ЕКОЛОГОСЪОБРАЗНОСТ И ЗЕЛЕНИ ПОЛИТИКИ В ИНДУСТРИАЛНАТА БЕЗОПАСНОСТ

Петя Романова
Химикотехнологичен и металургичен университет, София

Резюме

Статията разглежда интеграцията между индустриалната безопасност и екологичната устойчивост в съвременната индустрия. В миналото тези две области са се развивали отделно, но днес все повече се разглеждат като взаимосвързани, тъй като индустриалните аварии често имат сериозни екологични последици. Развитието на законодателството и обществените очаквания насърчава преминаването към интегриран подход за управление на риска. Представени са теоретичните основи на тази интеграция, включително развитието на концепциите за индустриална безопасност и устойчиво развитие, както и ролята на интегрираните системи за управление. Разгледана е и концепцията за кръговата икономика, която цели по-ефективно използване на ресурсите, намаляване на отпадъците и въвеждане на по-безопасни и екологични технологии. Анализирана е правната рамка на европейско и национално ниво, като се открояват основни регулации като директивата Севезо III, директивата за индустриалните емисии и регламентът REACH. В България тези изисквания са въведени чрез закони и наредби, които задължават предприятията да прилагат системи за управление на риска и мерки за опазване на околната среда. Статията представя и основни инструменти за прилагане на интегрирания подход, като интегрирана оценка на риска, индикатори за ефективност и използването на цифрови технологии и решения от Индустрия 4.0. Дадени са примери за добри практики в химическата индустрия и енергийния сектор, включително при внедряването на възобновяеми енергийни източници. Разгледани са също основните предизвикателства пред интеграцията – организационни, правни и икономически, особено за малките и средните предприятия. В заключение се подчертава, че интегрирането на зелените политики в индустриалната безопасност е ключово за устойчивото развитие на индустрията, като бъдещето е свързано с по-широко използване на цифрови технологии, изкуствен интелект и адаптация към климатичните промени.

Ключови думи: индустриална безопасност, екологична устойчивост, интегрирани системи за управление (IMS), кръгова икономика, индустриални аварии, европейско законодателство, директива Севезо III, регламент REACH, интегрирана оценка на риска, индикатори за ефективност (KPI), индустрия 4.0, устойчиво развитие.

Keywords: Industrial safety, ecological sustainability, integrated management systems (IMS), circular economics, industrial accidents, European law, Seveso III directive, REACH regalement, integrated risk evaluation, Key Performance Indicator (KPI), Industry 4.0, sustainable development.

JEL: Q57, O33, O44, P18, Q51.

Увод

В съвременния индустриален свят концепциите за безопасност и екологична устойчивост се превърнаха в две взаимосвързани и взаимозависими области. Индустриалната човешкия живот и здраве, както и върху материалните активи, докато зелените политики насочват своя фокус върху опазването на околната среда. В днешни дни тези две сфери претърпяват еволюция и откриваме все повече точки на припокриване, разглеждайки теоретичните основи, правните рамки, практическите предложения и бъдещи тенденции в тази така важна област.

Трансформацията от изолирани подходи към холистичен модел на управление на риска е предизвикана от няколко фактора, а именно нарастващите регулаторни изисквания, икономическите предимства произтичащи от превантивни действия, променящите се обществени очаквания и разбирането, че екологичните и безопасни рискове имат общи корени и решения [2]. В България този процес е значително ускорен чрез хармонизиране на законодателството с Европейските директиви и насърчаването на корпоративна и социална отговорност.

1. Теоретични основи и концептуална рамка

1.1 Еволюция на понятията „индустриална безопасност“ и „екологична устойчивост“

Индустриалната безопасност като дисциплина възниква с Индустриалната революция през XX век, когато масовото въвеждане на сложни технологии и използването на опасни вещества налагат разработването на подходи за разбиране на рисковете и защита на работниците. С инциденти като тези в Чернобил (1986) и Севезо (1976) общественото внимание е насочено към изграждане на регулаторна рамка за предотвратяване на внезапни катастрофални събития.

