.02.2013 a także zapoznano się z opublikowanymi wynikami pomiarów przeprowadzonych w Czarnobylu przez inne grupy badawcze<sup>24</sup> oraz z wspomnieniami<sup>25</sup> i publikacjami prasowymi<sup>26</sup>.

Przebieg realizacji projektu zarejestrowano w formie zdjęć fotograficznych.

Uczestnicy projektu:

- Europejskie Stowarzyszenie Nauk o Bezpieczeństwie *EUROPEAN ASSOCIATION for SECURITY* z siedzibą w Krakowie (Leszek F. Korzeniowski, Łukasz Kister<sup>27</sup>, Beata Kulesa, Wasyl Myronowycz Zaplatynskyj<sup>28</sup>, Laryssa Ivanivna Ziaziun<sup>29</sup>, Inga Viktorovna Uryadnikova<sup>30</sup>, Anatolij Stoyanov<sup>31</sup>).

---

<sup>22</sup> Legalny - prawny, zgodny z obowiązującym prawem. KOPALIŃSKI Wł.: *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*. Wydanie 14. Warszawa: Wiedza Powszechna 1983, s. 246. ISBN 83-214-0333-6; Legalny - działający, podejmowany zgodnie z obowiązującym prawem, istniejący na mocy prawa, uznany przez prawo. *Słownik współczesnego języka polskiego*. Warszawa: Reader's Digest Przegląd 2001, tom 1, s. 457. ISBN 83-88243-28-4.

<sup>23</sup> Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe. (j.t. z 2012 r. poz. 264, poz. 908), art. 3, pkt 2).

<sup>24</sup> BIENKOWSKI K. BIERNACKI K. BRZEZIŃSKI P. SURAŁA W. WOLSZCZAK W.: Czarnobyl 25 lat później. "Delta", luty 2012; GATTNER A. *Katastrofa w Czarnobylu po dwudziestu latach, stan miejsca i ludzi, konsekwencje dla rozwoju energetyki i ekologii, postrzeganie społeczne*. Warszawa: Wydział Fizyki Politechniki Warszawskiej, 2009.

<sup>25</sup> GUDOV V.A. (ros.) ГУДОВ В.А.: *731 спецбатальон*. Изд. 3. Киев: Издательско-полиграфический центр „Киевский университет”, 2009.

<sup>26</sup> AKSONOVA A. (ukr.) АКСЬОНОВА А.: *Біль ще не виух, але життя продовжується*. „Вісник Чорнобиля”. Газета Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, № 50 (1613), 12 грудня 2009 року.

<sup>27</sup> dr Łukasz KISTER - Collegium Civitas w Warszawie, l.kister@bezpieczneinformacje.pl

<sup>28</sup> Wasyl Myronowycz ZAPLATYNSKYJ - канд. с-г. наук, доц. Василій Миронович ЗАПЛАТИНСКИЙ, Національний авіаційний університет Київ (Україна) zvm@ukr.net

<sup>29</sup> Laryssa Ivanivna ZIAZIUN - проф. д-р пед. наук Лариса Іванівна ЗЯЗИОН - Інститут філології, Київський національний університет імені Тараса Шевченка Київ (Україна) lyalya8@ukr.net

<sup>30</sup> Inga Viktorovna URYADNIKOVA - канд. техн. наук Инга Викторовна УРЯДНИКОВА - доцент кафедры управления системами безопасности жизнедеятельности Одесского национального политехнического университета, Одесса (Україна)

SecurityForum@yandex.com

- Ogólnoukraińskie Biuro Koordynacyjne międzynarodowego programu "Oświata Dorosłych Ukrainy" UNESCO z siedzibą w Kijowie (Sergiy Boltivets<sup>32</sup>).
- Ogólnoukraińskie Stowarzyszenie Likwidatorów - Inwalidów "Czarnobyl-86" z siedzibą w Kijowie (Anatoli Fedorovith Koliadin<sup>33</sup>).
- Katedra Psychologii Kijowskiego Państwowego Uniwersytetu Handlowo-Ekonomicznego w Kijowie (Mykoła Stepanovith Korolthuk<sup>34</sup>).
- Uniwersytet Pedagogiczny im. Grigoria Skorowody w Pereyasławiu-Chmielnickim (Nadyezda Ivanovna Kotsur<sup>35</sup>, Vitali Viktorovith Kotsur<sup>36</sup>).
- Studio - Galeria Twórczości Inwalidów "Duchem niezależni" (Georg Ivanov Shanayev<sup>37</sup>).
- Ukraiński Związek Zawodowy Pracujących Inwalidów (Volodymir Borysovith Piotrovski<sup>38</sup>).

We wnioskach uwzględniono raporty Komitetu Naukowego ONZ ds. Badania Skutków Promieniowania Atomowego (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR)<sup>39</sup> oraz Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (International Atomic Energy Agency, IAEA) w Wiedniu<sup>40</sup>.

Wstępne wyniki badań zostały ogłoszone w dniu 14 grudnia 2012 r. podczas Festiwalu Nauki w Dąbrowie Górniczej<sup>41</sup>.

<sup>31</sup> Anatoliy STOYANOV - Анатолий СТОЯНОВ - Симферополь (Україна) maestrosto@mail.ru

<sup>32</sup> Sergiy Ivanovits BOLTIVETS (Доктор психологічних наук, професор Сергій Іванович БОЛТІВЕЦЬ) - przewodniczący Ogólnoukraińskiego Koordynacyjnego Biura Międzynarodowego Programu "Oświata Dorosłych Ukrainy" (голова Всеукраїнського координаційного бюро Міжнародної програми "Освіта дорослих України", Київ, Україна).

<sup>33</sup> Anatoli Fedorovith KOLIADIN (Анатолій Федорович КОЛЯДИН) - uczestnik likwidacji skutków Czarnobylskiej katastrofy w 1986 r. przewodniczący Ukraińskiego Związku Likwidatorów - Inwalidów "Czarnobyl-86" (учасник ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи в 1986 році, Голова Всеукраїнської спілки ліквідаторів-інвалідів „Чорнобиль-86”, Київ, Україна) likvidator-86@ukr.net

<sup>34</sup> Mykoła Stepanovith KOROLTHUK - др. псих. наук, професор Микола Степанович КОРОЛЬЧУК - зав. Кафедры психології, Київський національний торговельно-економічний університет, Київ (Україна) podlodca@uhr.net

<sup>35</sup> Nadyezda Ivanovna KOTSUR - доктор исторических наук, профессор Надежда Ивановна КОЦУР - профессор кафедры медико-биологических дисциплин и валеологии, Переяслав - Хмельницький державний педагогічний університет ім. Григорія Сковороди, Переяслав – Хмельницький (Україна) n.kozur@mail.ru

<sup>36</sup> Vitali Viktorovith KOTSUR - Виталий Викторович КОЦУР - Переяслав - Хмельницький державний педагогічний університет ім. Григорія Сковороди, Переяслав – Хмельницький (Україна)

<sup>37</sup> Georg Ivanov SHANAYEV - Жорж Іванов ШАНАЄВ - учасник ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи в 1986 році, керівник Студії-галереї творчості інвалідів „Ми духом незламні” Київ (Україна)

<sup>38</sup> Volodymir Borysovith PIOTROVSKI - Володимир Борисович ПЕТРОВСЬКИЙ - голова всеукраїнської громадської організації "Всеукраїнська профспілка працездатних інвалідів", Київ (Україна)

<sup>39</sup> *Sources and effects of ionizing radiation*. Report to the General Assembly with Scientific Annexes. New York: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR, 2011. ISBN 978-92-1-142280-1; e-ISBN 978-92-1-054482-5.

<sup>40</sup> *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. The Chernobyl Forum: 2003–2005*. Second revised version. Austria, Vienna: Printed by the IAEA in Austria, 2006; *Наследие Чернобыля: Медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Беларуси, Российской Федерации и Украины. Чернобыльский Форум: 2003-2005*. Второе исправленное издание. Austria, Vienna: Printed by the IAEA in Austria, 2006;

<sup>41</sup> KORZENIOWSKI L.F. KULESSA B.: *Czysta energia czy czysta głupota? Czarnobyl po 25 latach*. VIII Festiwal Nauki, Dąbrowa Górnicza, 2012.

## 2. Urządzenia pomiarowe oraz wielkości i ich jednostki związane z promieniowaniem

Pomiarów dokonano przy pomocy przyrządu dozymetrycznego model PRIPYAT, który mierzy promieniowanie *gamma* i *beta* w zakresie 0,1-200  $\mu\text{Sv/h}$ . W odróżnieniu od klasycznych liczników Geigera Mullera pomiar jest uśredniany, impulsy z czujnika po uformowaniu ładują kondensator, a wynik pomiaru to napięcie na tym kondensatorze. Dzięki temu pomiar jest szybki przy stałym natężeniu promieniowania, liczba na wyświetlaczu stabilizuje się w krótkim okresie czasu.

