

**КОВАЛЬ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри обліку і фінансів, Національний університет «Запорізька політехніка»; м. Запоріжжя, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6471-6564>; e-mail: [catalexzap66@gmail.com](mailto:catalexzap66@gmail.com).

**КОВАЛЬ ВІКТОРІЯ МИКОЛАЇВНА** – старший викладач кафедри філософії, Національний університет «Запорізька політехніка»; м. Запоріжжя, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1393-8351>; e-mail: [vicktoria\\_koval@ukr.net](mailto:vicktoria_koval@ukr.net).

**ДЄВОЧКІН ВАСИЛЬ ФЕДОРОВИЧ** ✉ – аспірант кафедри електроприводу та автоматизації промислових установок, Національний університет «Запорізька політехніка»; м. Запоріжжя, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2381-5245>; e-mail: [vdev@zp.edu.ua](mailto:vdev@zp.edu.ua).

## ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИЦІЙ У РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НА ПРИКЛАДІ НІМЕЧЧИНИ

Робота присвячена дослідженню інвестиційних процесів в галузі генерації електроенергії Німеччини, зокрема – в сфері відновлювальних джерел енергії. Робота надає комплексний аналіз інвестицій у різні сектори зеленої енергетики Німеччини, зокрема, фотовольтаїку, вітрову енергетику та гідроенергетику, на основі детальних статистичних даних, що дозволяє чітко простежити тенденції та їх зміни за останні два десятиліття. У роботі досліджуються не лише обсяги фінансування, але й фактори, які впливають на розподіл інвестицій між різними відновлювальними джерелами енергії. Особлива увага приділяється виявленню причин зростання інвестицій у фотовольтаїку та вітрову енергетику, а також аналізу проблем, пов'язаних із розвитком гідроенергетики через обмежену кількість локацій для нових об'єктів. Визначені основні фактори, які впливають на зростання ризиків для стабільного та доступного енергозабезпечення населення, промисловості та транспорту. Визначені необхідні зміни в напрямках, принципах та джерелах інвестування в електрогенерацію на прикладі Німеччини. Виявлені сильні та слабкі сторони німецького досвіду інвестицій у відновлювальні джерела енергії. Проаналізовано на основі статистичних матеріалів поточний стан, перспективи та потенційні ризики інвестиційного процесу на ринках електроенергії Німеччини. В роботі враховано як історичний досвід, так і поточний досвід як позитивних зрушень в галузі енергозабезпечення, так і негативний в частині проблемних подій не тільки в Німеччині, але й в Європі в цілому, в тому числі регіональні та національні випадки блекаутів, які були викликані недоліками балансування енергосистем, які, в свою чергу, були обумовлені державною політикою в галузі генерації, транспортування та обробки електроенергії.

**Ключові слова:** електроенергія; генерація; відновлювальні джерела енергії; фотовольтаїка; гідроенергетика; вітрова енергетика; інвестиції; балансування генерації; блекаут.

**Вступ.** Останнім часом в Європі взагалі та в Німеччині особисто суттєво зросла частка відновлювальних джерел генерації електроенергії (ВДЕ). Загалом це можна привітати, але за цей же час також виросли випадки порушень роботи енергосистем на регіональному та національному рівні. Регіональні блекаути проходили в деяких регіонах Німеччини, США (Техас, Каліфорнія); національні блекаути сталися в Іспанії та Португалії [1]. Необхідність дослідження суто фінансово-економічних причин цього явища очевидна.

Вагомий науковий внесок у дослідження сутності ринку зробили зарубіжні та вітчизняні вчені: В. Базилевич, У. Джевонс, А. Маршалл, С. Мочерний, А. Тіммерман. Питанням функціонування ринків енергетичних ресурсів присвячено праці: В. Баранніка, Н. Кузьминчук, Б. Слупського, О. Суходолі та інших. Разом з тим, незважаючи на ґрунтовні наукові розвідки вищезазначених вчених, не втрачають актуальності дослідження присвячені проблематиці функціонування сучасного ринку енергії в Україні.

**Мета статті.** Дослідити ефективність інвестицій у виробництво «зеленої» електроенергії на прикладі Німеччини, виділити слабкі та сильні сторони інвестиційних процесів в енергетиці.

Задачі дослідження:

- визначити динаміку інвестиційних процесів в енергетиці Німеччини;

- визначити основні напрямки інвестицій в енергетику;
- дослідити практичні результати інвестицій в аспекти їх впливу інвестицій на споживачів.

**Результати дослідження.** Екологічний перехід Німеччини, результати якого на сьогоднішній день спостерігають багатомільйонне німецьке населення та численна українська діаспора, має у своїй суті мету максимально ефективно та у найбільш короткий проміжок часу знизити негативний вплив енергетичного сектору держави на її екологічну складову. Для досягнення поставленої мети, були проведені численні засідання у парламенті Німеччини та Європейського Союзу (ЄС). Дане питання хвилює десятки мільйонів німців, що сприяло формуванню особливого відношення уряду країни до питань з екології.

Наприкінці 2008 року Європейська комісія ухвалила «Пакет з клімату та енергетики» [2], спрямований на декарбонізацію економік країн ЄС. Таким чином, до вимог до країн-членів можна віднести збільшення використання енергії з відновлювальних джерел до 20 %. На момент 2020 року, у Німеччині, частка відновлювальних джерел енергії складала 45,8 % від загальнонаціонального виробництва, у той час як на момент ухвалення «Пакету з клімату та енергетики» у 2008 році, частка становила 15,3 % [3, 4]. Для досягнення цілей пакету, необхідні були значні

© О. А. Коваль, В. М. Коваль, В. Ф. Дєвочкин, 2025



Ця робота ліцензується відповідно до *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)*  
**Конфлікт інтересів:** Автори заявили про відсутність конфлікту

інвестиції як у низьковуглецеві технології, так і в інфраструктуру, що забезпечило надійність постачання та підвищило його ефективність. За період 2008–2020 роки, у розвиток сектора відновлювальної енергетики було інвестовано понад 230 мільярдів євро [3–8].

Згідно опублікованого у 2014 році §1 закону EEG 2023, що вступив в силу на початку 2023 року, Німеччина взяла курс на збільшення долі вироблення екологічно чистої електроенергії до 80 % від загальнонаціонального рівня виробництва до кінця 2030 року [9]. До 2035 року, майже вся електроенергія, вироблена в Німеччині, повинна бути екологічно чистою. За період 2014–2024 років, частка відновлюваних джерел енергії у споживанні електроенергії зросла з 24,5 % від загального виробництва до 53 % [3–8]. Якщо оперувати абсолютними величинами, то рівень виробництва відновлювальної енергії за період, що досліджується, зріс на майже 70 % з 161,9 до 273,2 МВт/годину (рис. 1).

Таким чином, можна констатувати, що Німеччина впевнено розвивається у напрямку, заданому EEG 2023 та вже на сьогоднішній день досягла вагомих результатів.

Німецький енергетичний сектор є важливим елементом економіки країни, однак його сучасна

структура викликає чимало дискусій. Основу енергопостачання наразі складають ВДЕ, які забезпечують понад 50 % виробництва електроенергії. Попри досягнення у цій галузі, ВДЕ залишаються відносно дорогими та залежними від погодних умов, що створює додаткові ризики для енергетичної стабільності.

