

СТАЛИЙ РОЗВИТОК, ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА

УДК 628.398:330.13

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З НАКОПИЧЕНИМИ ВІДХОДАМИ УРАНОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Вагонова О.Г., д.е.н.,
Аржевічев Д.В.

Національний гірничий університет, м. Дніпро

В статті проаналізована ситуація, що нині склалася на сховищах радіоактивних відходів Виробничого об'єднання «Придніпровський хімічний завод» (ВО "ПХЗ"). Оцінено вплив різних факторів на вибір стратегії подальшого поводження з відходами уранового виробництва ВО "ПХЗ". Виходячи з вимоги довготривалого збереження відповідності стану сховищ радіоактивних відходів чинним нормативно-правовим актам та мінімізації витрат на їх обслуговування розроблена стратегія подальшого поводження з відходами уранового виробництва ВО «ПХЗ». Стратегія зводиться до здійснення на забруднених територіях комплексу заходів з ремедіації, які дозволяють вивести їх з обслуговування й регулюючого контролю та повернути ці території до вільного, необмеженого або принаймні корисного використання місцевими громадами або новими власниками. Запропонований організаційно-економічний механізм реалізації стратегії подальшого поводження зі сховищами відходів уранового виробництва ВО «ПХЗ» який включає підготовчий, вибірковий, проектний, технологічний та моніторинговий етапи.

Ключові слова: економічне обґрунтування, стратегія, забруднення територій, відходи, уранове виробництво, економічний механізм

UDC 628.398:330.13

SUBSTANTIATION AND ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM FOR IMPLEMENTATION OF THE STRATEGY OF MANAGEMENT OF ACCUMULATED WASTES OF URANIUM PRODUCTION

Vagonova O., Dr. of Econ.Sc.
Arzhevichev D.

National Mining University, Dnipro

The article analyzes the current situation at the radioactive waste storage facilities of the Production Association "Pridneprovsky Chemical Plant" (JSC "PCP"). Influence of

various factors on the choice of the strategy of further management of uranium wastes at the JSC "PCP" is evaluated. Proceeding from the requirement of long-term preservation of compliance of the state of radioactive waste storage facilities with current regulatory acts and minimization of the costs of their servicing, a strategy of further management of uranium wastes at the JSC "PCP" has been developed. The strategy is to implement a complex of remediation measures in contaminated areas that allow withdrawing them from maintenance and regulatory control and returning these territories to free, unlimited or at least useful usage by local communities or new owners. The proposed organizational and economic mechanism for implementation of the strategy for further handling of uranium waste storage facilities at the JSC "PCP" includes preparatory, sampling, design, technological and monitoring stages.

Keywords: economic rationale, strategy, area contamination, wastes, uranium production, business mechanism.

Актуальність проблеми. Серед величезної кількості різноманітних відходів, які забруднюють навколишнє середовище, обумовлюють накопичення в ньому шкідливих речовин і створюють загрозу для здоров'я і життя людини, особливе місце займають відходи уранового виробництва і в першу чергу ті, які ще за минулих часів, без необхідного еколого-економічного обґрунтування були накопичені на урбанізованих територіях, безпосередньо біля місця збагачення та переробки уранової руди.

На території м. Кам'янське та прилеглих територіях Дніпропетровського району розташовані хвостосховища ВО "ПХЗ" на якому в період з 1948 по 1991 рр. здійснювалась промислова переробка уранових руд та іншої урановміщуючої сировини. На вказаній території було створено 9 хвостосховищ продуктів переробки уранових руд в яких накопичено біля 42 млн. тон відходів загальною активністю більше $31,8 \cdot 10^{14}$ Бк. Нині ці сховища радіоактивних відходів залишаються джерелом значної загрози для працівників підприємств, які розміщені на території ВО "ПХЗ", і мешканців на прилеглих до та сховищ територій, що обумовлює необхідність здійснення охорони та нагляду за станом сховищ, а також періодичного проведення робіт, спрямованих на підтримку безпечного стану сховищ. Все це призводить до значних витрат на охорону території сховищ, на систему моніторингу за їх станом, та проведення відновлювальних робіт, а зважаючи на те, що активність наявних в сховищах відходів фактично не знижується протягом тисяч

років, питання подальшого поводження з відходами уранового виробництва ВО «ПХЗ» потребує нагального рішення.