Jednostki promieniowania mogą określać:

- źródło promieniowania, wówczas mówimy o aktywności źródła; mogą być one zewnętrzne lub zewnętrzna.
- zagrożenie napromieniowaniem poprzez działanie promieniowania na otoczenie, wówczas mówimy o dawce promieniowania.

**Aktywność promieniowania** (ang. activity) jest to liczba spontanicznych przemian jądrowych zachodzących w źródle w jednostce czasu.

Stosowaną obecnie jednostką intensywności promieniowania jest bekerel (Bq), równy jednemu rozpadowi promieniotwórczemu na sekundę. Nazwa ta pochodzi od nazwiska **Henriego Becquerela**<sup>42</sup>. Dawniej intensywność promieniowania mierzono jednostką o nazwie curie lub kiur (Ci) od nazwiska **Marii Skłodowskiej-Curie**, odpowiadający aktywności 1 g. radu-226. Jest to aktywność ciała promieniotwórczego, w którym w czasie jednej sekundy zachodzi 37 miliardów przemian (rozpadów) jądrowych. Zależność między jednostkami kiuru i bekerelem: 1 Ci = ok. 37 GBq.

**Aktywność właściwa** ("gęstość", "stężenie") to aktywność przypadającej na jednostkę masy, objętości lub powierzchni emitującej cząstki. - na przykład 1 dm<sup>3</sup> wody pitnej ma aktywność 0,4-40,0 Bq, ciało człowieka o wadze 70 kg - ok. 7000 Bq, typowy reaktor atomowy o mocy elektrycznej 1 GW ok. 10<sup>20</sup> Bq.

**Wpływ promieniowania na otoczenie** (zagrożenie napromieniowaniem) zależy od rodzaju promieniowania, energii emitowanych cząstek, ich przenikliwości, sposobu napromieniowania i innych i jest wyrażane w dawce energii przekazanej materii.

**Dawka ekspozycyjna** jest miarą jonizacji powietrza pod wpływem promieniowania elektromagnetycznego. Jednostką dawki ekspozycyjnej jest kulomb na kilogram (C/kg), dawniej - rentgen na godzinę (R/h). Zależność między rentgenem a kulombem: 1 R = 2,58 · 10<sup>-4</sup> C/kg.

Część rocznej ekspozycji na promieniowanie pochodzi z promieniowania tła, na które składają się:

- Promieniowanie kosmiczne (0,27 mSv), którego wartość zazwyczaj rośnie wraz ze wzrostem wysokości n.p.m.
- Skały i gleba (0,28 mSv), którego wartość może różna w zależności od miejsca geograficznego.

---

<sup>42</sup> Antoine Henri BECQUEREL (1852-1908) – francuski chemik i fizyk, laureat Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki (wraz z Piotrem Curie i Marią Skłodowską-Curie) w 1903 roku za odkrycie i badanie promieniotwórczości.

- Z wnętrza ciała człowieka (0,40 mSv), którego większość pochodzi od potasu-40 i węgla C-14; ok. 0.02% naturalnego potasu występuje w postaci radioaktywnego nuklidu  $^{40}\text{K}$  (ok. 2,7 g dla osoby ważącej 70 kg).

**Dawka pochłonięta D** jest to **miara ilości** energii promieniowania jonizującego przekazanej jednostce masy materii. Legalną jednostką miary dawki pochłoniętej jest grej (Gy)<sup>43</sup>, dawniej - rad (rd). Zależność między jednostką radu a jednostką greja: 1 rd = 0,01 Gy.

**Dawka równoważna  $H_T$**  (ang. equivalent dose) jest to dawka pochłonięta w tkance lub narządzie, ważona dla rodzaju promieni (alfa, beta, X, delta) i energii promieniowania jonizującego. Legalną jednostką miary dawki równoważnej jest siwert o oznaczeniu Sv<sup>44</sup>, dawniej rem<sup>45</sup>. Zależność między jednostką siwert a remem wyraża się: 1 Sv = 100 remów.

**Dawka skuteczna (efektywna) E** jest to suma ważonych dawek równoważnych od zewnętrznego i wewnętrznego napromienienia tkanek i narządów<sup>46</sup>.

Wyznaczając dawki skuteczne zmniejsza się je o dawki wynikające z naturalnego promieniowania tła, na które składają się:

- Promieniowanie kosmiczne (0,27 mSv), którego wartość zazwyczaj rośnie wraz ze wzrostem wysokości n.p.m.
- Skały i gleba (0,28 mSv), którego wartość może różna w zależności od miejsca geograficznego.
- Z wnętrza ciała człowieka (0,40 mSv), którego większość pochodzi od potasu-40 i węgla C-14; ok. 0.02% naturalnego potasu występuje w postaci radioaktywnego nuklidu  $^{40}\text{K}$  (ok. 2,7 g dla osoby ważącej 70 kg).

Jeżeli tło naturalne nie jest znane, za jego wartość przyjmuje się **2,4 milisilwerta na rok (mSv/rok)**<sup>47</sup>. Pomiar mocy dawki służy określeniu dopuszczalnego czasu przebywania w takim miejscu.

Jednostką mocy równoważnika dawki jest silwert na rok kalendarzowy (Sv/rok) lub godzinę (Sv/h).

**Dawka graniczna** jest to największa dawka promieniowania jonizującego ponad tło naturalne<sup>48</sup> która jest uznawana za bezpiecznie małą i której nie wolno przekroczyć.

Dawka graniczna dla pracowników liczona jako dawka skuteczna wynosi 20 mSv/rok, a liczona jako dawka równoważna wynosi 150 mSv/rok dla soczewek oczu, 500 mSv/rok - wartość średnia dla dowolnej powierzchni 1 cm<sup>2</sup> skóry<sup>49</sup>.

<sup>43</sup> Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe. (j.t. z 2012 r. poz. 264, poz. 908), załącznik nr 1; FORMALSKI Krzysztof Wojciech: *Analiza wybranych danych dotyczących wpływu niskich dawek promieniowania jonizującego na organizmy*. Rozprawa doktorska pod kierownictwem prof. dr. hab. Ludwika Dobrzyńskiego. Swierk: Narodowe Centrum Badań Jądrowych, 2012 (dostępna: [www.fornalski.rootspoland.com](http://www.fornalski.rootspoland.com));

<sup>44</sup> Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe. (j.t. z 2012 r. poz. 264, poz. 908), załącznik nr 1.

<sup>45</sup> röntgen equivalent for man, rem.

<sup>46</sup> Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe. (j.t. z 2012 r. poz. 264, poz. 908), załącznik nr 1.

<sup>47</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz. 168) § 6.3.

<sup>48</sup> Promieniowanie naturalne – promieniowanie jonizujące emitowane ze źródeł pochodzenia naturalnego ziemskiego i kosmicznego.

Dawka graniczna dla osób z ogółu ludności liczona jako dawka skuteczna wynosi 1 mSv/rok, a liczona jako dawka równoważna wynosi 15 mSv/rok dla soczewek oczu, 50 mSv/rok - wartość średnia dla dowolnej powierzchni 1 cm<sup>2</sup> skóry<sup>50</sup>.

**Dawka letalna 100% (LD<sub>100</sub>)** jest to najmniejsza dawka promieniowania prowadząca do zgonu 100% organizmów danej populacji w 30 dni od ekspozycji jednorazowej. Dawkę tę mierzy się w jednostkach dawki równoważnej.

### 3. Wyniki pomiarów w latach 2011-2012.

Dane źródłowe zostały uzyskane w ramach ekspedycji do Czarnobyla i Prypeci w dniach 12.09.2011 i 12.09.2012 roku oraz pomiarów kontrolnych tła w Kijowie.

Tab. 1. Wyniki pomiarów radioaktywności w mikrosiwertach na godzinę (μSv/h)

Miejsce pomiaru	pomiar				Uwagi
	data	μSv/h	data	μSv/h	
Kijów, ul. Pankivska (Instytut Psychologii)	11.09. 2011	0,13			pomiar kontrolny tła
Kijów, obok Muzeum Czarnobyla			12.09. 2012	0,09- 0,13	pomiar kontrolny tła
Granica strefy - przy szlabanie			12.09. 2012	0,14	
Wjazd do strefy - w autobusie			12.09. 2012	0,12- 0,15	
Czarnobyl - centrum			12.09. 2012	0,11	
Czarnobyl - przy pomnikach			12.09. 2012	0,25	
Czarnobyl - złomowisko	12.09. 2011	0,12- 0,27			
Czarnobyl - złomowisko, gąsienice pojazdów	12.09. 2011	<b>1,86- 5,39</b>			dawka graniczna dla osób z ogółu ludności plus wartość tła = 0,38 μSv/h
Czarnobyl - ul. Sovietskaja 4			12.09. 2012	0,20	
Czarnobyl - Muzeum			12.09. 2012	0,18	
Czarnobyl - Cerkiew			12.09. 2012	0,12	
Czarnobyl - Jar pomordowanych z 1943(?)			12.09. 2012	0,15	
Czarnobyl - Prypeć (w autobusie)	12.09. 2012	0,11	12.09. 2012	0,10- 0,24	

<sup>49</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz. 168) § 2.