Нажаль, не все так райдужно, адже за період 2014–2024 років, загальне виробництво електроенергії впало на майже 14 % [3–8, 10–12]. Таким чином, спостерігаємо навіть не стагнацію, а рецесію у енергетичному секторі Німеччини (рис. 2).

Варто зауважити, що драматичне падіння рівня виробництва електроенергії у період з 2022 по 2023 роки пов'язано з рішенням Німецької держави щодо зупинення роботи останніх ядерних об'єктів. Таким чином, вже на момент 2024 року, в державі не виробляється енергія мирного атому [13].

Особливо відчутним є вплив політики відмови від атомної енергетики, яка раніше забезпечувала значну частину енергопостачання країни. Перехід на ВДЕ був обумовлений екологічними міркуваннями, однак він поставив Німеччину в залежність від імпорту енергоносіїв і збільшив навантаження на електромережі через нестабільність виробництва енергії з вітру та сонця.

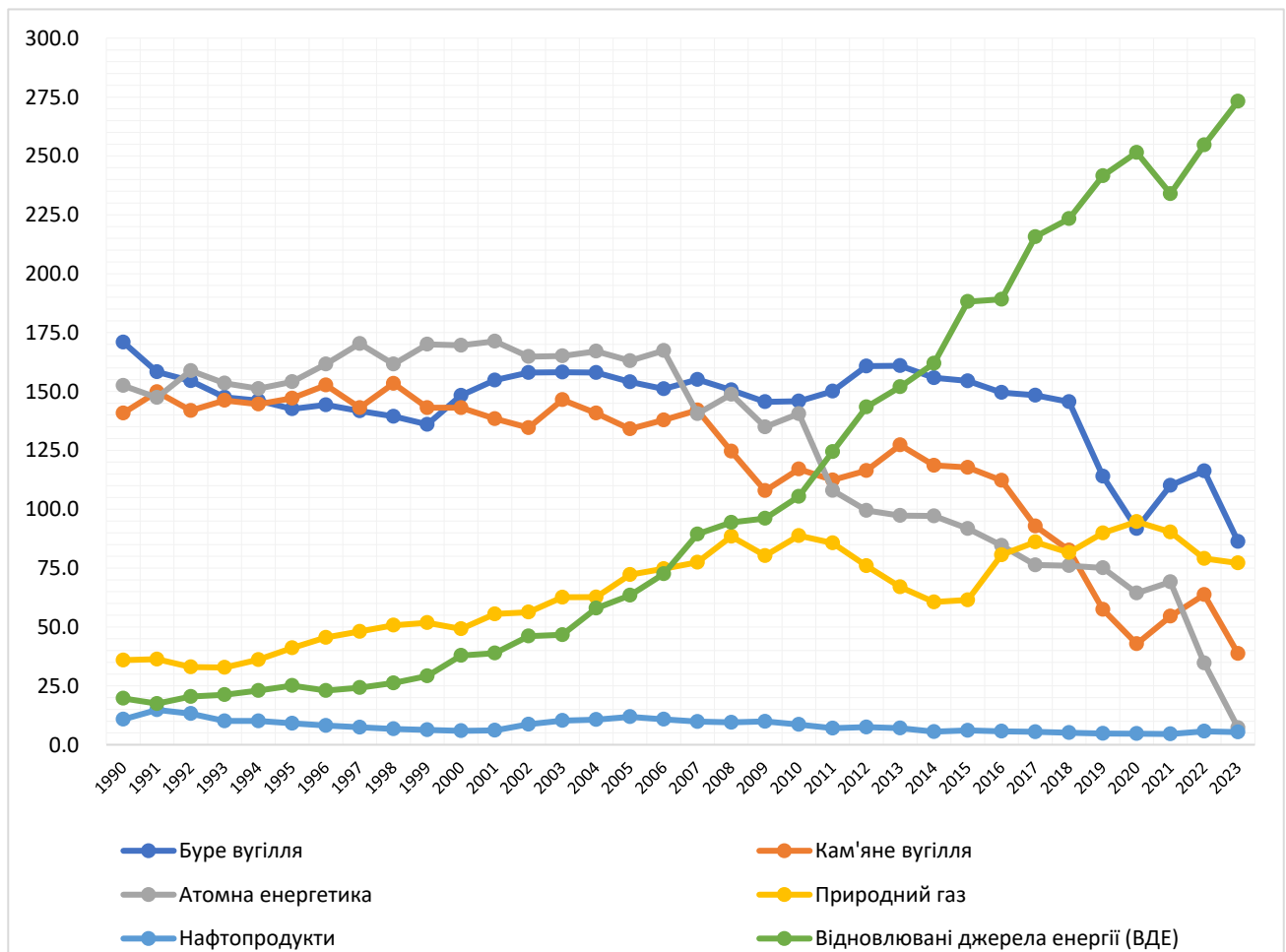


Рисунок 1 – Валове виробництво електроенергії в Німеччині за джерелами енергії, МВт/годину

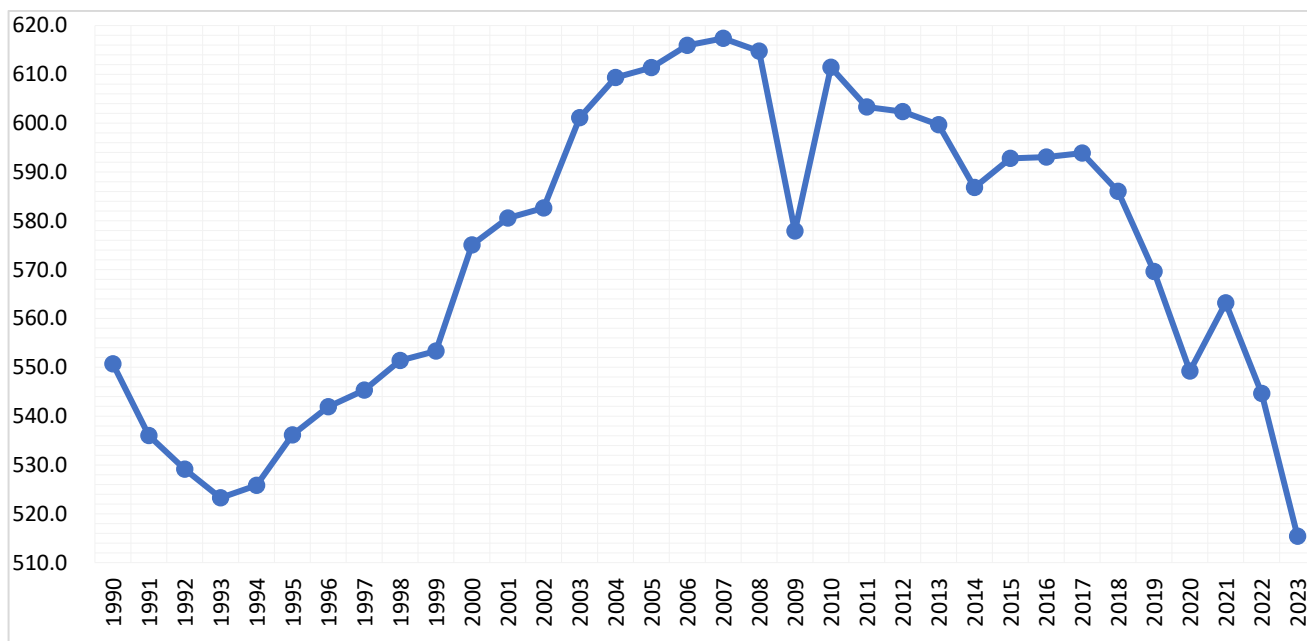


Рисунок 2 – Обсяги генерації електроенергії в Німеччині без урахування ВДЕ, млрд МВт/год

Ця ситуація породжує необхідність у розвитку систем зберігання енергії, модернізації інфраструктури та пошуку більш ефективних рішень, які могли б компенсувати недоліки нинішньої моделі. Хоча Німеччина продовжує позиціонувати себе як лідера у сфері зеленої енергетики, існують серйозні виклики, пов'язані із забезпеченням надійності, доступності та безпечності енергопостачання.