Аналіз останніх наукових досліджень. В світі накопичено значний досвід успішного вирішення питань поводження з відходами уранового виробництва [1]. Дослідженню цих питань присвячені чисельні роботи науковців, таких як Г. Лисиченко, Ю. Мельник, Ю. Лисенко [1], В. Войцехович, І. Махоні [2], Н. Санжарова, С. Фесенко [3], А. Bousher [4], К. Andersson [5] та інші.

Головним принципом при вирішенні питань подальшого поводження з відходами уранового виробництва та прийнятті рішень стосовно тих чи інших заходів з ремедіації за думкою В. Войцеховича, І. Махоні є очікування більшої користі від їх впровадження, ніж шкоди [2]. При цьому відповідно до принципу оптимізації серед усіх можливих варіантів ремедіації треба вибрати найбільш оптимальний [3].

Раніше в ряді європейських країн при виборі стратегії радіаційного захисту намагалися використати підходи, що спиралися на порівнянні вартості заходів з ремедіації із грошовим еквівалентом ризику, який полягав у визначенні збитків від опромінювання населення за умовної кількості смертельних наслідків від опромінювання у випадку якщо не здійснювати ніяких заходів [4]. Виходячи з цього визначали доцільний рівень вартості заходів для зменшення одиниці відвернутої дози опромінення. При цьому ризик виникнення віддалених наслідків приймали на рівні 0,05 вип./Зв, а середньостатистичну тривалістю життя з раком - 15 років. [5].

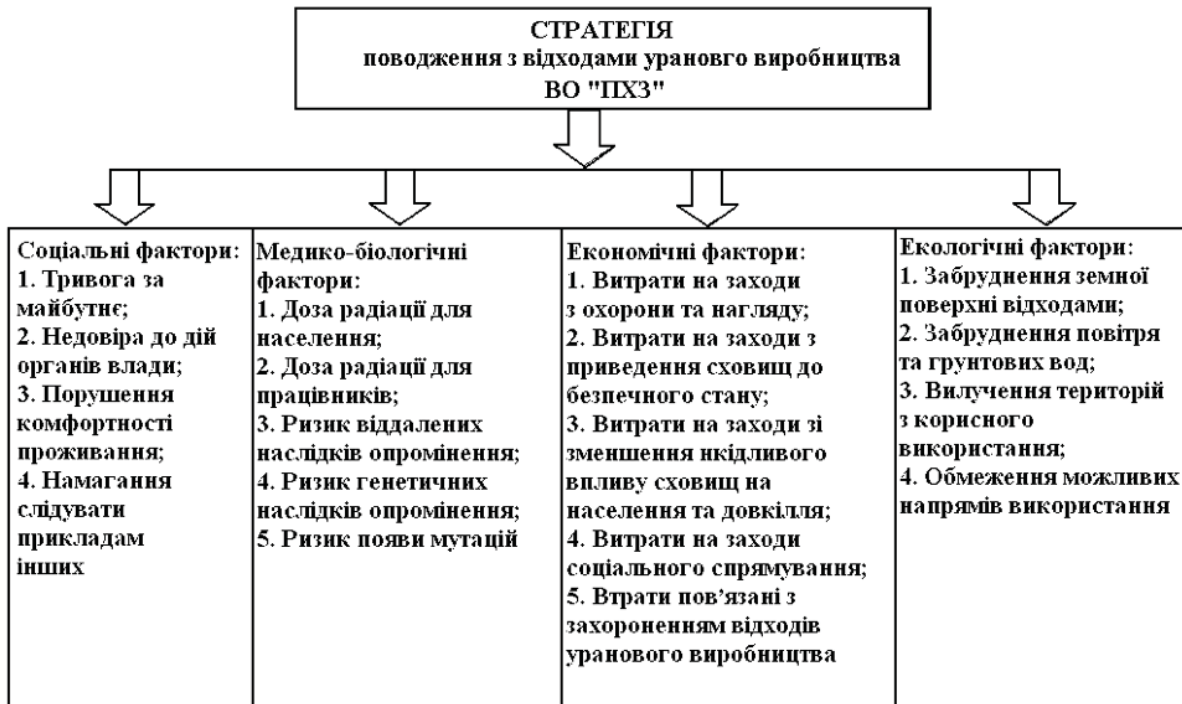
Проте у більшості випадків такий підхід не спрацював і обґрунтувати необхідність проведення досить вартісних заходів з ремедіації лише за радіологічними показниками було неможливо. У більшості випадків при виборі заходів визначальною була соціальна і політична складова, а не радіологічна доцільність. Рішення при цьому приймалися незалежно наявних показників радіаційного забруднення, а виходячи з міркувань соціального захисту чи з позиції створення комфортних умов при проживанні на забруднених територіях [6]. Таким чином, при виборі заходів з ремедіації враховуються не тільки об'єктивні, а і суб'єктивні фактори: соціальні фактори, вимоги законодавства, досвід здійснення подібних заходів в інших країнах.

