**Документація проєкту «Аналіз ефективності виробництва електроенергії з різних джерел в країнах Європи»**

**Вступ**

Проєкт зосереджений на вивченні ефективності використання відновлюваних та невідновлюваних джерел для виробництва електроенергії у країнах Європи за 2015-2023 роки. Дана документація містить важливі деталі, які розкривають методологію, використані інструменти та отримані результати.

**Методологія**

**Вибір Теми**

Тема проекту обрана на основі політичної декларації для досягнення 17 цілей сталого розвитку держав, прийнятої у 2023 році на політичному форумі під егідою Генеральної Асамблеї ООН, відомої як Саміт ЦСР (Цілей Сталого Розвитку).

Зокрема, проєкт зосереджений на дослідженні результатів зусиль щодо Цілі 7 - забезпечити доступ до чистої та доступної енергії, яка є ключовою для розвитку сільського господарства, бізнесу, комунікацій, освіти, охорони здоров'я та транспорту.

Забезпечення загального доступу до доступної електроенергії до 2030 року означає інвестування в екологічно чисті джерела енергії, такі як сонячна, вітрова і теплова. Розширення інфраструктури та модернізація технологій для забезпечення чистої   
енергії у всіх країнах, що розвиваються, є важливою метою, яка може як стимулювати   
зростання, так і допомагати навколишньому середовищу (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/energy/>).

Визначена проблема: країни, що розвиваються, стикаються з потрійним штрафом при переході на чисту енергію: вони часто платять більше за електрику, не можуть отримати доступ до проектів чистої енергії і замкнені в залежності від викопного палива.

**Вибір Технологій**

Для аналізу використовувались інструменти, які вивчалися протягом курсу: Python для обробки даних, Tableau для візуалізації, SQL для роботи з базою даних.

**Етапи Проекту**

**1. Збір та Очищення Даних**

1. Взято 2 таблиці:  
   1)статистичні дані по кількості виробленої електричної енергії та характеристикам використаних для цього технологій відновлюваних джерел енергії по країнам (<https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024>).  
     
   Потужність відновлюваної енергетики оцінюється як максимальна чиста генеруюча потужність електростанцій та інших установок, які використовують відновлювані джерела енергії для виробництва електроенергії. Для більшості країн і технологій дані відображають потужність, встановлену і підключену в кінці календарного року.

2)Статистичні дані зі значенням для валового внутрішнього продукту (ВВП), вираженого в поточних міжнародних доларах 2015-2023 років (<https://data.worldbank.org/>).  
  
Цей показник забезпечує значення для валового внутрішнього продукту (ВВП), вираженого в поточних міжнародних доларах. ВВП - це сума валової доданої вартості всіма виробниками-резидентами в країні плюс будь-які податки на продукцію і мінус будь-які субсидії, не включені у вартість продукції.

1. Дані очищено та відформатовано в Excel. Створено датасет та підключено обрані таблиці у форматі csv до Big Query. За допомогою SQL запитів вибрано дані по кількості виробленої електричної енергії та характеристикам використаних для цього технологій відновлюваних джерел енергії по країнам Європи за 2015-2023 роки:  
     
   SELECT

    Country,

    Group\_Technology,

    Technology,

    RE\_or\_Non\_RE,

    Year,

    Electricity\_Installed\_Capacity\_\_MW\_

FROM

    `energy-project-422313.energy.capacity`

WHERE

    Year BETWEEN 2015 AND 2023

    AND Region = 'Europe'

GROUP BY

    Country,

    Group\_Technology,

    Technology,

    RE\_or\_Non\_RE,

    Year,

    Electricity\_Installed\_Capacity\_\_MW\_

ORDER BY

    Country;  
  