<sup>50</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz. 168) § 5.

Prypeć - stołówka (nowa)			12.09. 2012	0,20	
W autobusie - obok elektrowni, bl. I i II			12.09. 2012	<b>0,40</b>	dawka graniczna dla osób z ogółu ludności plus wartość tła = 0,38 µSv/h
W autobusie - obok elektrowni, bl. III			12.09. 2012	<b>0,60</b>	dawka graniczna dla osób z ogółu ludności plus wartość tła = 0,38 µSv/h
W autobusie - obok "czerwonego lasu"			12.09. 2012	<b>1,27</b>	dawka graniczna dla osób z ogółu ludności plus wartość tła = 0,38 µSv/h
Blok IV - pomnik	11.09. 2012	<b>3,04-3,85</b>	12.09. 2012	<b>1,30-4,00</b>	dawka graniczna dla osób z ogółu ludności plus wartość tła = 0,38 µSv/h
Blok IV - autobus			12.09. 2012	<b>1,01</b>	dawka graniczna dla osób z ogółu ludności plus wartość tła = 0,38 µSv/h
Prypeć, Prospekt Lenina - autobus			12.09. 2012	<b>0,52</b>	dawka graniczna dla osób z ogółu ludności plus wartość tła = 0,38 µSv/h
Prypeć, Prospekt Lenina - budka telefoniczna			12.09. 2012	<b>0,38-0,42</b>	dawka graniczna dla osób z ogółu ludności plus wartość tła = 0,38 µSv/h
Prypeć, Plac centralny, mech na chodniku			12.09. 2012	<b>1,03</b>	dawka graniczna dla osób z ogółu ludności plus wartość tła = 0,38 µSv/h
Prypeć - Kijów (w autobusie)			12.09. 2012	0,11-0,13	
Kijów, ul. Uszakowa			12.09. 2012	0,08-0,14	pomiar kontrolny tła
Kijów, ul. Uszakowa			13.09. 2012	0,13-0,17	pomiar kontrolny tła
Pereyaslav Khmelnickyy			13.09. 2012	0,16-	pomiar kontrolny tła
Czarnobyl, maszynownia przy IV reaktorze			13.02. 2013.	0,14-0,20	Komunikat Inspekcji Regulacji Atomowej Ukrainy po zawaleniu się dachu maszynowni

#### 4. Przyczyny, przebieg i bezpośrednie skutki katastrofy

**Czarnobyl** (ukr. Чорнобиль) - miasto na Polesiu na prawym brzegu rzeki Prypeć i przy jej ujściu do Zbiornika Kijowskiego, w północnej części Ukrainy, zamieszkałe przez etniczne społeczności Drewlanów i Poleszczuków. Pierwsze wzmianki o Czarnobylu są z 1193 r.<sup>51</sup> W średniowieczu miasto na pograniczu Wielkiego Księstwa Litewskiego, Królestwa Polskiego i Imperium Rosyjskiego, należące do Wielkiego Księstwa Litewskiego, potem polskich rodów Kmitów, Sapiehów i Chodkiewiczów, w latach 1918-1919 podległe rządowi niezależnej Ukrainy, potem Związku Radzieckiego (ZSRR). Miasto tragiczne, symbol nieszczęścia<sup>52</sup>, dotknięte

<sup>51</sup> THERNIGOVETS M.V. THERNIGOVETS N.M.: (ukr.) ЧЕРНІГОВЕЦЬ М.В. ЧЕРНІГОВЕЦЬ Н.М.: *Чорнобиль. Історичний нарис*. Київ Видавництво "Неопалима купина" 2011, s. 16-114.

<sup>52</sup> З догадок виіли Чорнобилью тавро. ІІ сама назва міста - символ лиха. (...) Ніна МЕЛЬНИК: *Чорнобильяни*. /в/ THERNIGOVETS M.V. (...) *Чорнобиль...* op. cit. s. 140.



klęskami pożarów w średniowieczu, najazdami Mongołów i Tatarów, rządami atamana Struka<sup>53</sup>, pogromem Żydów w 1919 r., wojną polsko-rosyjską 1920 r., represjami duchowieństwa i chłopów lat 30. XX w., mordami ludności przez NKWD 23-24.06.1941 r., okupacją niemiecką w okresie 25.08.1941-16.11.1943 r. i mordami ludności w czasie i po okupacji hitlerowskiej.

W 1986 roku Czarnobyl liczył ponad 11 tys. mieszkańców, posiadał dworzec rzeczny i autobusowy, szkoły podstawowe i średnie, fabryki i ośrodki kultury.

**Czarnobylska elektrownia atomowa im. W.I. Lenina** (ukr. Чорнобильська Атомна Електростанція (ЧАЕС) - elektrownia atomowa składająca się docelowo z sześciu bloków energetycznych o mocy 1 gigawatów (GW) każdy, wykorzystująca materiały rozszczepialne jako paliwo jądrowe, na mokradłach Czarnobylskiego Polesia nad rzeką Prypeć (dopływ Dniepru), we wsi Kopacze, 12 km od Czarnobyla i 110 km od Kijowa. Elektrownię i miasto Prypeć dla pracowników elektrowni w odległości 4 km na zachód od elektrowni rozpoczęto budować na podstawie decyzji z 1967<sup>54</sup>.

- Blok energetyczny nr 1 - oddany do eksploatacji 26 września 1977 (najstarszy). 1 września 1982 doszło tam do drobnego wypadku i ulotnienia się nieznaczących skażeń z kilku uszkodzonych jednostek paliwowych; został naprawiony i uruchomiony ponownie. Ostatecznie wyłączony 30 grudnia 1996.
- Blok nr 2 - uruchomiony 21 grudnia 1978, zamknięty 15 marca 1989. Decyzja zamknięcia nastąpiła po pożarze turbiny prądotwórczej (nie wystąpiło jednak żadne zagrożenie skażeniem).
- Blok nr 3 - uruchomiony 3 grudnia 1981, zamknięty w 2000.
- Blok nr 4 - oddany do eksploatacji 21 grudnia 1983, zniszczony w wyniku wybuchów pary wodnej oraz tlenu i wodoru 26 kwietnia 1986.
- Blok nr nr 5 i blok nr 6 rozpoczęto budować w 1981 r.

Sprzeciw przeciwko koncentracji bloków energetycznych ogromnej mocy nad rzeką Prypeć, dopływie Dniepru sformułowała do rządu Ukraińskiej Socjalistycznej Republiki Radzieckiej (USSR) Akademia Nauk USSR<sup>55</sup>.

Reaktory w Czarnobylskiej elektrowni atomowej były typu RBMK-1000, które z powodu dodatniej reaktywności dla pary są niestabilne przy małej mocy. Wzrost ilości pary w rdzeniu powoduje zwiększanie wytwarzanej przez reaktor energii (mocy). Zwiększenie energii powoduje wzrost wytwarzania pary, co w konsekwencji powoduje dalszy wzrost wytwarzanej przez reaktor energii. Powoduje to niekontrolowany wzrost mocy reaktora.

Ponadto pręty kontrolne, zawierające absorbujący neutrony bor, miały oba końce wykonane z grafitu, by łatwiej, z mniejszym tarcieniem, przechodziły przez kanały w jądrze reaktora. Grafitowa końcówka wymagała stosunkowo powolnego ich

<sup>53</sup> Illia Tymofiyovits STRUK (ukr.) Ілля Тимофійович СТРУК (1896-1969) - nacjonalista ukraiński, od kwietnia 1918 r. ataman pierwszej Powstańczej Armii Ukraińskiej Rady Narodowej (Перша повстанча Армія УНР), od początku lutego 1919 r. komisarz 20-Pułku Radzieckiego.

<sup>54</sup> THERNIGOVETS M.V. (...) Чорнобиль... op. cit. s. 139. Inne źródła podają 18 km. od Czarnobyla.

<sup>55</sup> Ibidem, s. 142.

opuszczania (do 20 sekund dla całej drogi), a ponadto w początkowej fazie dodatkowa ilość grafitu zawarta w prętach spowalniała jeszcze więcej neutronów, co przyspieszało reakcję łańcuchową.

Personel elektrowni nie był wystarczająco poinformowany o tych wadach reaktora i ryzykiem z tym związanym.