Для врахування різних аргументів при прийнятті рішення і виборі тієї чи іншої стратегії була запропонована методологія багатofакторного аналізу (БФА), яка на англійській мові визначається як *multi-attributive analyses* (МАО) [7]. Ця методологія дозволяє врахувати як об'єктивні так і суб'єктивні компоненти: фактори здоров'я, економічні і соціальні фактори та ін. Проте при використанні цієї методології кінцевий результат часто виявлявся неоднозначним, і значною мірою залежав від того, хто проводив аналіз і в якій мірі він зацікавлений в тих чи інших результатах аналізу [8].

Слід відзначити, що кожне сховище радіоактивних відходів (РАВ) є унікальним об'єктом. Сховища відрізняються одне від одного своїми розмірами, кількістю накопичених відходів, видом та рівнем виконаних заходів з ремедіації, радіаційними характеристиками, наявністю та видом об'єктів на прилеглих територіях, рельєфом тощо. Зважаючи на це наявні приклади вдалого вирішення питання подальшого поводження з відходами уранового виробництва не є універсальними, а проблема подальшого поводження з відходами уранового виробництва ВО «ПХЗ» та з вибору заходів з ремедіації є дуже актуальною. Ситуація, що нині склалася на сховищах РАВ, в значній мірі обумовлена відсутністю чіткої, науково обґрунтованої стратегії щодо подальшого поводження з відходами уранового виробництва ВО «ПХЗ». Тому успішного вирішення цієї проблеми перш за все необхідно мати чітко визначену стратегію подальших дій в цьому напрямі.

Метою статті є наукове обґрунтування стратегії подальшого поводження з відходами уранового виробництва ВО «ПХЗ».

Виклад основного матеріалу дослідження. Світовий досвід та наявні приклади найбільш вдалого вирішення питань подальшого поводження з відходами уранового виробництва [1] показують, що успіх приходить лише тоді, коли при виборі такої стратегії враховуються всі групи об'єктивних і суб'єктивних факторів, які впливають на прийняття кінцевого рішення. Серед всієї сукупності зазначених факторів при виборі стратегії слід враховувати наступні групи факторів: соціальні, медико-біологічні, екологічні та економічні (рис.1).



*Рис. 1. Схема впливу різних факторів на вибір стратегії подальшого поводження з відходами уранового виробництва ВО «ПХЗ»
Авторська розробка*

Незважаючи на відмінності сховищ є загальна задача сьогодення яка полягає в мінімізації витрат та втрат, пов'язаних з наявністю усіх сховищ, як нинішніх так і в майбутні періоди часу, при збереженні прийнятної рівня безпеки для населення та персоналу. В формульному вигляді ця задача зводиться до мінімізації функціонала, що являє собою суму поточних та майбутніх витрат і втрат при обмеженнях, обумовлених необхідністю виконання вимог безпеки

$$\Phi = \sum B_n + \sum B_m^{np} + \sum Z_n + \sum Z_m^{np} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $\sum B_n, \sum B_m^{np}$ - відповідно, сума поточних та майбутніх витрат, приведених до нинішнього часу;

$\sum Z_n, \sum Z_m^{np}$ - відповідно, сума поточних та майбутніх втрат, приведених до нинішнього часу;

Обмеження, обумовлені необхідністю виконання вимог безпеки можуть бути представлені як

$$D_{д.річ}^{нас} \leq 1мЗв \quad та \quad D_{д.річ}^{nep} \leq 20мЗв, \quad (2)$$

де $D_{\partial.p\acute{r}i\check{c}}^{нас}$ та $D_{\partial.p\acute{r}i\check{c}}^{пер}$ - відповідно, додаткова до природного річна еквівалентна доза опромінення населення та персоналу, внаслідок впливу сховищ РАВ.