A screenshot of a computer

Description automatically generated

А також вибрано дані ВВП по тим самим країнам за аналогічний період:  
SELECT

    Country,

    Year,

    GDP

FROM (

    SELECT

        string\_field\_0 AS Country,

        CAST(double\_field\_2 AS STRING) AS `2015`,

        CAST(double\_field\_3 AS STRING) AS `2016`,

        CAST(double\_field\_4 AS STRING) AS `2017`,

        CAST(double\_field\_5 AS STRING) AS `2018`,

        CAST(double\_field\_6 AS STRING) AS `2019`,

        CAST(double\_field\_7 AS STRING) AS `2020`,

        CAST(double\_field\_8 AS STRING) AS `2021`,

        CAST(double\_field\_9 AS STRING) AS `2022`,

        CAST(double\_field\_10 AS STRING) AS `2023`

    FROM

        `energy-project-422313.energy.GDP 2023`

    WHERE

        string\_field\_0 IN ('Albania','Andorra','Austria','Belarus','Belgium','Bosnia and Herzegovina','Bulgaria','Croatia','Cyprus','Czechia','Denmark','Estonia','Faroe Islands','Finland','France','Germany','Greece','Hungary','Iceland','Ireland','Italy','Kosovo','Latvia','Lithuania','Luxembourg','Malta','Montenegro','Netherlands','North Macedonia','Norway','Poland','Portugal','Moldova','Romania','Serbia','Slovakia','Slovenia','Spain','Sweden','Switzerland','Ukraine','United Kingdom')

)

UNPIVOT (

    GDP FOR Year IN (

        `2015`,

        `2016`,

        `2017`,

        `2018`,

        `2019`,

        `2020`,

        `2021`,

        `2022`,

        `2023`

    )

)

ORDER BY

    Country ASC,

    Year ASC;

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Отримані таблиці збережено локально у форматі csv для подальшого використання.

**2. Аналіз Даних**

Використані методи статистики та аналізу даних для отримання інсайтів.

Для аналізу даних у Python використано бібліотеки Pandas, Matplotlib, Seaborn.

* 1. Імпортовано бібліотеку Pandas та завантажено дані з таблиць як окремі dataframes:
* **renewable\_energy\_data**

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* **gdp\_data**

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* 1. Створено pivot table для виведення даних по загальній кількості виробленої енергії з відновлюваних та невідновлюваних джерел енергії за 2015-2023 роки

A white background with black and red text

Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* 1. Для цих даних розраховано коефіцієнт кореляції для дослідження зв’язку між даними.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Отримано округлений показник:  
Correlation between Total Renewable and Total Non-Renewable energy: **0.88**

**Висновок:** Кореляція 0.88 між виробленою енергією з відновлюваних та невідновлюваних джерел вказує на те, що в більшості країн зі збільшенням вироблення одного типу енергії зазвичай також збільшується вироблення іншого типу. Це може свідчити про те, що країни в цілому розвивають свою енергетичну

інфраструктуру як за рахунок відновлюваних, так і за рахунок невідновлюваних джерел енергії.

Вироблення енергії з обох джерел може бути взаємопов'язаним через розвиток енергетичного сектора, і це може бути позитивним знаком для сталого розвитку і диверсифікації джерел енергії в країнах.

* 1. Проведено групування за країною та обчислення середнього ВВП  
     A white background with red and blue text

     Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* 1. Проведено групування за країною та обчислення середнього значення виробленої енергії *з відновлювальних джерел*

**

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* 1. Виконано об'єднання 2 таблиць по країні та розраховано кореляцію між показниками середнього ВВП по країні та середнього значення виробленої енергії *з відновлювальних джерел.*

*A screenshot of a computer

Description automatically generated*

Отримано показник:  
Correlation between average GDP and Renewable Energy Production: **0.89**

**Висновок:**   
Кореляція на рівні 0.89 між ВВП і виробництвом енергії з відновлювальних джерел   
свідчить про те, що існує досить сильний позитивний зв'язок між цими двома показниками   
для розглянутих країн. Це означає, що зі зростанням ВВП в цих країнах ймовірність  
зростання виробництва відновлювальної енергії також збільшується.

Такий результат може свідчити про те, що країни із вищим рівнем економічного розвитку   
більш схильні інвестувати в відновлювальні джерела енергії, що сприяє збереженню   
довкілля та створює нові можливості для економічного зростання.

* 1. Побудовано графік розсіювання (scatter plot) для цих же даних  
       
     A screenshot of a computer

     Description automatically generated

A graph with blue dots

Description automatically generated

**Висновок:**Графік показує розподіл середнього ВВП за віссю X та середнього виробництва енергії з відновлювальних джерел за віссю Y.