Розвиток використання відновлюваної енергії в Німеччині перетворило цей сектор на ключовий елемент економіки (табл. 1, рис. 3) [14]. Суттєве зростання обсягу інвестицій, що розпочалося у 2022 році, набуло ще більшого масштабу у 2023 році. Таким чином, інвестиції у будівництво об'єктів відтворювальної енергетики у році 2023 зросли на 68 %, і досягли рекордної суми у 37,3 млрд євро, у порівнянні з попереднім роком. Безсумнівно, ці інвестиції значно сприяли збільшенню рівня виробництва електроенергії. Таким чином, за цей же період, виробництво відновлювальної енергії у Німеччині збільшилось майже на 8 %. Завдяки тому, що значна частина доданої вартості створюється через виробництво та введення цих об'єктів на території країни, ці інвестиції безпосередньо сприяють зростанню економіки Німеччини

Інші сектори, зокрема постачальники біопалива та компанії, що займаються обслуговуванням, отримали додаткові 23,2 млрд євро від витрат на підтримку роботи та експлуатацію об'єктів відновлюваної енергетики. Такі економічні стимули сприяли створенню багатьох компаній, часто значущих у регіональному масштабі, у секторі відновлюваної енергетики Німеччини, забезпечуючи значну кількість робочих місць.

Динаміка інвестицій у ВДЕ в Німеччині демонструє суттєві зміни за останні два десятиліття. Як видно з табл. 1 і рис. 3, обсяги фінансування в різні сегменти «зеленої» енергетики суттєво варіювалися

залежно від політичних пріоритетів, технологічного прогресу та ринкових умов.

На початку 2000-х років ключовим напрямом були наземні вітрові електростанції, які отримували найбільшу частку інвестицій. Проте вже з 2010-х років у центрі уваги опинилася фотовольтаїка, яка почала активно зростати, особливо в період 2009–2012 років, коли інвестиції у цей сектор сягнули рекордних показників – понад 19,5 млрд євро у 2010 році.

Динаміка інвестицій у ВДЕ в Німеччині демонструє суттєві зміни за останні два десятиліття. Як видно з табл. 1 та рис. 3, обсяги фінансування в різні сегменти «зеленої» енергетики суттєво варіювалися залежно від політичних пріоритетів, технологічного прогресу та ринкових умов.

Водночас такі напрямки, як гідроенергетика та геотермальна енергія, залишалися менш привабливими для інвесторів через обмежений потенціал розвитку та високі початкові витрати. Зокрема, гідроенергетика демонструє стійке зниження інвестицій, що підтверджує проблему недостатньої кількості нових придатних локацій для будівництва гідроелектростанцій (ГЕС). Справа в тому, що гідроресурси Європи, придатні для електрогенерації, вже використовуються приблизно на 80 %, і потенціал цього напрямку в Європі загалом досить низький [15].

Значні вкладення також спостерігалися у біоенергетику, однак їх частка з часом стабілізувалася через обмежену рентабельність у порівнянні з фотовольтаїкою та вітровою енергетикою.

Особливу увагу привертає розвиток морських вітрових електростанцій, які почали отримувати вагомі інвестиції після 2010 року. Хоча їх частка менша, ніж у наземних станцій, цей напрям залишається перспективним завдяки високій ефективності та стабільності виробництва енергії. Крім того, винесення вітрових електростанцій за межі територіальних вод виключає їх з переліку об'єктів оподаткування.

Таблиця 1 – Динаміка обсягів інвестицій в різні сектори енергетики Німеччини, млн євро

| Рік  | Гідро-енергетика | Наземна вітро-енергетика | Морська вітро-енергетика | Фотовольтаїка | Сонячна теплова енергія | Геотермальна енергія та тепло навколишнього середовища | Електроенергія з біомаси | Тепло з біомаси | Разом |
|------|------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|-------|
| 2000 | 520              | 1920                     |                          | 260           | 440                     | 130                                                    | 530                      | 900             | 4700  |
| 2001 | 340              | 3070                     |                          | 360           | 610                     | 180                                                    | 800                      | 920             | 6280  |
| 2002 | 120              | 3930                     |                          | 680           | 370                     | 190                                                    | 770                      | 900             | 6960  |
| 2003 | 170              | 3360                     |                          | 760           | 480                     | 210                                                    | 1340                     | 1080            | 7400  |
| 2004 | 210              | 2710                     |                          | 3530          | 470                     | 290                                                    | 1640                     | 1100            | 9950  |
| 2005 | 240              | 2490                     |                          | 4840          | 630                     | 410                                                    | 1910                     | 1510            | 12030 |
| 2006 | 220              | 3220                     |                          | 4010          | 990                     | 940                                                    | 2270                     | 2300            | 13950 |
| 2007 | 330              | 2470                     | 30                       | 5330          | 760                     | 920                                                    | 2280                     | 1500            | 13620 |
| 2008 | 370              | 2540                     | 170                      | 7970          | 1700                    | 1230                                                   | 1980                     | 1760            | 17720 |
| 2009 | 500              | 2800                     | 470                      | 13570         | 1490                    | 1140                                                   | 2020                     | 1610            | 23600 |
| 2010 | 350              | 2110                     | 450                      | 19580         | 990                     | 960                                                    | 2240                     | 1210            | 27890 |
| 2011 | 300              | 2860                     | 610                      | 15860         | 1060                    | 990                                                    | 3120                     | 1320            | 26120 |
| 2012 | 200              | 3550                     | 2440                     | 11980         | 950                     | 1060                                                   | 790                      | 1500            | 22470 |
| 2013 | 130              | 4490                     | 4270                     | 3380          | 860                     | 1090                                                   | 700                      | 1560            | 16480 |
| 2014 | 90               | 7060                     | 3940                     | 1450          | 790                     | 1080                                                   | 670                      | 1320            | 16400 |
| 2015 | 80               | 5370                     | 3680                     | 1480          | 800                     | 1010                                                   | 220                      | 1290            | 13930 |
| 2016 | 60               | 6910                     | 3370                     | 1570          | 700                     | 1210                                                   | 270                      | 1230            | 15320 |
| 2017 | 60               | 7450                     | 3400                     | 1660          | 540                     | 1320                                                   | 280                      | 1230            | 15940 |
| 2018 | 120              | 3390                     | 4100                     | 2580          | 490                     | 1520                                                   | 390                      | 1240            | 13830 |
| 2019 | 110              | 1650                     | 2130                     | 3370          | 440                     | 1410                                                   | 350                      | 1260            | 10720 |
| 2020 | 100              | 2190                     | 80                       | 4860          | 530                     | 1920                                                   | 320                      | 1940            | 11940 |
| 2021 | 70               | 2990                     | 290                      | 5210          | 550                     | 2530                                                   | 250                      | 2730            | 14620 |
| 2022 | 70               | 3830                     | 1250                     | 7960          | 690                     | 4570                                                   | 210                      | 3650            | 22230 |
| 2023 | 10               | 5960                     | 1380                     | 17760         | 420                     | 8770                                                   | 220                      | 2770            | 37290 |