Виконаний нами аналіз економічних наслідків захоронення відходів уранового виробництва ВО «ПХЗ» показав, що серед різних груп витрат та втрат, обумовлених цим захороненням, донині найбільш значущими є витрати на заходи з охорони та нагляду за станом сховищ РАВ та на заходи, спрямовані на приведення сховищ до безпечного стану та зменшення їх шкідливого впливу на довкілля. Зважаючи на це функціонал можна представити у наступному вигляді

$$\Phi = B_n^{OH} + B_m^{OH} + B_n^{зр} + B_m^{зр} \rightarrow \min, \quad (3)$$

де B_n^{OH}, B_m^{OH} - відповідно, поточні та приведені до нинішнього часу майбутні витрати на заходи з охорони та нагляду за станом сховищ РАВ;

$B_n^{зр}, B_m^{зр}$ - відповідно, поточні та приведені до нинішнього часу майбутні витрати на заходи з ремедіації, тобто заходи спрямовані на приведення сховищ до безпечного стану та зменшення їх шкідливого впливу на довкілля.

Досвід проведення заходів з ремедіації в багатьох країнах показує, що при вірно вибраній стратегії їх проведення удалось звести практично до нуля витрати майбутніх періодів на заходи з обслуговування та контролю за станом сховищ та знизити до мінімуму витрати майбутніх періодів на заходи з ремедіації. Наявні сучасні технології з проведення інженерних і геотехнічних заходів на радіаційно забруднених територіях дозволяють створити там безпечні умови на дуже тривалий час у безпосередній близькості до територій з необмеженим природокористуванням. Саме виходячи з вимоги сталого і довготривалого стану сховищ законодавством і нормативними актами ряду країн світу, встановлено вимоги щодо захисних бар'єрів (грунтового покриття сховищ, наявності протифільтраційних екранів, захисних дамб, тощо). Вони мають забезпечити надійний захист сховищ не менше 200 років [6].

Зважаючи на викладене стратегія подальшого поведження з відходами уранового виробництва ВО «ПХЗ» повинна зводитися до здійснення комплексу заходів з ремедіації на забруднених територіях які

дозволяють вивести їх з обслуговування й регулюючого контролю та повернення цих територій до вільного, необмеженого або принаймні корисного використання місцевими громадами або новими власниками.

При зберіганні радіоактивних відходів або хвостів уранового виробництва у деяких випадках після завершення заходів з ремедіації певні ризики з необмеженого використання таких територій можуть залишатися. За таких умов можуть вводитися обмеження з використання і поводження на таких територіях. Наприклад, хвостосховища мають бути огорожені з відповідними знаками безпеки. На поверхні хвостосховищ можуть розміщуватися лише ті об'єкти або проводитися ті види робіт, що дозволені проектом і є безпечними з точки зору утримання покриття та захисних дамб сховищ у визначеному стані.

Як правило, на території сховищ протягом тривалого часу (сотні років) заборонено проведення земляних робіт, які можуть привести до порушення цілісності ґрунтового покриття, не допускається будівництво житлових будинків, облаштування свердловин питного та сільськогосподарського призначення. Вводяться вимоги до рослинного покриву, наявності дренажних систем. На деякі території може бути заборонений несанкціонований доступ людей. У більшості випадків відповідальність за дотримання вимог безпеки при використанні таких територій несуть або органи місцевого самоврядування, або власники, які за певних умов можуть використовувати такі території і водночас несуть відповідальність за безпеку природокористування.

Організаційно-економічний механізм реалізації стратегії подальшого поводження зі сховищами відходів уранового виробництва ВО «ПХЗ» наведений на рис. 2. Він включає наступні 5 етапів: підготовчий, вибірковий, проектний, технологічний та моніторинговий.

На першому етапі здійснюється оцінка радіаційної ситуації на сховищах РАВ (інтенсивність гама-випромінювання, ЕРОА, ексхаляція радону, стан покриття, стан захисних дамб тощо), визначаються з джерелами та можливими обсягами фінансування реанімаційних робіт, виконується аналіз чинного законодавства та нормативно-правових актів з питань можливого використання території сховищ після проведення заходів з ремедіації.