Кореляція визначена за розміщенням точок на графіку - розташовані близько одна до одної і напрямлені в одному напрямку, що вказує на наявність позитивної кореляції між показниками середнього ВВП по країні та середнього значення виробленої енергії *з відновлювальних джерел.*

* 1. Створено ще одну pivot\_table\_year для розрахунку загальної кількості виробленої енергії з відновлюваних та невідновлюваних джерел в залежності від року, сукупно по всім країнам Європи  
       
     A computer screen shot of a computer

     Description automatically generated  
     A screenshot of a computer

     Description automatically generated
  2. Виконано перетворення таблиці та побудовано графік динаміки кількості виробництва енергії в залежності від джерел за допомогою бібліотеки Seaborn  
       
     A close-up of a text

     Description automatically generated

A graph with a line and a line

Description automatically generated

**Загальний висновок:**  
Динаміка вироблення енергії у країнах Європи на основі отриманих даних показує, що виробництво енергії з відновлюваних джерел зростає протягом восьми років, в той час як виробництво енергії з невідновлюваних джерел знижується.

У 2015 році вироблення енергії з відновлюваних джерел становило 465121.006 MW, а з невідновлюваних - 661476.276 MW.

Протягом наступних років виробництво енергії з відновлюваних джерел зростало, досягнувши найвищого показника у 2023 році (786780.985 MW), тоді як виробництво енергії з невідновлюваних джерел поступово зменшувалося, досягнувши найнижчого показника у 2023 році (595312.537 MW).

Таким чином, на основі цих даних можна зробити висновок, що країни Європи звертають більше уваги на виробництво енергії з відновлюваних джерел та поступово відходять від використання невідновлюваних джерел енергії.

1. **Візуалізація даних та створення дашборду в Tableau Public**

Отримані дані використано для відображення на графіках дашборду.  
1. Загальний дашборд з показниками за 2015-2023 роки:

* кількість виробленої електроенергії, мегават (Electricity, MW)
* показник ВВП (GDP, $B)
* графік країн з сумою виробленої електроенергії з відновлюваних джерел (Countries by sum of renewable energy)
* стовпчиковий графік виробленої електроенергії з відновлюваних та невідновлюваних джерел по рокам, з відображенням лінії середнього значення (Electricity capacity by year)
* лінійний графік виробленої електроенергії з відновлюваних та невідновлюваних джерел по рокам (Electricity production)
* фільтр по налаштуванню відображення даних на графіках для відновлюваних та невідновлюваних джерел (RE or Non RE)
* фільтр для відображення даних на графіках для відновлюваних та невідновлюваних джерел згідно технології, яка використовується для виробництва електроенергії (Technology)

A screenshot of a computer

Description automatically generated

2. Детальний дашборд з даними по кожній країні Європи, для переходу на який необхідно обрати певну країну на графіку Countries by sum of renewable energy та перейти за спеціальним посиланням у підказці.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Детальний дашборд містить показники за 2015-2023 роки:

* таблиця з обраною країною та показниками виробленої електроенергії згідно групи технології, технології та року (Detailed report for <Country>)
* таблиця зі згрупованими даними та кольоровим рівнем виробленої електроенергії в цілому за 8 останніх років (Electricity by technology for <Country>)
* таблиця з показником ВВП по обраній країні за кожен з 8 років, що дає розуміння рівня фінансового благополуччя країни в цілому (GDP for <Country>).

Для повернення на головний дашборд додано кнопку Back у правому верхньому куті детального дашборду.

1. **Дослідження даних на дашборді та висновки**

1. В цілому отримана інформація вказує на те, що за останні 8 років країни Європи поступово зменшують використання невідновлюваних джерел для виробництва електроенергії та збільшують використання відновлюваних джерел.  
  
Майже в 1.7 разів збільшилось виробництво електроенергії з відновлюваних джерел   
(з 465 121 MW у 2015 до 786 781 MW у 2023 році).  
На 10% зменшилось використання невідновлюваних джерел   
(з 661 476 MW у 2015 до 595 313 MW у 2023 році).

A graph with numbers and a line

Description automatically generated

2. Стовпчиковий графік з кількістю виробленої енергії з обох джерел вказує на те, що країни в цілому розвивають свою енергетичну інфраструктуру як за рахунок   
відновлюваних, так і за рахунок невідновлюваних джерел енергії.   
  
A graph of a number of numbers and a bar chart

Description automatically generated with medium confidence  
  
Проте, багато країн стикаються з певними бар’єрами та більшою мірою змушені задовольнятися виробництвом електроенергії на основі викопного палива, з набагато нижчими (авансовими) капітальними витратами та витратами на паливо.

Головними серед бар'єрів є слаборозвинені внутрішні фінансові ринки; невідповідність стандартам міжнародних фінансових ринків; слаборозвинена політика та нормативно-правова база; інституції, які не мають достатньої спроможності.  
  