Podczas budowy elektrowni zauważono, że awaryjne agregaty prądotwórcze uzyskują wystarczającą moc dopiero po 60 sekundach od wyłączenia reaktora i włączenia agregatów. Natomiast turbogenerator jest w stanie zapewnić wystarczającą moc zaledwie przez 15 sekund po wyłączeniu reaktora, czyli 45 sekund systemy kontrolne i bezpieczeństwa reaktora pozostają bez zasilania.

W związku z tym istniały dwie możliwości:

- zastosowanie agregatów prądotwórczych o krótszym czasie rozruchu,
- zmodernizowanie turbogeneratorów.

Wybrano zmodernizowanie turbogeneratorów i dołączono dodatkowy stabilizator napięcia, co miało spowodować utrzymanie napięcia na wystarczającym poziomie przez 60 sek.

Na dzień 25 kwietnia 1986 roku zaplanowano przeprowadzenie testu reaktora w bloku nr 4. Eksperyment powinien zostać przeprowadzony przed oddaniem reaktora do eksploatacji, czego nie zrobiono z obawy przed niedotrzymaniem zobowiązań co do przedterminowego oddaniu reaktora do eksploatacji. Złamano w ten sposób przepisy prawa dotyczące eksploatacji takich obiektów.

Test miał dać odpowiedź na pytanie, jak długo w sytuacji awaryjnej, po ustaniu napędzania parą z reaktora turbin zmodernizowanych generatorów, energia kinetyczna ich ruchu obrotowego będzie wytwarzać energię elektryczną w ilości wystarczającej dla potrzeb awaryjnego sterowania reaktorem. W tym terminie powinien zostać uruchomiony awaryjny system zasilania elektrycznego.

Dla eksperymentu wykorzystano okazję rozpoczęcia w kwietniu 1986 r. remontu 4 bloku elektrowni. Zaplanowano zmniejszenie mocy reaktora, następnie zablokowanie dopływu pary do turbin generatorów i zmierzenie czasu ich pracy po odcięciu zasilania. Zaplanowano także wyłączenie niektórych z systemów kontroli pracy reaktora, m.in. systemu automatycznego wyłączania reaktora w razie awarii oraz wyłączenie awaryjnego systemu chłodzenia reaktora. Reaktor przez ponad 4 godziny miał pracować ze znacznie obniżonym poziomem bezpieczeństwa. Opracowano program doświadczenia, nie zaplanowano jednak żadnych specjalnych środków zabezpieczających.

Dzienna zmiana pracowników została uprzedzona o planowanym doświadczeniu i zapoznała się z odpowiednimi procedurami. Nad przebiegiem eksperymentu i działaniem nowego systemu regulacji napięcia czuwać miała specjalnie powołana grupa specjalistów w dziedzinie elektryczności pod nadzorem **Anatolija Diatłowa** (zastępcy naczelnego inżyniera elektrowni i jedyne atomisty w jej kierownictwie, zmarł w 1995 roku na atak serca).

Zgodnie z planem eksperymentu, od rana moc reaktora była stopniowo obniżana aż do poziomu 50%.

Godz. 14:00 – wyłączono system awaryjnego chłodzenia reaktora. Technicy uruchomili część przyrządów pomiarowych. Tymczasem inna elektrownia w Kijowskim Okręgu Energetycznym (KOE) nieoczekiwanie przerwała produkcję energii. Nie zważając na trwający eksperyment dyspozytor mocy KOE w Kijowie zażądał zaprzestania wyłączenia reaktora do wieczora. Wstrzymano wyłączenie drugiej turbiny elektrowni reaktora. Ujawnił się chaos decyzyjny wśród obsługi elektrowni. Przez 9 godzin (zamiast planowanych 4) reaktor pracował przy 50% mocy znamionowej z wyłączonym systemem awaryjnego chłodzenia.

16:00 – Dzienna zmiana, zaznajomiona z procedurami, zakończyła pracę. Pracę rozpoczyna zmiana popołudniowa.

O godzinie 23:04 dyspozytor mocy KOE wyraził zgodę na odłączenie bloku od sieci; rozpoczęto obniżanie mocy cieplnej reaktora do zaplanowanego wcześniej poziomu 700-1000 MW, przy której miały być przeprowadzone testy. Przy takim poziomie mocy powinny automatycznie włączyć się systemy automatycznej regulacji mocy (układy kompensacyjne), które będą się starały przeciwdziałać tej nienormalnej dla reaktora sytuacji. Zgodnie z planem eksperymentu operatorzy reaktora wyłączają owe układy kompensacyjne.

0:00 - Zmiana nocna (szefem zmiany - **Aleksander Akimow**, operator odpowiedzialny za obsługę reaktora – **Leonid Toptunow**, (młody inżynier z niewielkim, 3-miesięcznym stażem pracy) przejmują kontrolę reaktora w trakcie eksperymentu. Według pierwotnego planu eksperyment miał być przeprowadzony za dnia, a dla zmiany nocnej zaplanowano jedynie kontrolowanie systemu chłodzenia reaktora wyłączonego. Dlatego też pracownicy, którzy rozpoczęli pracę o północy, nie byli przygotowani do podejmowania właściwych decyzji, a przekazane im opisy procedur pełne były ręcznych poprawek i skreśleń.

0:28 – Moc reaktora spadła do 500 MW. W celu uzyskania lepszych warunków sterowania przełączono automatyczny system sterowania ze strefowego (dotyczącego poszczególnych części reaktora) na ogólny. Leonid Toptunow popełnia błąd operatorski i moc dalej spadała oraz doszło do nadmiernego wydzielania się ksenonu-135, który silnie pochłania neutrony ("zatrucie ksenonowe"). Reaktor nie posiadał odpowiednich przyrządów kontrolnych, które pozwoliłyby to wykryć. Na tym etapie należało bezwzględnie przerwać doświadczenie i zatrzymać pracę reaktora, która według instrukcji bezpieczeństwa mogłaby być wznowiona dopiero po upływie 24 godzin. Postanowiono jednak kontynuować pracę reaktora, aby nie dopuścić do jeszcze większego opóźnienia w realizacji eksperymentu.

Dla zwiększenia mocy reaktora usunięto część prętów regulacyjnych, pozostawiając ich 18 zamiast dopuszczalnego minimum – 30. W takich warunkach może zadziałać AZ-5 – automatyczny system awaryjnego opuszczania wypełnionych borem prętów bezpieczeństwa.

00:43 – Na polecenie Diatlowa, aby nie dopuścić do dalszego opóźnienia eksperymentu, Leonid Toptunow odłącza automatyczny system awaryjny AZ-5. W tym czasie w reaktorze panowały już niestabilne warunki hydrodynamiczne.

1:05 - zgodnie z planem zwiększono obieg wody chłodzącej. Przepływ chłodziwa przekroczył górny limit o godzinie 1:16. Zwiększone chłodzenie obniżyło temperaturę rdzenia reaktora i spowodowało zmniejszenie ilości pary wodnej. Woda w stanie

ciekłym pochłania więcej neutronów niż para, w efekcie czego moc reaktora ponownie spadała. W wyniku tych działań reaktor został doprowadzony do skrajnie niestabilnego stanu.

01:22:30 – Leonod Toptunow zauważa na wydruku systemu komputerowego, iż poziom reaktywności spadł tak bardzo, iż reaktor natychmiast powinien zostać wyłączony.

01:23:04 – Mimo tego, pod naciskiem Anatolija Diatłowa postanowiono kontynuować eksperyment. Zamknięcie zaworów obu turbin automatycznie inicjowało proces szybkiego wygaszenia reaktora. Aby temu zapobiec, odłączono ostatni układ bezpieczeństwa reaktora. W tym czasie generator awaryjny nie zdążył jeszcze wejść na obroty (jak wiemy, potrzebował na to 60 sekund). Ponieważ zwalniająca turbina napędzała pompy, przepływ wody chłodzącej zaczął maleć, a produkcja pary wzrosła. Dodatnia reaktywność dla pary, jedna z charakterystycznych cech reaktorów typu RBMK, spowodowała wzrost ilości rozszczepień, a co za tym idzie – temperatury. To jeszcze bardziej zwiększyło parowanie wody. Szybko przekroczona została szybkość pracy reaktora, która mogła być zahamowana przez wydzielony ksenon. Wzrost mocy i temperatury reaktora nastąpił lawinowo.