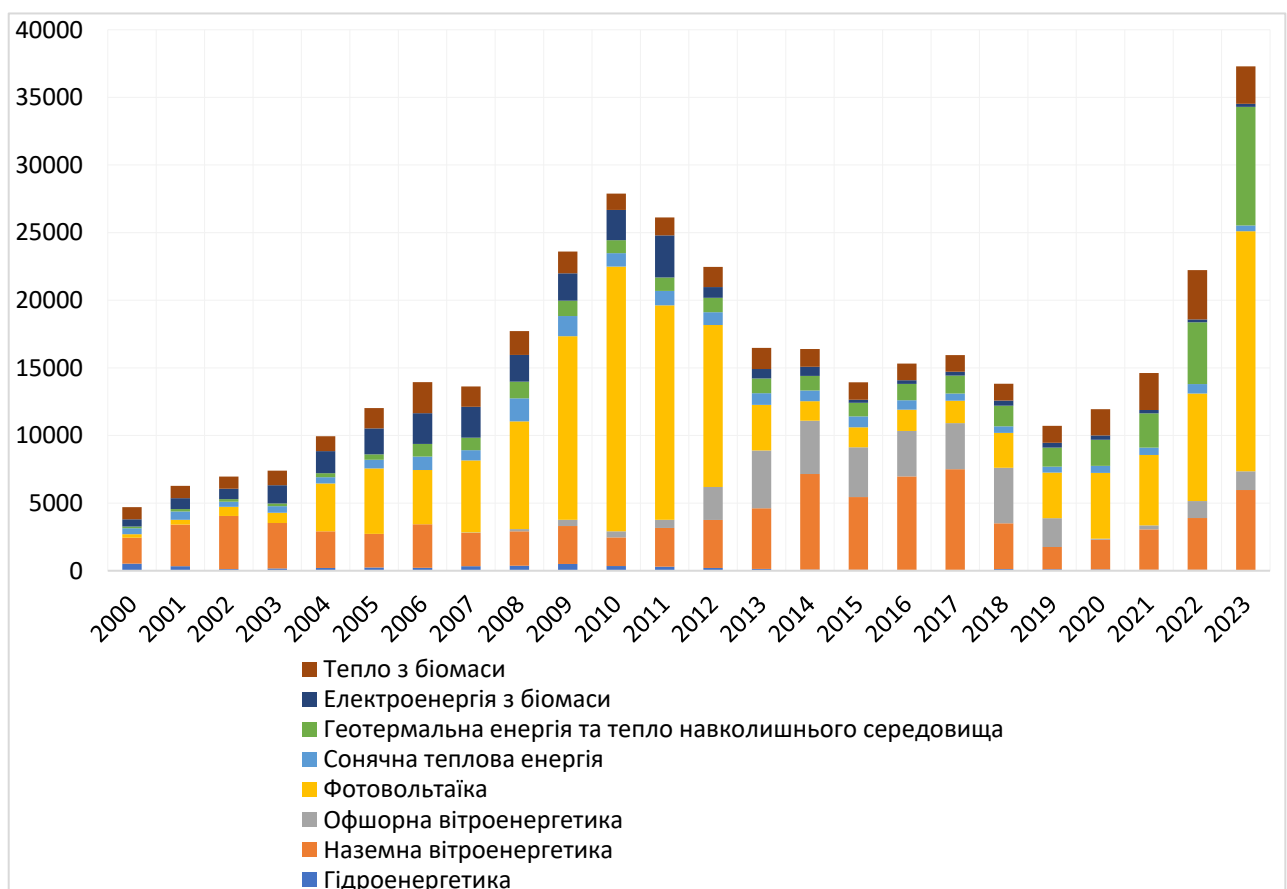


Рисунок 3 – Інвестиції в будівництво об'єктів відновлюваної енергії в Німеччині, млн євро

Фотовольтаїка — це технологія виробництва електроенергії за допомогою сонячних панелей, яка відіграє важливу роль у структурі відновлювальної енергетики Німеччини. За останнє десятиліття цей сектор отримав значну фінансову підтримку, і сьогодні інвестиції у фотовольтаїку перевищують вкладення в інші сегменти зеленої енергетики, зокрема вітрову та біоенергетику.

Зростання інтересу до фотовольтаїки пов'язане з кількома факторами: зниженням вартості виробництва сонячних панелей, компактністю цих панелей та відносною легкістю їх встановлення (німецькі бюргери досить часто встановлюють такі панелі на дахах власних будинків), підтримкою з боку держави, прагненням зменшити залежність від вуглеводнів та націленістю як загальнонаціонального парламенту, так і парламентів земель Німеччини на підвищення рівня життя населення. Однак такий фокус на одному напрямі викликає запитання щодо його реальної ефективності.

Попри позитивну динаміку, існують виклики. Основним недоліком фотовольтаїки є її залежність від погодних умов, що ускладнює стабільне енергопостачання без додаткових систем накопичення енергії. Зростання інвестицій у цей сектор часто відбувається за рахунок скорочення фінансування інших напрямів, наприклад, гідроенергетики, яка є більш стабільною, але менш популярною. Хоча варто зазначити, що розвиток гідроенергетики у Німеччині та інших країнах Європи має також свої особливості [15].

Як видно з графіка на рис. 4, обсяги інвестицій у фотовольтаїку демонструють чітку тенденцію до зростання. Пік спостерігався у 2010–2011 роках, після чого відбулося тимчасове зниження. Однак останні роки вказують на новий стрибок інвестицій, зокрема в 2022–2023 роках, коли в галузь було вкладено більше коштів, ніж у попереднє десятиліття, що пов'язано з

початком війни. Загалом, сонячна енергетика залишається стратегічним напрямом для енергетичного сектору Німеччини.

Гідроенергетика є одним із традиційних джерел відновлюваної енергії, яке активно використовувалося у Німеччині протягом багатьох десятиліть. Як видно з графіка на рис. 5, обсяги інвестицій у цей сектор мали пікові значення на початку 2000-х років, досягли найвищої точки у 2009–2011 роках, але згодом значно зменшилися.

Однією з головних причин спаду інвестицій є обмежений потенціал для розширення цього сектору в Німеччині. Більшість доступних і придатних для будівництва ГЕС місць уже використовуються [16]. Подібна ситуація спостерігається і в інших європейських країнах, де через географічні особливості та екологічні обмеження можливості для нових великих ГЕС дуже обмежені.

Іншою проблемою є екологічний вплив гідроенергетики. Будівництво нових ГЕС може призводити до зміни екосистем річок, негативно впливати на водну флору та фауну, а також викликати соціальну критику через необхідність затоплення великих територій.