2.1 Країни Європи, в яких значною мірою переважає використання невідновлюваних   
джерел для виробництва електроенергії:  
  
 Молдова  
  
A graph of a city

Description automatically generated with medium confidence

Косово  
A graph with numbers and a number of bars

Description automatically generated with medium confidence

Мальта  
A graph of a number of different colored bars

Description automatically generated with medium confidence

Люксембург  
A graph with numbers and a bar chart

Description automatically generated

Білорусь

A graph of a city

Description automatically generated with medium confidence

Кіпр  
A graph with numbers and a number of bars

Description automatically generated with medium confidence  
  
Словаччина  
A graph of a city

Description automatically generated with medium confidence

Чехія  
A graph of a city

Description automatically generated with medium confidence  
  
Україна  
A graph of a number of bars and numbers

Description automatically generated with medium confidence

3. Як було визначено раніше, присутня позитивна кореляція між показниками середнього ВВП по країні та середнього значення виробленої енергії з відновлювальних джерел.   
Дані на графіку Countries by sum of renewable energy підтверджують те, що коли середній рівень ВВП зростає в країні, то також зростає і середнє значення виробленої енергії з відновлювальних джерел.

**Топ 7 країн по виробництву електроенергії з відновлюваних** **джерел** сукупно за 2025-2023 роки (>200 000 MW):  
1. Німеччина  
2. Іспанія  
3. Італія  
4. Франція  
5. Сполучене Королівство Великої Британії  
6. Норвегія  
7. Швеція  
  
A green and yellow squares with numbers

Description automatically generated

Такі країни як Норвегія, Ісландія, Албанія, Андора практично повністю використовують відновлювані джерела для виробництва електроенергії, а саме гідроенергію.  
  
A screenshot of a graph

Description automatically generated

Це вказує на те, що країни з вищим рівнем економічного розвитку частіше інвестують у виробництво енергії з відновлювальних джерел та/або мають більш розвинуті програми зеленої енергетики.

1. **Рекомендації по переходу до використання відновлюваних джерел енергії для зменшення негативного впливу на оточуюче середовище**

Для збільшення виробництва відновлюваної енергії країнам слід розглянути наступні кроки:

* Визначити чіткі напрямки політики, скласти дорожні карти, що визначають етапи та терміни досягнення цілей для переходу енергетичного сектору
* Зміцнити нормативно-правову базу та довгострокових планів дій:  
  - оновити та оптимізувати правила для сприяння розвитку відновлюваної енергетики
* запровадити «зелені» тарифи або інші механізми стимулювання інвестицій у відновлювану енергетику
* встановити чіткі процедури підключення до мереж та інтеграції відновлюваних джерел енергії
* Підвищення установ, відповідальних за проектування, експлуатацію та регулювання енергосистеми:

- інвестувати в програми підвищення кваліфікації фахівців енергетичного сектору  
- створити незалежні регуляторні органи для забезпечення справедливого та прозорого прийняття рішень  
- посилити координацію між державними установами, комунальними підприємствами та розробниками відновлюваної енергетики

* Розподілити фіскальні ресурси для підготовки проектів та зменшення ризиків:
* створити виділені фонди або механізми фінансування для підтримки розвитку відновлюваної енергетики
* впровадити заходи щодо зменшення ризиків, такі як гарантії або страхування, для залучення приватних інвестиці
* Впроваджувати програм енергоефективності для зменшення загального попиту на енергію
* Сприяти впровадженню енергоефективних технологій та практик у будівлях, галузях промисловості та транспорті
* Розширити доступ до доступного капіталу:  
  - розвивати та зміцнювати місцеві ринки капіталу для забезпечення фінансування проектів відновлюваної енергетики
* створювати зелені інвестиційні фонди або венчурні ініціативи для підтримки стартапів з відновлюваної енергетики
* залучати міжнародні інвестицій через партнерства
* Сприяти міжнародному партнерству та демонстрації технологій:
* брати участь у демонстраційних проектах технологій для демонстрації життєздатності та переваг відновлюваної енергетики
* ділитись кращими практиками, отриманими з іншими країнами, щоб прискорити глобальний перехід до відновлюваної енергетики.

Ці кроки передбачають комплексне планування, регуляторну підтримку, зміцнення інституцій, розподіл ресурсів, сприяння енергоефективності, доступ до доступного капіталу та співпрацю з міжнародними партнерами. Реалізуючи ці кроки, країни можуть прискорити перехід на відновлювані джерела енергії та зменшити нищівне використання надр землі.