01:23:40 – Naczelnik zmiany Aleksander Akimow podejmuje decyzję o wyłączeniu reaktora i zakończeniu eksperymentu. Krzyczy do Toptunowa, a ten uruchamia procedurę AZ-5, która powinna natychmiastowo wygasić reaktor poprzez całkowite wsunięcie prętów kontrolnych, także tych wyjętych wcześniej ręcznie. Większość opuszczanych w dół prętów zostaje zablokowana przed wejściem w strefę aktywną reaktora. Toptunow zauważa to na wskaźnikach i postanawia odłączyć uchwyty mocujące pręty. Chce, aby runęły one w dół, w rdzeń reaktora, aby dostały się tam jak najszybciej. Jednak ten plan się nie powodzi – pręty są już zablokowane na zniekształconych elementach reaktora. W tej sytuacji procedura AZ-5, zamiast wygasić reaktor, spowodowała nagły wzrost mocy. Późniejsze badania symulacyjne wykazały, że w tej sytuacji należało poprzestać na samym wznowieniu przepływu wody, a dopiero po ochłodzeniu reaktora, wyłączyć go (wypowiedzi Diatłowa wskazują, że się tego domyślał i dlatego nie chciał włączyć AZ-5; jednakże po pierwsze Akimow postąpił zgodnie z obowiązującymi procedurami, a po drugie Diatłow nie miał w zwyczaju objaśniać motywów swoich działań, a tylko oczekiwał od podwładnych ślepego posłuszeństwa).

01:23:47, w siedem sekund po rozpoczęciu AZ-5, moc cieplna osiągnęła 30 GW, niemal dziesięciokrotnie przekraczając normalny poziom. Gwałtowny wzrost ciśnienia zniszczył kanały paliwowe i rozerwał rury z wodą chłodzącą. Paliwo zaczęło się topić i wpadać do zalegającej na dnie wody

01:24 – 20 sekund po rozpoczęciu AZ-5 temperatura w reaktorze przekroczyła 1000 st. Celsjusza. Eksplozja pary wodnej w reaktorze wysadziła ważącą 1200 ton osłonę biologiczną (antyradiacyjną) pokrywającą reaktor. Kompletnie zniszczony rdzeń reaktora wszedł w kontakt z chłodziwem, co spowodowało reakcję cyrkonowych wyściółek kanałów paliwowych z wodą, która zaczęła rozkładać się z wydzielaniem wodoru, a po zniszczeniu cyrkonowych osłon bezpośrednio zetknęła się z rozżarzonym grafitem o temperaturze 3000 °C i doszło do jej termolizy z wydzielaniem mieszaniny piorunującej (wodór i tlen w stosunku 2:1).

Reaktor został częściowo odsłonięty i powietrze zyskało dostęp do miejsca pożaru. Na zewnątrz zostały wyrzucone fragmenty grafitowego rdzenia oraz stopionego paliwa reaktorowego, które wywołały ok. 30 ognisk pożaru. Do atmosfery dostały się duże ilości radioizotopów.

Następnie doszło do drugiej, nieco większej eksplozji wodoru i tlenu, która zniszczyła budynek czwartego reaktora. Wniknięcie powietrza do wnętrza reaktora spowodowało zapłon kilku ton grafitowych bloków izolujących reaktor, które płonął przez 9 dni, uwolniły do atmosfery najwięcej izotopów promieniotwórczych ale w reaktorze nie doszło do wybuchu jądrowego!

Do atmosfery dostał się radioaktywny pył. W Czarnobylu nie było żelbetowej kopuły ochronnej i radioizotopy zupełnie swobodnie przez 10 dni wydostawały się do atmosfery. Radioaktywne cząstki wyrzucone do atmosfery wybuchem, jak i te emitowane nadal w wyniku trwającego pożaru grafitu, tworzyły pióropusz radioaktywnych drobin o wysokości 1030 m, który następnie przemieścił się w stronę miasta Prypeć.

Chmura zawierała wiele rodzajów materiałów radioaktywnych, zwłaszcza jodu i cezu. Radioaktywny Jod-131, będący źródłem raka tarczycy, ma krótki czas połowicznego rozpadu<sup>56</sup> - 8 dni. Radioaktywny Cez-137, wchłaniany z pyłem lub z pokarmu, ma czas połowicznego rozpadu 30 lat i nadal jest w glebie i produktach żywnościowych w wielu częściach Europy.

**Vladimir Anatolevith Gudov**<sup>57</sup> w swoim pamiętniku podaje, że po przybyciu na teren katastrofy w dniu 26 kwietnia 1986 r. o godz. 10.45 specjalnego oddziału obrony, obok stołówki dozometr wskazał 2080 rentgenów na godzinę,<sup>58</sup> podobnie po kilku dniach przy 4 bloku.<sup>59</sup> W odniesieniu do okresu osobistej służby w specjalnej strefie nr 3 Vladimir A. Gudov podaje, że promieniowanie w pomieszczeniu 4 reaktora wynosiło 40 rentgenów na godzinę<sup>60</sup>.

Niezabezpieczeni środkiem ochronnym lub zabezpieczeni niewystarczająco pracownicy zostali poddani promieniowaniu w dawce przekraczającej dopuszczalną dawkę graniczną, a także doznali urazów fizycznych spowodowanych falą uderzeniową i odłamkami budynku.

Dozometr zdolny do pomiaru promieniowania na poziomie 1000 R/s (10 Gy/s) był niedostępny z uwagi na zniszczenia, a drugi egzemplarz okazał się wadliwy. Pozostałe dozometry działały w zakresie do 0,001 R/s (0,00001 Gy/s), przez co nieprzerwanie podawały odczyt "poza skalą". W wyniku tego obsada reaktora nie była świadoma jak wielką dawkę promieniowania przyjmuje.

---

<sup>56</sup> Okres połowicznego zaniku, czas połowicznego rozpadu - czas, w którym liczba mikroobiektów nietrwających (jąder atom., cząstek elementarnych) zmniejszy się o połowę. *Mala encyklopedia PWN*. Warszawa: PWN 1996, s. 597.

<sup>57</sup> Vladimir Anatolevith GUDOV, zastępca dowódcy 731 batalionu specjalnego ds. politycznych, wykonywał zadania w strefie zagrożenia nr 3 w okresie od 30 lipca do 9 września i otrzymał dawkę 23,18 rentgenów. Zob. GUDOV V.A. (...): *731 спецбатальон...* op. cit. s. 84-85.

<sup>58</sup> Ibidem, s. 94-95.

<sup>59</sup> Ibidem, s. 131.

<sup>60</sup> Ibidem, s. 40.

W następstwie katastrofy około pięć milionów ludzi w Białorusi, Rosji i Ukrainie zaklasyfikowano jako "zagrożone" napromieniowaniem Cezem-137 o intensywności powyżej 37 tysięcy Bekereli na metr kwadratowy (powyżej 37 kBq/m<sup>2</sup>)<sup>61</sup>.

## 5. Likwidacja skutków katastrofy

Nie są znane jakiegokolwiek działania ratownicze poszkodowanych osób.

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej w Wiedniu (IAEA) podaje, że w akcji likwidowania skutków katastrofy w latach 1986-1987 uczestniczyło 350 000 pracowników służb awaryjno-ratowniczych, w tym wojska, pracowników elektrowni, funkcjonariuszy służb ochrony prawa i strażaków. Spośród nich około 240 000 pracowników uczestniczyło w pracach przy reaktorze i w 30-kilometrowej strefie ochronnej wokół reaktora. Później liczba zarejestrowanych "likwidatorów" wzrosła do 600 000 osób<sup>62</sup>.

Vladimir Anatolevith Gudov w swoim pamiętniku podaje, że do kategorii "likwidatorów" pracujących w okresie od momentu wybuchu do zakończenia budowy sarkofagu w 1986 r. (7 miesięcy) należy zaliczyć:<sup>63</sup>

Strażaków	300
Rezerwistów wojska, w tym 731 batalion 400 osób x 7 miesięcy	2800
inni rezerwiści wojska	2800
26 brygada	5000
Oddział pułku Obrony Państwowej	500
Piloci helikopterów	1000
Żołnierze służby zasadniczej	100
Milicjanci i funkcjonariusze służb specjalnych	1000
Pracownicy firm państwowych budujący sarkofag i inne budowle	2000
Górnicy	400
Kierowcy betoniarek	500
Pracownicy obsługi	10 000
Sztab operacji w specjalnej strefie nr 3 <sup>64</sup>	50
	-----
Razem:	26 150 osób

Oznacza to, że zaledwie część osób dopominających się specjalnych rekompensat z tytułu udziału w akcji likwidacji skutków katastrofy takie uzasadnienie posiada. Niestety, ale obniża to szanse na godziwe rekompensaty osób, które faktycznie uczestniczyły w likwidowaniu skutków katastrofy i doznały uszczerbku swojego zdrowia.

### 5.1. Likwidacja skutków. Pożar

<sup>61</sup> *Chernobyl's Legacy: Health...* op. cit. s. 10; *Наследие Чернобыля: Медицинские...* op. cit. c. 10.

<sup>62</sup> *Chernobyl's Legacy: Health...* op. cit. s. 10; *Наследие Чернобыля: Медицинские...* op. cit. c. 10.

<sup>63</sup> GUDOV V.A. (ros.) ГУДОВ В.А.: *731 спецбатальон...* op. cit. s. 67-68.

<sup>64</sup> Strefa najbliższa bloku nr 4, w klasyfikacji amerykańskiej - strefa "zero".