Паралелно се развива и концепцията за екологична устойчивост като отговор на нарастващата загриженост от дългосрочни въздействия от индустриалната дейност върху екосистемите. Докладът на Брундланд (1987) дефинира устойчивото развитие като „развитие, което отговаря

на нуждите на настоящето, без да застрашава способността на бъдещите поколения да задоволяват своите собствени нужди“[3].

Активното сближаване на тези две области започва да се оформя в края на XX и началото на XXI век, когато става ясно, че повечето индустриални аварии имат значителни екологични последици. Също, че екологичните нарушения от своя страна могат да бъдат причина за индустриални аварии, да компрометират изправността на индустриални съоръжения. Тези два подхода изискват сходни методи за управление на риска и системи за контрол.

1.2. Интегрирани системи за контрол (IMS)

Интегрираните системи за контрол представляват холистичен подход, който обединява различни аспекти на управлението и организацията, включително качество, околна среда, безопасност и здраве при работа. Теоретичната основа на тези IMS се корени в системния подход и цикъла на Деминг, Plan-Do-Check-Act, адаптиран да обхване множество аспекти на организационното управление[1].

Ключовите принципи на интегрираните системи за управление включват фокусиране между различните дейности, идентифициране, оценка и контрол на рискове от всякакъв характер, постоянно актуализиране и подобряване на практиките, включване на всички нива на организацията в процеса, както и решенията да бъдат взимане само на база анализ на събраните данни[6].

1.3. Кръгова икономика и индустриална безопасност

Концепцията на кръговата икономика играе важна роля в развитието на индустриалните процеси. Тази нова концепция отрича традиционния линеен модел, където принципът на действие е Вземи-Направи-Изхвърли, докато при кръговата икономика целта е цикълът да се затвори, продуктите и материалите да се преизползват и да бъдат рециклирани, енергията да се пести и възстановява, а отделяния отпадък да бъде сведен до минимум [4].

От гледна точка на индустриалната безопасност се прилагат няколко важни принципа с голямо влияние. Редукция на опасните отпадъци чрез препроектиране на процеси и продукти, въвеждане на нови рециклирани материали, както и интегриране на критерии за безопасност при избора на нови материали и технологии [5]. Тези нови иновативни принципи могат да донесат ползи за технологичния процес, но също така крият и нови непознати опасности, които трябва да бъдат оценени и управлявани.

2. Правна и регулаторна рамка

2.1. Европейски правен контекст

В Европейския съюз има няколко законодателни акта, които осигуряват внедряването на екологичните изисквания и тези касаещи безопасността:

Директива Севезо III (2012/18/EU) – тя е основният регулаторен инструмент за предотвратяване на големи индустриални аварии с фокус върху безопасността и човешкия фактор. В нея се съдържат задължителни изисквания за изготвяне на аварийни планове с включени мерки за защита на околната среда, доклад за безопасност, който задължително съдържа информацията за въздействието върху околната среда и населението, както и изисквания за информиране на населението за активни и потенциални екологични рискове[8].

Директива за индустриални емисии (2010/75/EU) – тя установява и интегрира подход за предотвратяване и контрол на замърсяването от индустриални дейности като изисква прилагането на НДТ (най-добри достъпни технологии). Те са балансът между екологична ефективност, икономическа реализация и безопасност на процесите [9].

Регламент REACH (ЕС 1907/2006) – той отговаря за регистрацията, оценката, разрешаване на използването и ограничаването на химически вещества. Това е една своеобразна система за управление на рисковете произлизащи от употребата на химически вещества както за околната среда, така и за човешкото здраве [10].

2.2. Българско законодателство

В България е постигната хармонизация между европейското и националното законодателство чрез наредби и закони. Такава е Наредбата за предотвратяване на големи аварии (приета през 2013 г. и актуализирана през 2019 г.). Тя имплементира Директива Севезо III в българското законодателство като се изисква от операторите на съоръжения с големи количества опасни вещества да подготвят доклад за безопасност, въвеждане на системи за управление на риска и безопасността, както и аварийни планове за ограничаване на екологичните щети. По този начин могат да се анализират всички аспекти на една възникнала авария, както и да се подведат под отговорност съответно отговорните лица [13]. Като друг пример могат да се посочат законите за опазване на околната среда и за здравето и безопасността при работа. В своите подзаконови актове тези два закона установяват екологични изисквания и разрешения, и такива свързани със безопасността на работниците.