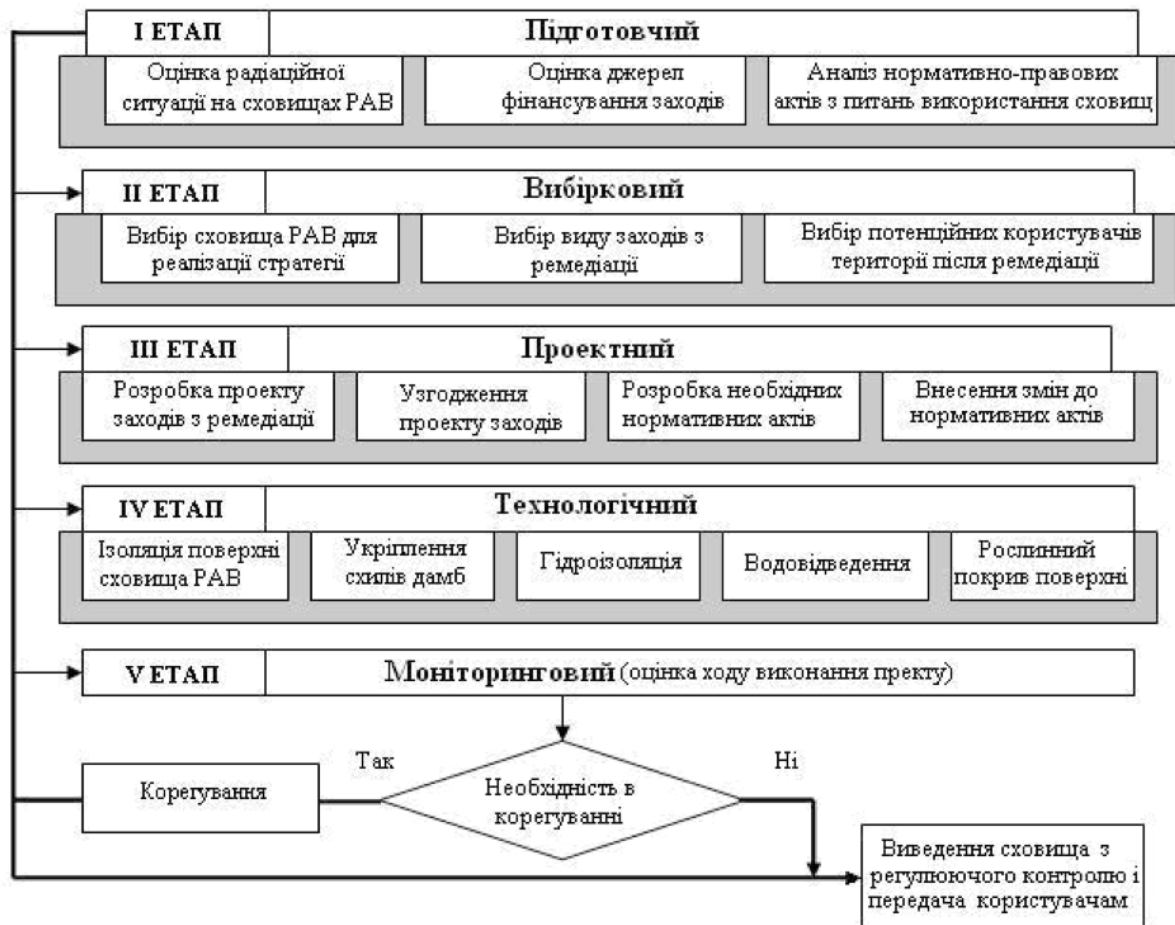


Рис. 2. Організаційно-економічний механізм реалізації стратегії подальшого поводження зі сховищами РАВ ВО «ПХЗ»
Авторська розробка

На другому етапі, виходячи з даних аналізу стану сховищ та можливих обсягів фінансування заходів з ремедіації, здійснюють вибір конкретного сховища (сховищ) для реалізації вибраної стратегії та визначають напрями проведення ремедіації робіт. Дуже важливим аспектом для вибору реабілітаційних заходів є прийняття рішення щодо визначення можливих потенційних користувачів територій сховищ після проведення заходів з ремедіації та узгодження рішення щодо подальшого використання територій та об'єктів. Найбільш ефективним є корисне використання таких об'єктів або територій після приведення їх в екологічно безпечний стан. Позиція зацікавлених сторін при реалізації стратегії на цьому етапі є вирішальною.