Незважаючи на це, гідроенергетика залишається важливим елементом енергетичної системи Німеччини. Хоча великі ГЕС більше не будуються, інвестиції в цьому секторі переорієнтувалися на модернізацію існуючих станцій, підвищення їхньої ефективності та розширення малих ГЕС, які мають менший вплив на довкілля [17].

Отже, хоча потенціал розвитку гідроенергетики в Німеччині обмежений, цей сектор все ще відіграє роль у стабілізації енергетичного балансу країни, особливо в умовах зростання частки нестабільних відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергетика.

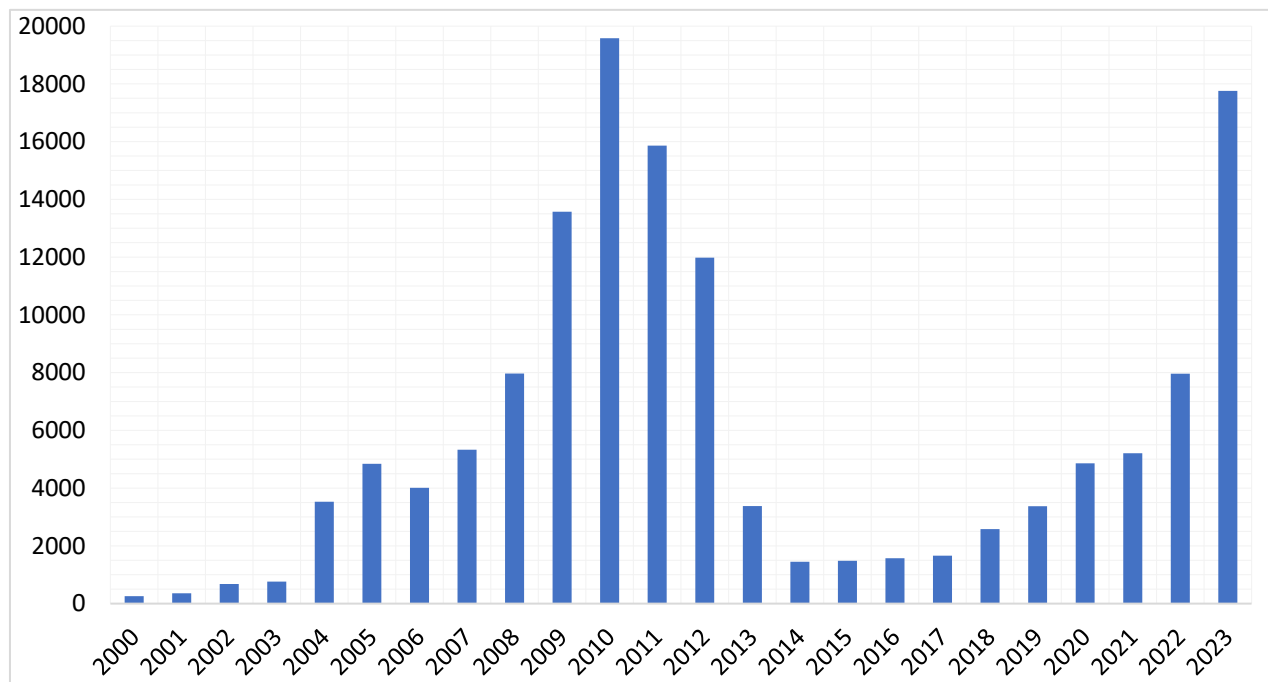


Рисунок 4 – Інвестиції в фотовольтаїку, млн євро

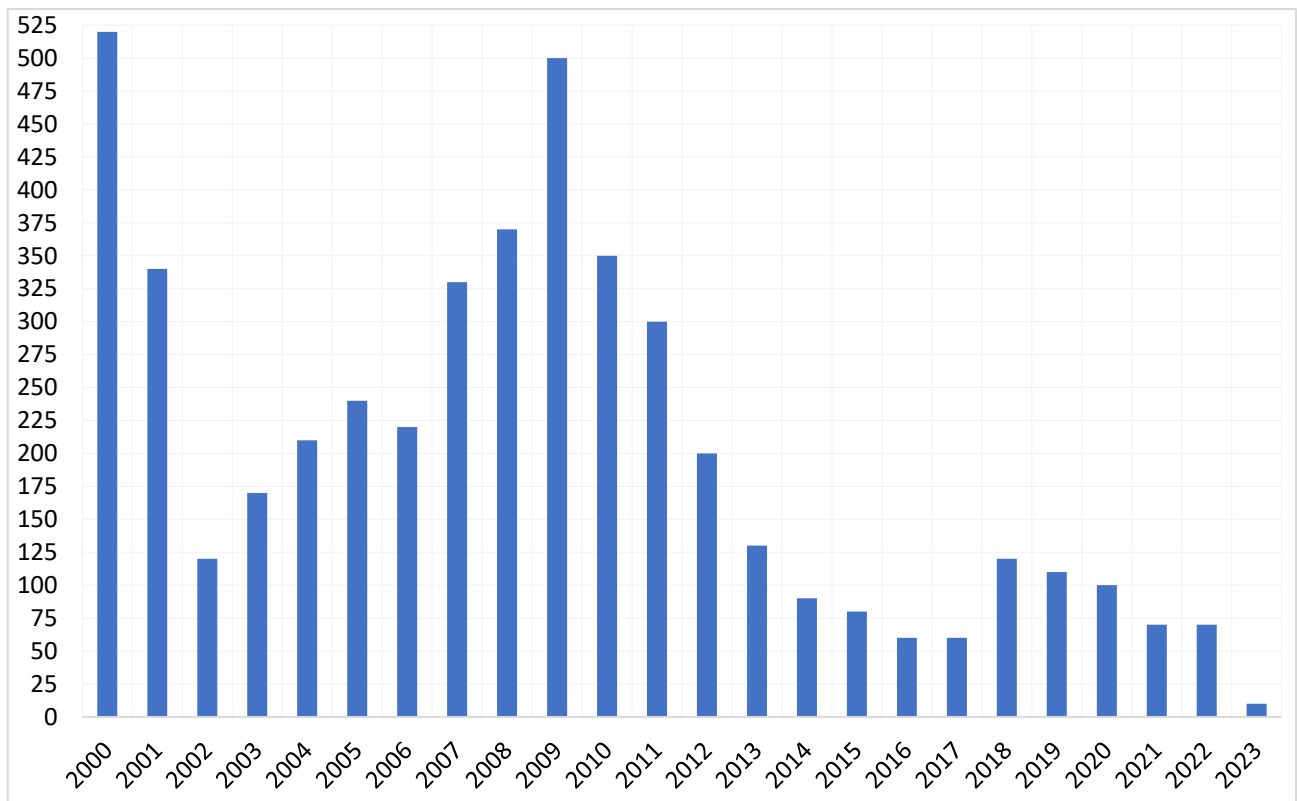


Рисунок 5 – Інвестиції в будівництво ГЕС в Німеччині, млн євро

Протягом останніх 5-ти років, також бачимо постійне зростання цін на електроенергію (рис. 6) [18]. Таким чином, за період 2018–2024 роки, ціна зросла на 270 %, а протягом 2022 року, ціна на ф'ючерс коливалася у діапазоні від 165,73 до 465,1 євро. Таким чином, агресія РФ на Україні вельми суттєво вдарила по гаманцю німецького бюргера. Можна сказати, що німецька політика щодо збільшення рівня виробництва

відновлювальної електроенергії була достатньо успішною. На графіку на рис. 7, бачимо що у 1990 році, частка відновлювальної енергії від загальнонаціонального виробництва становила 3.5 %, у 2000 році – 6.5 %, у 2010 році це вже 17,2 %, а у 2024 це вже більше половини – 53 %. Можна впевнено сказати, що Німеччина впевнено йде до поставленої цілі у 80 % зростання цін на електроенергію!