Pierwszą czynnością w reakcji na sytuację kryzysową była walka z pożarem, który zagrażał pozostałym blokom elektrowni. Po pięciogodzinnej walce z żywiołem pożar był opanowany - paliły się jedynie szczątki reaktora wewnątrz zgliszczy budynku.

1:26:03. Akcję rozpoczyna brygada pod komendą porucznika **Władimira Prawika** (zmarł 11 maja 1986 w wyniku choroby popromiennej). Drugi oddział straży przyjeżdża z Prypeci. Łącznie 81 wozów strażackich różnego typu.

Strażacy nie zostali poinformowani o niebezpieczeństwie kontaktu z radioaktywnym dymem i odpadami, nie zdawali sobie sprawy, że wypadek to coś więcej niż zwykły pożar instalacji elektrycznych.

5:00 - wszystkie ogniska pożarowe, zarówno te w zgliszczach IV bloku, jak i te na dachu III bloku zostały ugaszone.

Ugaszenie płonącego grafitu było bardzo trudne. Potrzeba było do tego kilku tysięcy ton piasku, boru, dolomitu, gliny i ołowiu zrzucanych ze śmigłowców. Zrzucone materiały pod wpływem temperatury z reaktora stapały się razem, tworząc zwartą masę. Opary ołowiu wyrządziły ogromne szkody osobom gaszącym reaktor.

## 5.2. Likwidacja skutków. Wody podziemne i rzeka Prypeć

Reaktor został zbudowany na mokradłach rzeki Prypeć. Pod jego podstawą, grubą na metr warstwą betonu, znajdowały się zbiorniki rozbryzgowe na wodę z ewentualnych wycieków. Gdyby lawa przedostała się do tych zbiorników, mógł nastąpić kolejny wybuch, powodując jeszcze większe skażenie. Żołnierze i strażacy w okresie od 5 do 8 maja przepompowali radioaktywną wodę do dwóch zbiorników zapasowych nad rzeką Prypeć.<sup>65</sup>

Pod reaktorem rozpoczęto instalowanie agregatów chłodzących. Ponieważ w trakcie prac temperatura reaktora spadła (głównie w wyniku zasypywania go ołowiem), zamiast tego postanowiono wybudować w tym miejscu "poduszkę betonową", aby w razie przepalenia się reaktora do wnętrza nie doszło do stopienia fundamentów i silnego skażenia wód podziemnych i rzeki Prypeć.

Użyto techniki stosowanej w podobnych sytuacjach podmokłego gruntu do budowy metra – w ukośne odwierty wlewano ciekły azot (-196 °C) i doprowadzono do zamrożenia gruntu. W zamrożonym gruncie wydrążono 150-metrowy tunel i zbudowano betonowe "poduszki".

Po 10 dniach pierwotna, betonowa podstawa reaktora przepaliła się i radioaktywna lawa roztopionych szczątków reaktora, radioaktywnego paliwa i stopionego piasku i szkła runęła do zabezpieczonego betonową "poduszką" zbiornika. W grudniu 1986 roku przeprowadzono badania wewnątrz betonowego sarkofagu gdzie poniżej reaktora odkryto tę wysoce radioaktywną substancję "nazwaną "czarnobylitem". Ważące kilkadziesiąt ton bryłę nazwano "stopą słońca". Jej wydobywanie jest obecnie niemożliwe.

W latach 1986-1987 w promieniu 0,5-15 km od 4 bloku utworzono w rowach lub w formie nasypów złomowiska sprzętu i składowiska odpadów radioaktywnych.<sup>66</sup>

<sup>65</sup> GUDOV V.A. (ros.) ГУДОВ В.А.: 731 спецбатальон... op. cit. s. 132-139.

<sup>66</sup> *Chernobyl's Legacy: Health...* op. cit. s. 31; *Наследие Чернобыля: Медицинские...* op. cit. c. 31.

Właśnie one mogą być przyczyną silnego skażenia wody Prypeci, Dniepru i Morza Czarnego.

### 5.3. Likwidacja skutków. Ograniczenie emisji substancji radioaktywnych do atmosfery

W pierwszej fazie ograniczania emisji substancji radioaktywnych do atmosfery, rozpoczętej 28 kwietnia, przeprowadzono "bombardowanie" reaktora (z latających nad nim śmigłowców floty gen. **Antoczki**<sup>67</sup>) piaskiem z mieszaniną baru i kwasem bornym. Kolejnym pomysłem było zrzucanie z powietrza ołowiu. Następnym pomysłem wtłoczenia do zniszczonej hali ciekłego azotu, co miało stłumić pożar i reakcję łańcuchową. Do tego celu zaangażowano górników z Tuły.

Gdy udało się zażegnać niebezpieczeństwo kolejnego wybuchu, zaczęto się zastanawiać nad odizolowaniem zniszczonego reaktora, tak by zahamować uwalnianie radioaktywnych izotopów do atmosfery. Rozpoczęły się prace wewnątrz 4 bloku oraz sprzątanie terenu i budowa Sarkofagu, unikatowej budowli ze stali i betonu. Buldożery zbierają 300 000 m<sup>3</sup> ziemi wokół reaktora, spychają ją do wielkich wykopów, które następnie zostają pokryte betonem. Po pewnym czasie budowa zostaje wstrzymana, gdyż okazuje się, że dach 3 bloku i dach hali turbin pokrywają szczątki radioaktywnych materiałów, wyrzuconych podczas eksplozji. Postanowiono więc zebrać te szczątki.

Do tego zadania zaangażowano łącznie ok. 3500 osób, nazwanych później bio-robotami. Przebywali w strefie największego zagrożenia, gdyż na dachach budynków, gdzie leżały m. in. fragmenty radioaktywnych grafitowych bloków, będących izolatorami prętów paliwowych w reaktorze, panowało zabójczo wysokie promieniowanie dochodzące do 12 000 R/h. Zadaniem bio-robotów było usunięcie wspomnianych radioaktywnych szczątków, zrzucenie ich z dachów, gdzie następnie były one zakopywane pod ziemią, i pokrywane betonem.

Zadanie to wykonywał m. in. 731 batalion specjalny, sformowany z rezerwistów w wieku 20-35 lat, bez przeszkolenia do takich zadań, bez odpowiednich dozymetrów i kombinezonów ochronnych, bez odpowiedniego wyposażenia i środków technicznych.

W pierwszym okresie zadanie 731 batalionu polegało na ładowaniu worków ze spadochronów ołowiem, piaskiem dolomitem i podczepienie do helikoptera. Po 19 maja 1986 r. zadanie polegało na odgruzowywaniu z radioaktywnych odpadów pomieszczenia oraz na terenie obok 4 bloku<sup>68</sup> - często gołymi rękami, bez rękawic.<sup>69</sup> Praca przy budowaniu dwóch betonowych ścian w 4 bloku polegała na wynoszeniu betonu w workach na plecach, prawą ręką podtrzymywany worek, lewa na poręczy, biegiem po schodach na wysokość 8-10 piętrowego domu (24-30 m.) gdzie układano dwie betonowe ściany. W ciągu zmiany każdy musiał odbyć 10 takich kursów.<sup>70</sup>

Władimir A. Gudov podaje, że dopuszczalną normą były 2 rentgeny na godzinę,<sup>71</sup>

<sup>67</sup> gen. Nikolai ANTOCZKIN - dowódca floty powietrznej w trakcie akcji likwidacji skutków katastrofy.

<sup>68</sup> GUDOV V.A. (ros.) ГУДОВ В.А.: *731 спецбатальон...* op. cit. s. 6.

<sup>69</sup> Ibidem, s. 80.

<sup>70</sup> Ibidem, s. 39-40.

<sup>71</sup> Ibidem, s. 24.



co przy promieniowaniu w pomieszczeniu 4 reaktora w wysokości 40 rentgenów na godzinę<sup>72</sup> ograniczało dopuszczalny pobyt w tym pomieszczeniu do 3 minut. Przy odgruzowywaniu poziom radiacji wynosił dziesięć rentgenów na godzinę,<sup>73</sup> co ograniczało dopuszczalny pobyt w tych warunkach do 12 minut. Z pamiętników wynika, że nie był to reżim przestrzegany, a ponadto brakowało podstawowych środków zabezpieczających, nawet najprostszyc mask do filtrowania radioaktywnego kurzu. Nie było indywidualnych dozymetrów, a kiedy już je dostarczono, okazały się niesprawne.<sup>74</sup> W czasie dokumentowania otrzymanych dawek napromieniowania wpisywano zaniżone dane (powodem były oszczędności finansowe, bowiem zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów ZSRR nr 964 z 17 maja 1986 r. każdemu, kto przekroczy dopuszczalną dawkę 25 rentgenów należało wypłacić pięciokrotną stawkę miesięcznego wynagrodzenia.<sup>75</sup>

W latach 2012 - 2015 roku francuski koncern Novarka wybuduje nowy sarkofag<sup>76</sup> przykrywający dotychczasowe betonowe zabezpieczenie zniszczonego reaktora. Nowy obiekt o długości 257 m (północ-południe), szerokości 108 m i wysokości 150 m. będzie zautomatyzowany i wyposażony w system kontroli stanu budowlanego, kontroli sejsmologicznej, system kanalizacyjno-wentylacyjny oraz system kontroli radiacyjnej. Koszt projektu wynosi ok. 1 miliard euro, z czego Europejski Bank Odbudowy i Rozwoju zadeklarował sfinansowanie 190 mln euro, Unia Europejska 110 mln euro, Polska 1,5 mln euro.