На третьому, проектному етапі, здійснюється розробка та узгодження проекту проведення робіт з ремедіації, а також, в разі необхідності здійснюють розробку проектів та узгодження нормативно-правових актів чи проектів змін до чинних нормативно-правових актів,

які стосуються питань, пов'язаних з виведенням територій з під регулюючого контролю та передачі їх новим користувачам. В разі необхідності узгоджуються питання щодо надання постійних чи тимчасово діючих пільг новим користувачам територій для підвищення рівня їх зацікавленості у використанні територій сховищ.

На четвертому етапі згідно розробленого проекту виконуються роботи з ремедіації на території сховищ, необхідні для виведення сховища з регулюючого контролю та передачі новим користувачам, які в загальному випадку можуть включати роботи з планування поверхні сховища, поліпшення ґрунтового покриву, укріплення схилів дамб, гідроізоляції, водовідведення, заміни чи покращення існуючого рослинного покриву тощо.

Обов'язковим етапом при реалізації вибраної стратегії є здійснення адміністративного та громадського контролю за станом виконання проекту (п'ятий, моніторинговий етап) та своєчасне його корегування відповідно до обставин і умов, що можуть скластися під час реалізації проекту.

Висновки. Стратегія подальшого поводження з відходами уранового виробництва ВО «ПХЗ» повинна зводитися до здійснення комплексу заходів з ремедіації на забруднених територіях, що дозволяють вивести їх з обслуговування й регулюючого контролю та повернення цих територій до вільного, необмеженого або принаймні корисного використання місцевими громадами або новими власниками. Умовою реалізації такої стратегії є збереження відповідності стану сховищ чинним нормативно-правовим актам з радіаційної безпеки та мінімізації витрат на обслуговування сховищ. При цьому організаційно-економічний механізм реалізації стратегії подальшого поводження зі сховищами відходів уранового виробництва ВО «ПХЗ» повинен включати підготовчий, вибірковий, проектний, технологічний та моніторинговий етапи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Уранові руди України: Геологія, використання, поводження з відходами виробництва / Г. В. Лисиченко, Ю. П. Мельник, О. Ю. Лисенко, Т. В. Дудар, Н. В. Нікітіна. — К.: Наукова думка НАН України, 2010. — 221 с.

2. Рекомендації щодо залучення населення до програм реабілітаційних заходів природного середовища в районах спадщини уранового виробництва. Адаптований та авторизований реферат робочих матеріалів МАГАТЕ і світового досвіду / За редакцією О.В. Войцеховича та І.І. Махоні. – Київ: «Інтерпрес ЛТД», 2014. – 52 с.
3. Sanzharova N., Fesenko S., Reed E. Processes governing radionuclide transfer to plants. Quantification of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments for Radiological Assessments. - Vienna, 2009. - P. 123 - 138.
4. Zeevaert, Th., Bousher, A., Brendler, Hedemann Jensen, P. and Nordlinder. (2001). Journal of Environmental Radioactivity. 56. S. 33-50.
5. Howard, B.J., Beresford, N.A., Nisbet, A., Cox, G., Oughton, D.H., Hunt, J., Alvarey, B., Andersson, K.G., Liland, A., and Voigt, G., 2005. The STRATEGY project: decision tools to aid sustainable restoration and long-term management of contaminated agricultural ecosystems. *Journal of Environmental Radioactivity*, 83, pp. 275-295.
6. European Commission. Radiation Protection 115. (1999). Investigation of a possible basis for a common approach with regard to the restoration of areas affected by lasting radiation exposure as a result of past or old practice or work activity. CARE.
7. Oughton, D., Forsberg, E.M., Bay, I., Kaiser, M., and Howard, B. (2004). An ethical dimension to sustainable restoration and long-term management of contaminated areas. *Journal of Environmental Radioactivity*. 74. S. 171-183.
8. Vandecasteele, C.M., Hardeman, F., Pauwels, O., Barnaerts, M., Carle, B. and Sombre, L., 2005. Attitude of a group of Belgian Stakeholders towards proposed agricultural countermeasures after a radioactive contamination: synthesis of the discussion within the Belgian EC-FARMING group. *Journal of Environmental Radioactivity*, 83, pp. 319-332.