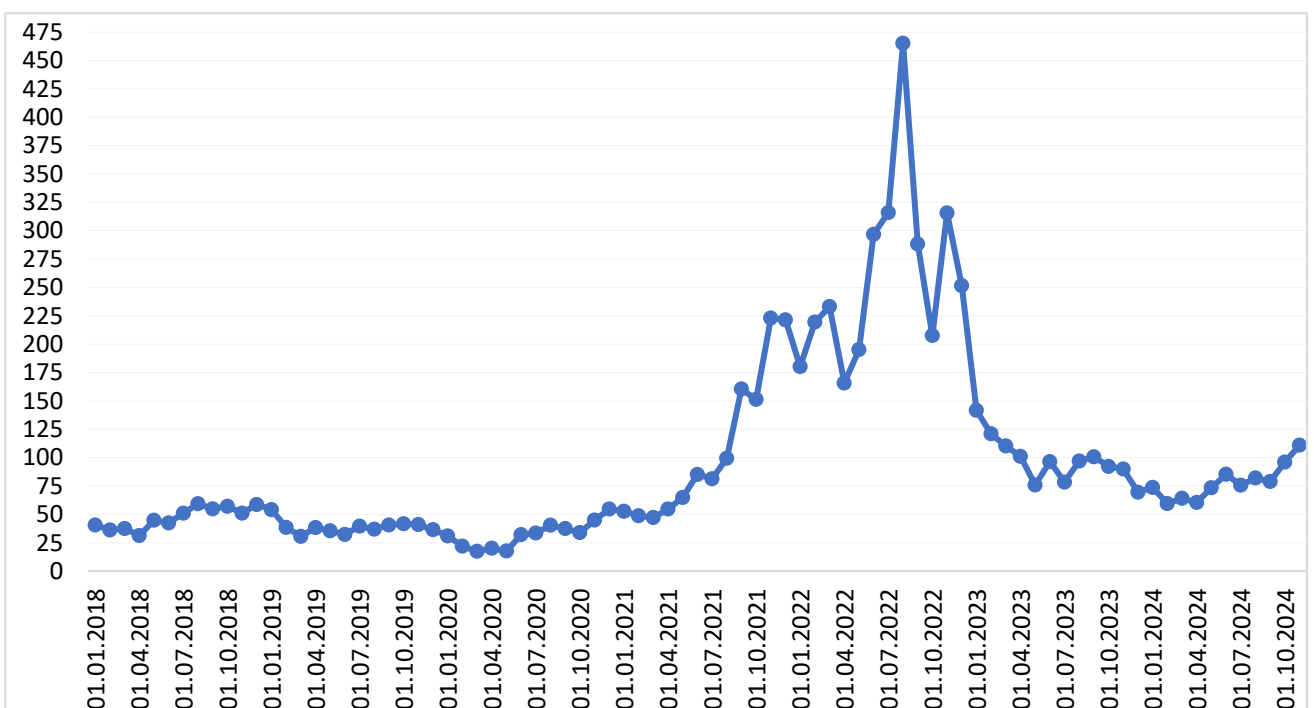


Рисунок 6 – Динаміка оптових цін на електроенергію, євро



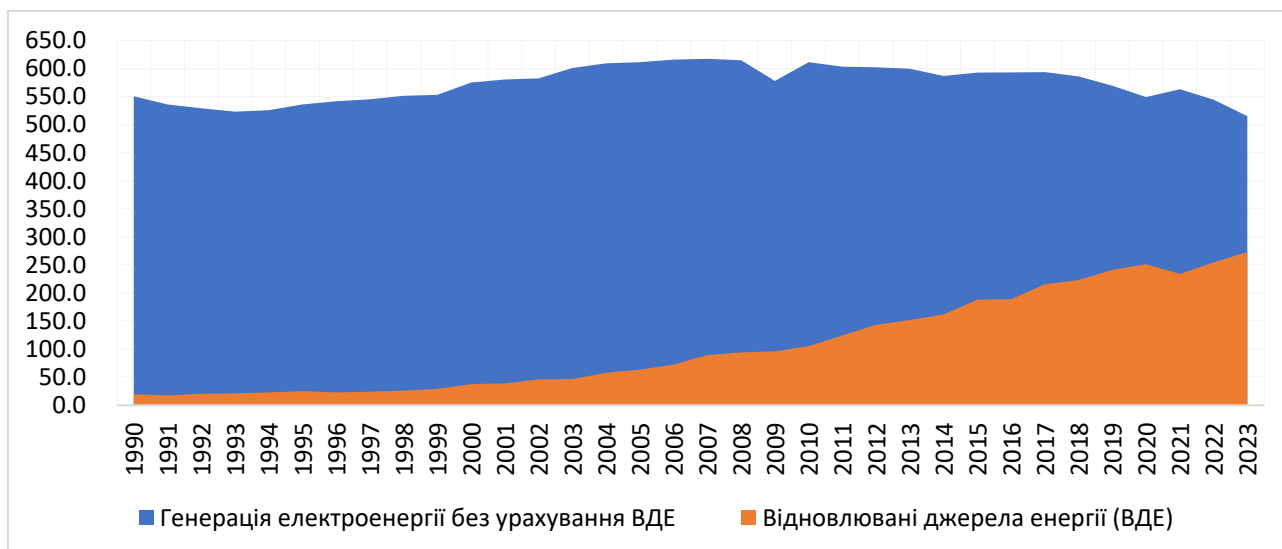


Рисунок 7 – Доля «зеленої» енергетики у валовому виробництві електроенергії Німеччини, млрд МВт/год

Підводячи підсумки, можна сказати, що німецький уряд діяв достатньо ефективно і досягав поставлених цілей у відносно короткий час. Більше того – поставлені цілі часто були перевиконані, як це було у випадку з «Пакетом з клімату та енергетики». Незважаючи на помітні успіхи, не менш помітні недоліки такої політики.

Таким чином, дії Німецької держави сприяли збільшенню рівня енергозалежності, адже за період з 2008 по 2023 роки, загальнонаціональне виробництво електроенергії скоротилось на 16,16 %, з 614,8 до 515,4 МВт/годину (рис. 2) [3–8, 10–12]. Отож, після початку війни Росії на Україні, німецький уряд не був здатний швидко замінити дешеві російські енергоносії. Це стало одним з факторів подорожчання електроенергії, однак не головним.

Найважливішою причиною підвищення цін на електроенергію є несбалансований перехід на виробництво виключно екологічно чистої енергії без урахування необхідності структурних змін в електричних мережах.