3. Инструменти и методологии за прилагане

3.1. Интегрирана оценка на риска

Традиционните методи за оценка на риска насочват фокуса към опасностите за хората и имуществото, при интегрираната оценка на риска подходът е разширен и включва оценка на екологичните рискове. Оценката на екологичния риск (ERA) включва 4 основни стъпки [11]:

- Идентифициране на опасностите;
- Оценка на експозицията;
- Характеризиране на риск;а
- Управление на риска.

3.2. Индикатори за ефективност за интегрирано управление (KPI)

За подобряване и мониторинг на интегрираните системи от решаващо значение е разработването на подходящи индикатори за ефективност. Те трябва да отразяват екологичните аспекти и тези на безопасността.

Индикатори, които измерват превантивните действия са брой проведени оценки на екологичния риск, процент на служители обучени по интегрираните процедури, брой внедрени зелени технологии.

Индикатори които измерват резултатите са честота на инциденти с екологични последици, количество непредвидени емисии, степен на съответствие с регулаторните изисквания [12].

3.3. Цифрови технологии и Индустрия 4.0

Внедряването на нови технологии и цифровизация на Индустрия 4.0 предоставят нови възможности за развитие и интеграция на зелените политики в индустриалната безопасност.

Сензорните мрежи позволяват наблюдение в реално време на параметрите на процесите, както на екологичните показатели. Дигиталните двойници позволяват успешна симулация на процеси и тяхната оптимизация без сериозни икономически инвестиции и избягване на инциденти с работници, иначе често задължителен фактор при разработване и внедряване на нова технология [7]. Изкуственият интелект и употребата на машини от своя страна спомагат за идентифицирането на сложни модели и взаимовръзки между безопасност и екологични фактори.

4. Добри практики в индустриите

4.1. Химическа индустрия

Химическата индустрия е сектор с висок потенциал както за рискове, така и за иновации. В България няколко компании са внедрили иновативни подходи за установяване на безопасността и екологичната устойчивост. Една такава интегрирана система за управление може да включва портал за докладване на инциденти, регулярни проверки, както и програми за обучение, които проследяват връзката между работния процес и установени от анализи очаквани резултати. Използват се също и програми за заместване на опасни вещества, които не само намаляват екологичния отпечатък, но и значително се подобрява безопасността на работното място чрез намаляване на експозицията на работниците на токсични вещества [7].

4.2. Енергийният сектор и преходът към възобновяеми източници

Преходът към възобновяеми източници безспорно създава нови възможности, но и изправя работници и работодатели пред нови предизвикателства за безопасността. Слънчевите централи са относително безопасни инсталации от гледна точка на традиционните индустриални опасности, но те създават нови екологични предизвикателства най-вече свързани с жизнения цикъл на фотоволтаичните панели, използването на редки земни метали, както и влиянието им върху почвите и последиците от тяхната работа и разположение върху до преди това обработваеми земи. Вятърните турбини, от друга страна, подобряват екологичния баланс и ни дават една от най-чистата енергия, но с тях се срещат специфични предизвикателства за безопасността свързани с монтажът и поддръжката, както и потенциалното влияние върху птиците, което от своя страна изисква изготвянето на интегрирана оценка.

5. Предизвикателства и ограничения

5.1. Организационни и културни предизвикателства

Множеството теоретични предимства заблуждават, че въвеждането на интегрирани подходи ще протече плавно и безпрепятствено, но в практиката се срещат редица предизвикателства при прилагане на новостите. Такива могат да бъдат дългогодишната прилагана работна етика и изградено мислене, което може да доведе до отдалечаване от съвременните подходи, разделение между отделите. Различните езици и култури също може да възпрепятства ефективната комуникация между специалисти по безопасност и еколози и да затрудни сътрудничеството, както и липсата на ясна отговорност и „прехвърлянето“ и преразпределението на задачи [1]. Тези трудности могат да бъдат лесно преодолени чрез организирането на регулярни обучения и семинари на международно ниво, фирмени кур-

сове по чужди езици, онлайн срещи и събития, които да служат като мост в комуникацията.