## 6. Zdrowotne skutki katastrofy

Szacuje się, że w wyniku katastrofy w latach 1986-2005 zostały na całym świecie "skażone" tereny zamieszkałe przez 5 mln ludzi, z czego monitoringowi poddano 270 tys. Ministerstwo sytuacji nadzwyczajnych i likwidacji następstw Czarnobylskiej katastrofy na dzień 1 stycznia 2009 r. zarejestrowało 2.772.060 obywateli Ukrainy poszkodowanych na skutek katastrofy, w tym 102.988 osób kategorii "inwalidzi".<sup>77</sup>

Tab. 3. Zestawienie średnich skumulowanych dawek dla zagrożonej ludności

Kategoria osób	Liczba	średnia dawka mSv
Likwidatorzy (1986-1986)	600 000	~100
Ewakuowanych ze strefy silnie zanieczyszczonej (1986)	116 000	33
Mieszkańcy rygorystycznej strefy kontroli (1986-2005).	270 000	> 50
Mieszkańcy innych "skażonych" obszarów (1986-2005)	5 000 000	10-20

<sup>72</sup> Ibidem, s. 40.

<sup>73</sup> Ibidem, s. 25.

<sup>74</sup> Ibidem, s. 77.

<sup>75</sup> Ibidem, s.103.

<sup>76</sup> Łuk, Nowa Bezpieczna Powłoka NBP (ukr.) Арка, Новый Безопасный Конфайнмент, НБК.

<sup>77</sup> AKSONOVA A. (ukr.) АКСЬОНОВА А.: *Біль ще не виух, але життя продовжується*. „Вісник Чорнобиля”. Газета Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, № 50 (1613), 12 грудня 2009 року.

Zródło: *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. The Chernobyl Forum: 2003–2005. Second revised version.* Austria, Vienna: Printed by the IAEA in Austria, 2006, s. 14; *Наследие Чернобыля: Медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Беларуси, Российской Федерации и Украины. Чернобыльский Форум: 2003-2005.* Второе исправленное издание. Austria, Vienna: Printed by the IAEA in Austria, 2006, c. 14.

134 osobom postawiono diagnozę ostrego zespołu popromiennego (acute radiation syndrome (ARS) w następstwie katastrofy. Spośród nich z powodu napromieniowania zmarło 28 osób w 1986, a 19 osób zmarło w latach 1987-2004, przy czym w tym okresie niektóre z tych śmierci nie miały związku z napromieniowaniem. W trakcie akcji ratowniczej 2 osoby zginęły z powodów wypadków niezwiązanych z promieniowaniem, a jedna osoba zmarła z powodu zakrzepicy.<sup>78</sup>

Szacuje się, że grupa podwyższonego ryzyka, u których zdiagnozowano raka tarczycy, wynosi ok. 4 tys. osób. Za główną przyczynę tego należy uznać wchłonięcie jodu-131, przede wszystkim przez dzieci, którym podawano mleko od krów karmionych skażoną paszą. Z tej przyczyny do roku 2002 zmarło 15 osób.<sup>79</sup>

Oficjalnie nie stwierdzono wzrostu nieprawidłowych urodzeń ani efektów dziedzicznych u osób z terenów napromieniowanych, jednak te informacje są uznawane za mało wiarygodne.

## 7. Społeczne skutki katastrofy

Bezpośrednio po katastrofie wysiedlono ponad 330 tys. ludzi z zagrożonych obszarów, w tym 116 tys. ewakuowano bezpośrednio po katastrofie.<sup>80</sup>

W następstwie katastrofy i promieniowania wysiedlono ludność Czarnobyla, Prypeci i okolicznych wiosek niszcząc bezpowrotnie kulturę i związki etniczne na obszarze 3,5 tys. km<sup>2</sup>. Utrzymanie tego stanu przez trzy dziesięciolecia i brak rewizji tej decyzji doprowadziło do zniszczenia obiektów architektonicznych i przedmiotów kultury zamieszkujących te tereny społeczności Drewlanów i Poleszczuków.

Z Prypeci wysiedlono całą ludność, mimo, że radiacja była niewielka i szybko malała. Decyzja wysiedlenia, podjęta 21 godzin po awarii, została podjęta z powodu zagrożenia kolejnym wybuchem pary wodnej, gdyby stopiony i rozpalony rdzeń reaktora przetopił betonową podłogę i runął w dół do piwnic z wodą. Po kilku dniach rdzeń wpadł do piwnic, ale już nie było w nich wody i wybuch nie nastąpił.

Pomiary skażeń wskazują, że silnie skażonym, ponad dawkę graniczną dla osób z ogółu ludności plus wartość tła (2,365 mSv/rok) jest obszar terenu elektrowni, miasta Prypec, złomowisk maszyn i składowisk radioaktywnych odpadów.

Z pamiętników i opowiadań likwidatorów przebija się gorycz późniejszego potraktowania przez biurokrację i kierownictwo państwa: odmowa odznaczeń i uznania ich bohaterskiej służby,<sup>81</sup> ograniczanie dostępu do specjalistycznej służby zdrowia, brak

<sup>78</sup> *Chernobyl's Legacy: Health...* op. cit. s. 14; *Наследие Чернобыля: Медицинские...* op. cit. c. 14.

<sup>79</sup> *Chernobyl's Legacy: Health...* op. cit. s. 16; *Наследие Чернобыля: Медицинские...* op. cit. c. 16.

<sup>80</sup> *Chernobyl's Legacy: Health...* op. cit. s. 35; *Наследие Чернобыля: Медицинские...* op. cit. c. 35.

<sup>81</sup> GUDOV V.A. (ros.) ГУДОВ В.А.: 731 спецбатальон... op. cit. s. 80.

odszkodowań z tytułu utraty zdrowia i mienia, brak godziwej renty lub zmniejszanie przyznanych uprawnień.

W społecznościach dotkniętych Czarnobylską katastrofą ukształtowała się "kultura zależności" polegająca na poczuciu krzywdy i rezygnacji z własnej aktywności w rozwiązywaniu problemów ekonomicznych.<sup>82</sup> Współcześnie ok. 7 mln ludzi, zaliczanych do poszkodowanych w różny sposób w następstwie Czarnobylskiej katastrofy, otrzymuje (lub ma uprawnienia do otrzymania) specjalne zasiłki, emerytury, opiekę zdrowotną i inne przywileje.<sup>83</sup> Korzystają z tego także ludzie, którzy jedynie żyją w poczuciu zwiększonego ryzyka, bez obiektywnego zagrożenia wynikającego z katastrofy w 1986 r. Według danych Ukrainy liczba osób z kategorią "inwalida" w rezultacie Czarnobylskiej katastrofy (w tym dzieci) zwiększyła się z 200 w 1991 r. do 64.500 w 1977 r.; 91.219 w 2001 r.;<sup>84</sup> 102.988 w 2009 r.<sup>85</sup>

Jest to jedna z przyczyn niedostatku środków osób faktycznie poszkodowanych, pracowników elektrowni i likwidatorów skutków katastrofy.

Czarnobylski syndrom strachu, który opanował polityków, dziennikarzy i społeczeństwo (przejawiający się także chorobami psychicznymi), spowodowany był nie tylko przez obiektywne zagrożenia, ale także przez politykę dezinformacji ówczesnych władz, potęgowaną przez późniejszych fałszerzy i pseudonaukowców.<sup>86</sup> Pierwsza oficjalna informacja o katastrofie w Czarnobylskiej Elektrowni Atomowej była dopiero 18 dni po katastrofie, w wystąpieniu telewizyjnym 14 maja 1986 r. Michaiła S. Gorbaczowa<sup>87</sup>. Znane są też przykłady świadczące o fałszowaniu zagrożenia napromieniowaniem i zaniżaniu w rejestrach otrzymanych dawek napromieniowania.<sup>88</sup>

## Wnioski

Główną przyczyną katastrofy były błędy lokalizacji inwestycji i błędy konstrukcyjne reaktora oraz błędy i przestępstwa proceduralne, polegające na braku analizy ryzyka, odstępstwie od obowiązkowych prób technicznych przed decyzją o dopuszczeniu do eksploatacji, zaniechaniu opracowania procedur zarządzania w sytuacji kryzysowej, wyłączaniu systemów kontroli pracy reaktora. Za bezpośrednią przyczynę należy uznać niską kulturę bezpieczeństwa w Związku Radzieckim (nazywaną tu "socjalistycznym podejściem do pracy") i błędy operatorów.