Наприклад, Португалія 92 % електроенергії виробляє на відновлювальних джерелах, а Іспанія до 2030 року планує збільшити частку ВДЕ до 74 % [19, 20]. Якщо частка відновлювальних джерел підвищується занадто високо, енергетична система країни потребує кардинальних інвестицій в обробку та передачу електроенергії між регіонами та країнами. Цей перехід потребує значних інвестицій як у розвиток нових технологій, так і в модернізацію енергетичної інфраструктури. Витрати на будівництво та експлуатацію відновлюваних джерел енергії часто вищі порівняно з традиційними джерелами, а додаткове фінансове навантаження на споживачів зумовлено також субсидіями та «зеленими» тарифами. В 2024 році Асоціація операторів енергосистем Європи заявила, що потребує інвестиції в розмірі більше 1,2 трлн. євро на будівництво ліній електропередач, трансформаторів тощо [21, 22]. Це практично неможливо під час великої економічної кризи. Більше того, ідея зеленого переходу так чи інакше потребує

відмови від інших джерел виробництва енергії. Логічним продовженням зеленої політики стає закриття атомних електростанцій, нафтопереробних заводів та вугільних шахт, що й бачимо зараз в Німеччині. Результатом таких дій неминуче стає зменшення конкурентоспроможності економіки та підвищення цін на всі товари, адже ціна на електроенергію напряму впливає на ціноутворення майже всіх товарів та послуг.

**Висновок.** Можна констатувати, що кризові явища в енергосистемі Німеччини та Європі загалом обумовлені штучно створеними недоліками грошово-кредитної політики Євросоюзу в енергетичній галузі, яка сформувала суттєві перешкоди для нормального функціонування інвестиційного контуру в енергетиці та інших галузях економіки. Значний дисбаланс в генерації, передачі та обробці електричної енергії в енергосистемі Німеччини та Євросоюзу в цілому вже призвів до значного зростання аварійних ситуацій в енергетиці, в тому числі до блекаутів цілих держав. Тому вихід із цього скрутного становища саме в кардинальній зміні галузевої фінансової політики, в тому числі – з боку держави.

### Список літератури

1. Paradiso T. Did Renewables Cause Spain's Blackout?. *Energy Central*. URL: <https://www.energycentral.com/renewables/post/did-renewables-cause-spains-blackout-hu0X0D6J04mxJkN>.
2. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - 20 20 by 2020 - Europe's climate change opportunity. Brussels, 2008. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52008DC0030>.
3. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). Economic Impetus from Renewable Energy. Stuttgart, 2024. URL: [https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/EN/Downloads/Energy/kurzdokumentation-wirtschaftl-impulse-ee-2024-eng.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2#:~:text=In%202022,%20investments%20in%20the,billion%20euros%20compared%20to%202019](https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/EN/Downloads/Energy/kurzdokumentation-wirtschaftl-impulse-ee-2024-eng.pdf?__blob=publicationFile&v=2#:~:text=In%202022,%20investments%20in%20the,billion%20euros%20compared%20to%202019).
4. Büsgen U., Dürrschmidt W. The expansion of electricity generation from renewable energies in Germany. *Energy Policy*. 2009. Vol. 37,

- no. 7. P. 2536–2545. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.10.048>.
5. Yıldız Ö. Financing renewable energy infrastructures via financial citizen participation – The case of Germany. *Renewable Energy*. 2014. Vol. 68. P. 677–685. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.02.038>.
  6. Duso T., Seldeslachts J., Szücs F. EU-Wettbewerbspolitik fördert Investitionen in den Energiesektoren. *DIW Wochenbericht*. 2016. Bd. 83, Nr. 15. S. 282–290. URL: <https://www.econstor.eu/handle/10419/130725>.
  7. Production, consumption and research on solar energy: The Spanish and German case / E. Sanz-Casado et al. *Renewable Energy*. 2014. Vol. 68. P. 733–744. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.03.013>.
  8. Daten und Fakten. *AG Energiebilanzen e. V.* URL: <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/>.
  9. Erneuerbare-Energien-Gesetz : Bundesgesetz vom 21.07.2014 : letzte Aktualisierung: 21. Februar 2025. URL: [https://www.gesetze-im-internet.de/eeg\\_2014/BJNR106610014.html](https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html).
  10. Stromerzeugung nach Energieträgern (Strommix) von 1990 bis 2024 (in TWh) Deutschland insgesamt. *AG Energiebilanzen e. V.* URL: <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/zusatzinformationen/>.
  11. Electricity Production Data | World Electricity Statistics | Enerdata. *World Energy Statistics | Enerdata*. URL: <https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html>.
  12. Quaschnig V. Renewable Electricity Generation in Germany. *Volker Quaschnig - Erneuerbare Energien und Klimaschutz*. URL: [https://www.volker-quaschnig.de/datserv/ren-strom-D/index\\_e.php](https://www.volker-quaschnig.de/datserv/ren-strom-D/index_e.php).
  13. Appunn K. The history behind Germany's nuclear phase-out. *Clean Energy Wire*. URL: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/history-behind-germanys-nuclear-phase-out>.
  14. Working Group on Renewable Energy-Statistics (AGEE-Stat). Time series for the development of renewable energy sources in Germany. Dessau-Roßlau, 2024. 25 p. URL: [https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2023-en.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2023-en.pdf?__blob=publicationFile&v=8).
  15. Quaranta E. The future of sustainable hydropower in the EU: challenges, projections and opportunities. *Hydropower & Dams*. 2023. Vol. 30, no. 5. P. 45–51.
  16. Federal Environmental Agency. Hydroelectric Power Plants as a Source of Renewable Energy. *Umweltbundesamt*. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/hydroelectric-power-plants-as-a-source-of-renewable>.
  17. Spänhoff B. Current status and future prospects of hydropower in Saxony (Germany) compared to trends in Germany, the European Union and the World. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014. Vol. 30. P. 518–525. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.035>.
  18. German Power Baseload Calendar Month Futures Price Today. *Investing.com*. URL: <https://www.investing.com/commodities/german-power-baseload-electricity-m-futures>.
  19. Renewable energy supplies 91% of electricity in Portugal. *AICEP*. URL: <https://www.portugalglobal.pt/en/news/2024/april/renewable-energy-supplies-91-of-electricity-in-portugal/>.
  20. Renewable energy projects in Spain. *Montel | Your Guide to Navigating Energy Markets*. URL: <https://montel.energy/resources/blog/renewable-energy-projects-in-spain-leading-europes-green-transition>.
  21. Unlocking Investments: ENTSO-E recommends adapting TSOs' regulations to finance grid expansion. *Power Line Magazine*. URL: <https://powerline.net.in/2025/02/01/unlocking-investments-entso-e-recommends-adapting-tsos-regulations-to-finance-grid-expansion/>.
  22. Europe Faces Critical Stagnation in Climate and Environmental Investments. *energynews.pro*. URL: <https://energynews.pro/en/europe-faces-critical-stagnation-in-climate-and-environmental-investments/#:~:text=This%20would%20bring%20the%20total%20required%20effort,decarbonization,%20and%20improving%20energy%20efficiency%20in%20buildings>.
- ## References
1. T. Paradiso. “Did Renewables Cause Spain's Blackout?” *Energy Central*. [Online]. Available: <https://www.energycentral.com/renewables/post/did-renewables-cause-spains-blackout-hu0X0D6J04mxJkN>
  2. European Commission, “Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - 20 20 by 2020 - Europe's climate change opportunity”, Brussels, 52008DC0030, Jan. 2008. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52008DC0030>
  3. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), “Economic Impetus from Renewable Energy.”, Stuttgart, Sep. 2024. [Online]. Available: [https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/EN/Downloads/Energie/kurzdokumentation-wirtschaftl-impulse-ee-2024-eng.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2#:~:text=In%202022,%20investments%20in%20the,billion%20euros%20compared%20to%202019](https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/EN/Downloads/Energie/kurzdokumentation-wirtschaftl-impulse-ee-2024-eng.pdf?__blob=publicationFile&v=2#:~:text=In%202022,%20investments%20in%20the,billion%20euros%20compared%20to%202019)
  4. U. Büsgen and W. Dürrschmidt, “The expansion of electricity generation from renewable energies in Germany”, *Energy Policy*, vol. 37, no. 7, pp. 2536–2545, Jul. 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.10.048>
  5. Ö. Yıldız, “Financing renewable energy infrastructures via financial citizen participation – The case of Germany”, *Renewable Energy*, vol. 68, pp. 677–685, Aug. 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.02.038>
  6. T. Duso, J. Seldeslachts, and F. Szücs, “EU-Wettbewerbspolitik fördert Investitionen in den Energiesektoren”, *DIW Wochenbericht*, vol. 83, no. 15, pp. 282–290, 2016. [Online]. Available: <https://www.econstor.eu/handle/10419/130725>
  7. E. Sanz-Casado, M. L. Lascrain-Sánchez, A. E. Serrano-Lopez, B. Larsen, and P. Ingwersen, “Production, consumption and research on solar energy: The Spanish and German case”, *Renewable Energy*, vol. 68, pp. 733–744, Aug. 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.03.013>
  8. “Daten und Fakten.” *AG Energiebilanzen e. V.* [Online]. Available: <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/>
  9. Deutschland, Bundestag. (2014, Jul. 21). *Bundesgesetz, Erneuerbare-Energien-Gesetz*. [Online]. Available: [https://www.gesetze-im-internet.de/eeg\\_2014/BJNR106610014.html](https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html)
  10. “Stromerzeugung nach Energieträgern (Strommix) von 1990 bis 2024 (in TWh) Deutschland insgesamt.” *AG Energiebilanzen e. V.* [Online]. Available: <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/zusatzinformationen/>
  11. “Electricity Production Data | World Electricity Statistics | Enerdata.” *World Energy Statistics | Enerdata*. [Online]. Available: <https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html>
  12. V. Quaschnig. “Renewable Electricity Generation in Germany.” *Volker Quaschnig - Erneuerbare Energien und Klimaschutz*. [Online]. Available: [https://www.volker-quaschnig.de/datserv/ren-strom-D/index\\_e.php](https://www.volker-quaschnig.de/datserv/ren-strom-D/index_e.php)
  13. K. Appunn. “The history behind Germany's nuclear phase-out.” *Clean Energy Wire*. [Online]. Available: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/history-behind-germanys-nuclear-phase-out>
  14. Working Group on Renewable Energy-Statistics (AGEE-Stat), “Time series for the development of renewable energy sources in Germany”, Dessau-Roßlau, Sep. 2024. [Online]. Available: [https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2023-en.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2023-en.pdf?__blob=publicationFile&v=8)
  15. E. Quaranta, “The future of sustainable hydropower in the EU: Challenges, projections and opportunities”, *Hydropower & Dams*, vol. 30, no. 5, pp. 45–51, 2023.
  16. Federal Environmental Agency. “Hydroelectric power plants as a source of renewable energy.” *Umweltbundesamt*. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/hydroelectric-power-plants-as-a-source-of-renewable>
  17. B. Spänhoff, “Current status and future prospects of hydropower in Saxony (Germany) compared to trends in Germany, the European Union and the World”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,