5.2. Регулаторни и правни предизвикателства

Въпреки насърчаващата натура на правната рамка към интеграция, тя също може да създаде предизвикателства. Водещи такива са увеличаващата се административна тежест, припокриване, а понякога и противоречие между различните регулаторни изисквания и разлика във фокуса на различните регулаторни органи от инспекциите. Развитие и промени не липсват и тук, постоянно се внедряват поправки и допълване на закони и регулации[14].

5.3. Икономически предизвикателства

Не липсват трудности и в тази сфера, въпреки дългосрочните ползи, които предлагат интегрираните подходи. Малките и средни предприятия са тези изправени пред сериозни икономически предизвикателства произлизащи от високите първоначални инвестиции за въвеждане на нови технологии, оборудване, системи за управление и безопасност, регулярни обучения и подбиране на квалифицирана работна ръка. Големите предприятия пък са възпрепятствани от сложността за определяне на възвращаемостта на инвестициите, което предизвиква колебания в управлението да инвестира в интеграция на превантивни мерки [15].

6. Бъдещи тенденции и перспективи

В бъдеще в ядрото на корпоративното управление и стратегическото планиране все по-дълбоко ще се прилага интеграция на устойчивостта. В корпоративните отчети все по-систематично ще бъдат включвани показатели за безопасност и екологичност, за което спомага Директивата за корпоративна устойчивост. Тя налага задължителното разкриване на информация относно екологичните аспекти като климатични рискове. Това ще доведе до по-голяма прозрачност и подвеждане под отговорност на всички нива [17].

Климатичните промени също ще наложат много промени в индустрията и безопасността. Нуждата от адаптация към екстремни метеорологични явления, като значителни повишения в температурите и рисковете от наводнения, ще наложи преоценка на индустриални съоръжения, процедури за безопасност и промени в методите на работа. Настъпателния преход към въглеродни технологии от своя страна ще доведе до въвеждането на нови процеси, а те до нови методи за работа, мерки за контрол и оценки на риска [16].

Развитието на цифровите платформи също ще окаже своето положително влияние върху ефективното събиране на данни за околната среда и безопасността, техния анализ и използването на извлечената информация. Приложението на изкуствения интелект ще бъде все по-широко и леснодостъпно както за оптимизация на превантивни мерки, така и за прогнозиране на инциденти и повишаване на ефективността при управлението на риска.

Заключение

Интеграцията на зелените политики в индустриалната безопасност е не просто тенденция, а фундаментална трансформация в подхода към управлението на риска в индустриалната сфера. Този процес отразява по-задълбоченото разбиране на взаимосвързаността между човешките, екологичните и технологичните системи и признава, че трайната безопасност не може да бъде постигната освен ако не бъдат отчитани екологичните последици.

Въпреки съществуващите предизвикателства, организационни, регулаторни, икономически, ползите от интегрирания подход са значителни. Те включват както намаляване на екологичния отпечатък и подобряване на безопасността, така и повишаване на оперативната ефективност, намаляване на разходите в дългосрочен план и подобряване на корпоративния имидж и конкурентоспособност.

Бъдещето в тази област е в задълбочената интеграция на устойчивостта в корпоративното управление, адаптацията към климатични промени и възползването от възможностите предоставени от цифровите технологии и внедряването на изкуствения интелект.