Środki finansowe na przeciwdziałanie skutkom katastrofy są pomniejszane przez biurokrację, która nie zapobiegła nieuzasadnionemu przyrostowi liczby "likwidatorów" domagających się pomocy w sytuacji, gdy prawdziwi likwidatorzy skutków katastrofy

<sup>82</sup> *Chernobyl's Legacy: Health...* op. cit. s. 37; *Наследие Чернобыля: Медицинские...* op. cit. c. 37.

<sup>83</sup> *Chernobyl's Legacy: Health...* op. cit. s. 37; *Наследие Чернобыля: Медицинские...* op. cit. c. 37.

<sup>84</sup> *Chernobyl's Legacy: Health...* op. cit. s. 40; *Наследие Чернобыля: Медицинские...* op. cit. c. 40.

<sup>85</sup> AKSONOVA A. (ukr.) АКСЬОНОВА А.: *Біль...* op. cit.

<sup>86</sup> Znane są także publikowane wyniki badań naukowych oraz wystąpienia gremiów naukowych przeciwko fałszerstwu, np. *Oświadczenie Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej* z dnia 24 kwietnia 1990 r.

<sup>87</sup> Michaił Siergiejewicz GORBACZOW (ros.) Михаил Сергеевич ГОРБАЧЁВ (ur. 1931) polityk, ostatni sekretarz generalny Komunistycznej Partii Związku Radzieckiego (1985-1991), prezydent ZSRR (1990-1991), laureat pokojowej Nagrody Nobla za pierwszoplanową rolę w zakończeniu Zimnej Wojny (1990).

<sup>88</sup> GUDOV V.A. (ros.) ГУДОВ В.А.: *731 спецбатальон...* op. cit. s. 77 i 103.

i poszkodowani mieszkańcy cierpią na niedostatek godziwej pomocy medycznej, psychologicznej i materialnej.

Czarnobylski syndrom strachu, spowodowany był nie tylko przez obiektywne zagrożenia, ale także przez politykę dezinformacji ówczesnych władz, wysiedlenie etnicznej ludności Czarnobyla i okolicznych wiosek, kampanię fałszerstw pseudonaukowych.

Utrzymanie tego stanu przez trzy dziesięciolecia i brak rewizji takiej polityki prowadzi do bezpowrotnego zniszczenia związków etnicznych, obiektów architektonicznych i kultury społeczności zamieszkujących tereny Polesia.

Najwyższy czas przywrócić do życia Czarnobyl jako żywy skansen i ośrodek turystyki, z przygotowanymi do turystyki i edukacji organizacjami:

1) "Muzeum energetyki jądrowej i głupoty ludzkiej" na terenie 4 bloku elektrowni, oraz

2) "Rezerwat przyrodniczo-urbanistyczny" w Prypeci.

## LITERATURA

- AKSONOVA A. (ukr.) АКСЬОНОВА А.: *Біль ще не вщух, але життя продовжується*. „Вісник Чорнобиля”. Газета Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, № 50 (1613), 12 грудня 2009 року.
- BIENKOWSKI K. BIERNACKI K. BRZEZIŃSKI P. SURAŁA W. WOLSZCZAK W.: *Czarnobyl 25 lat później*. „Delta”, luty 2012.
- Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. The Chernobyl Forum: 2003–2005*. Second revised version. Austria, Vienna: Printed by the IAEA in Austria, 2006.
- FORNALSKI K. W.: *Analiza wybranych danych dotyczących wpływu niskich dawek promieniowania jonizującego na organizmy*. Rozprawa doktorska pod kierownictwem prof. dr. hab. Ludwika Dobrzyńskiego. Swierk: Narodowe Centrum Badań Jądrowych, 2012 (dostępna: [www.fornalski.rootspoland.com](http://www.fornalski.rootspoland.com)).
- GATTNER A. *Katastrofa w Czarnobylu po dwudziestu latach, stan miejsca i ludzi, konsekwencje dla rozwoju energetyki i ekologii, postrzeganie społeczne*. Warszawa: Wydział Fizyki Politechniki Warszawskiej, 2009.
- GUDOV V. A.: (ros.) ГУДОВ В. А.: *731 спецбатальон*. Изд. 3. Киев: Издательско-полиграфический центр „Киевский университет”, 2009. ISBN 978-966-439-166-2.
- HOFREITER L.: *Securitológia*. Liptovský Mikuláš: Akadémia ozbrojených síl gen. M.R. Štefánika, 2006
- KOPALIŃSKI Wł.: *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*. Wydanie 14. Warszawa: Wiedza Powszechna 1983. ISBN 83-214-0333-6
- KORZENIOWSKI L.F. KULESSA B.: *Czysta energia czy czysta głupota? Czarnobyl po 25 latach*. VIII Festiwal Nauki, Dąbrowa Górnicza, 2012.
- KORZENIOWSKI L.F.: *Podstawy nauk o bezpieczeństwie*. Warszawa: Difin, 2012. ISBN 978-83-7641-518-5.

- KORZENIOWSKI L.F. *Securitologia. Nauka o bezpieczeństwie człowieka i organizacji społecznych*. Kraków: EAS 2008. ISBN 978-83-925072-1-5
- KORZENIOWSKI L.: *Securitology. The concept of safety*. "Comunikations" 2005, No 3, s. 20-23
- KORZENIOWSKI L.F. SERIKOV Ya. O. (ukr.) КОЖЕНЕВСЬКІ Л.Ф. СЕРІКОВ Я.О. *Безпека життєдіяльності - секюритологія. Проблеми. Завдання. Шляхи вирішення*. Харків: ХНАМГ, 2012. Частина 1. ISBN 978-966-695-236-6.
- KORZENIOWSKI L.: *Zarządzanie bezpieczeństwem. Rynek, ryzyko, zagrożenie, ochrona*, s. 437. /in:/ *Zarządzanie bezpieczeństwem*. Kraków: PSB 2000, s. 437-444
- KWIATKOWSKI S.: *Zarządzanie bezpieczeństwem w sytuacjach kryzysowych*. Pułtusk: Akademia Humanistyczna im. Aleksandra Gieysztora, 2011.
- LESZCZYŃSKI M.: *Bezpieczeństwo społeczne Polaków wobec wyzwań XXI wieku*. Warszawa: Difin, 2011.
- Mała encyklopedia PWN*. Warszawa: PWN 1996.
- МЕЛЬНИК Н.: *Чорнобілляни*. /в/ THERNIGOVETS Mykola Volodymyrovych, THERNIGOVETS Natalia Mykoljvna: (ukr.) THERNIGOVETS M.V. THERNIGOVETS N.M.: (ukr.) ЧЕРНІГОВЕЦЬ М.В. ЧЕРНІГОВЕЦЬ Н.М.: *Чорнобиль. Історичний нарис*. Київ Видавництво "Неопалима купина" 2011, s. 140. ISBN 978-966-2002-05-8.
- Наследие Чернобыля: Медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Беларуси, Российской Федерации и Украины. Чернобыльский Форум: 2003-2005*. Второе исправленное издание. Austria, Vienna: Printed by the IAEA in Austria, 2006.
- Oświadczenie Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej z dnia 24 kwietnia 1990 r.*
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz. 168)
- SERIKOV Ya. O. KORZENIOWSKI L.F. (ukr.) СЕРІКОВ Я.О. КОЖЕНЕВСЬКІ Л.Ф. *Безпека життєдіяльності - секюритологія*. Харків: ХНАМГ, 2010. ISBN 966-695-095-2
- Słownik współczesnego języka polskiego*. Warszawa: Reader`s Digest Przegląd 2001, tom 1. ISBN 83-88243-28-4.
- Sources and effects of ionizing radiation*. Report to the General Assembly with Scientific Annexes. New York: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR, 2011. ISBN 978-92-1-142280-1; e-ISBN 978-92-1-054482-5.
- THERNIGOVETS M.V. THERNIGOVETS N.M.: (ukr.) ЧЕРНІГОВЕЦЬ М.В. ЧЕРНІГОВЕЦЬ Н.М.: *Чорнобиль. Історичний нарис*. Київ Видавництво "Неопалима купина" 2011. ISBN 978-966-2002-05-8.
- Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe. (j.t. z 2012 r. poz. 264, poz. 908), art. 3, pkt 2).
- ZALEWSKI S.: *Bezpieczeństwo polityczne państwa*. „Rozprawa naukowa“ nr 106. Siedlce: Wyd. Akademii Podlaskiej, 2010.