- vol. 30, pp. 518–525, Feb. 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.035>
18. “German Power Baseload Calendar Month Futures Price Today.” Investing.com. [Online]. Available: <https://www.investing.com/commodities/german-power-baseload-electricity-m-futures>
  19. “Renewable energy supplies 91% of electricity in Portugal.” AICEP. [Online]. Available: <https://www.portugalglobal.pt/en/news/2024/april/renewable-energy-supplies-91-of-electricity-in-portugal/>
  20. “Renewable energy projects in Spain.” Montel | Your Guide to Navigating Energy Markets. [Online]. Available: <https://montel.energy/resources/blog/renewable-energy-projects-in-spain-leading-europes-green-transition>
  21. “Unlocking Investments: ENTSO-E recommends adapting TSOs’ regulations to finance grid expansion.” Power Line Magazine. [Online]. Available: <https://powerline.net.in/2025/02/01/unlocking-investments-entso-e-recommends-adapting-tsos-regulations-to-finance-grid-expansion/>
  22. “Europe faces critical stagnation in climate and environmental investments.” energynews.pro. [Online]. Available: <https://energynews.pro/en/europe-faces-critical-stagnation-in-climate-and-environmental-investments/#:~:text=This%20would%20bring%20the%20total%20required%20effort,decarbonization,%20and%20improving%20energy%20efficiency%20in%20buildings.>

Надійшла (received) 23.06.2025

UDC 620.97:339.1

**OLEKSANDR KOVAL** – Candidate of Economic Sciences (PhD), Docent, Associate Professor of the Department of Banking, Finances and Insurance, National University “Zaporizhzhia Polytechnic”; Zaporizhzhia, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6471-6564>; e-mail: [catalexzap66@gmail.com](mailto:catalexzap66@gmail.com).

**VIKTORIA KOVAL** – Senior Lecturer of the Department of Philosophy, National University “Zaporizhzhia Polytechnic”; Zaporizhzhia, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1393-8351>; e-mail: [viktoria\\_koval@ukr.net](mailto:viktoria_koval@ukr.net).

**VASYL DEVOCHKIN** ✉ – PhD Student of the Department of Electric Drive and Commercial Plant Automation, National University “Zaporizhzhia Polytechnic”; Zaporizhzhia, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2381-5245>; e-mail: [vdev@zp.edu.ua](mailto:vdev@zp.edu.ua).

## INVESTMENT PROSPECTS IN THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY ON THE EXAMPLE OF GERMANY

The work is devoted to the study of investment processes in the field of electricity generation of Germany, in particular – in the field of renewable energy sources. The work provides a comprehensive analysis of investments in different sectors of green energy of Germany, in particular, photovoltaics, wind power and hydropower, based on detailed statistics, which allows to clearly trace trends and their changes in the last two decades. The work examines not only the amount of funding, but also the factors that affect the distribution of investments between different renewable energy sources. Particular attention is paid to identifying the causes of increased investment in photovoltaics and wind energy, as well as the analysis of problems related to the development of hydropower due to a limited number of locations for new facilities. The main factors that affect the risks for stable and affordable energy supply, industry and transport are identified. The necessary changes in the directions, principles and sources of investment in electrical generation on the example of Germany are identified. The strengths and weaknesses of German investment experience in renewable energy sources have been identified. The current state, interruption and potential risks of the investment process in German electricity markets are analyzed on the basis of statistical materials. Both historical experiences and current experiences of both positive changes in the field of energies are taken into account and negative in terms of problematic events not only in Germany, but also in Europe as a whole, including regional and national cases of Blacks, which were caused by deficiencies Electricity equipment.

**Keywords:** electricity; generation; renewable energy sources; photovoltaics; hydropower; wind energy; investment; generation balancing; blackout.