Литература

1. Bernardo, M., Casadesus, M., Karapetrovic, S., Heras, I. How integrated are environmental, quality and other standardized management systems? *Journal of Cleaner Production*. 17(8). 2009. 742–750. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.11.003 .
2. Harms-Ringdahl, L. *Guide to Safety Analysis for Accident Prevention.* 2013. IRS Riskhantering AB. Stockholm. [https://www.irisk.se/sabook/SA-book1.pdf].
3. World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. 1987.
4. Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. Conceptulizaing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*. 127. 2017. 221–232. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005.
5. Kletz, T. *Plant design for Safety: A User-Friendly Approach.* Hemisphere Publishing Corporation, Washington DC. 1991.
6. Gunningham, N., Sinclair, D. *Leaders and Laggards: Next-Generation Environmental Regulation*.

Routledge. 2002. DOI: https://doi.org/10.4324/9781351282000.
7. Reniers, G., Van Erp, H. *Operational safety economics: a practical approach focused on the chemical and process industries*. John Wiley & Sons. 2016.
8. *Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently* (*repealing Council Directive 96/82/EC (SEVESO III).* OJ L 197, 24.7.2012. 1–37. ELI: http://data.europa.eu/eli/dir/2012/18/oj.
9. *Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) (recast).* OJ L 334, 17.12.2010, pp. 17–119. ELI: http://data.europa.eu/eli/dir/2010/75/oj.
10. *Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC (REACH).* OJ L 396, 30.12.2006. Chapter 13. Volume 060. 3–280. ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1907/oj.
11. *ISO 14001:2015 Environmental management systems*
12. *ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems*
13. *Наредба за предотвратяване на големи аварии с опасни вещества.* ДВ. 5/2019.
14. *Доклад на Комисията до Европейския парламент и Съвета за прилагането и ефективното функциониране на Директива 2012/18/ЕС относно контрола на опасностите от големи аварии, които включват опасни вещества за периода 2019–2022 г.* Европейска комисия. COM/2025/508 final. [EUR-Lex - 52025DC0508 - EN - EUR-Lex].
15. *Investment*. OECD. [https://www.oecd.org/en/topics/investment.html#related-publications].
16. *Изменение на климата*. Изпълнителна агенция по околна среда. 2025. [https://eea.government.bg/data/addons/cms_backend/public/2025/MOOC/Национален%20доклад/GB_2023-2025/2.%20Климат.pdf?mt=1755066373].
17. *Превантивни инструменти за интегриране на целите за опазване на околната среда в инвестиционни проекти и действащи инсталации*. Изпълнителна агенция по околна среда. 2025. [https://eea.government.bg/data/addons/cms_backend/public/2025/MOOC/Национален%20доклад/GB_2023-2025/15.%20Превантивни%20инструменти.pdf?mt=1755066371].

ENVIRONMENTAL FRIENDLY AND GREEN POLITICS IN THE INDUSTRIAL SAFETY

Petya Romanova
University of Chemical Technologies and Metallurgy, Sofia, Bulgaria

Abstract

This paper is a revision of the integration between safety and the modern eco industrial sustainability. In the past those two areas were developing separately, but today they are more often viewed as interconnected since industrial crisis often has severe ecological consequences. Development of civil policies and social expectations encourage transition to integrated ways of risk management. The theoretical foundations of this integration are presented, including the evolution of concepts for industrial safety and sustainable development, as well as the role of integrated management systems. The concept of the circular economy was also examined, aiming for more efficient use of resources, waste reduction and the introduction of safer and more environmentally friendly technologies. The legal framework at European and national levels is analyzed, highlighting key regulations such as the Seveso III directive, the Industrial Emissions Directive and the REACH regulation. In Bulgaria, these requirements have been encouraged through laws and regulations that oblige enterprises to implement risk management systems and environmental protection measures. The article also presents key tools for implementing the integrated approach, such as integrated risk assessment, performance indicators and the use of digital technologies and industry 4.0 solutions. Examples of best practices in the chemical industry and energy sector are provided, including the implementation of renewable energy sources. The main challenges to integration - organizational, legal and economic - are also examined, particularly for small and medium-sized enterprises (SMEs). In conclusion, it is emphasized that integrating green policies into industrial safety is key to the sustainable development of the industry, with the future linked to the wider use of digital technologies, artificial intelligence and adaptation to the climate changes.