

פרוייקט ויזואליזציה של מידע

השפעת טכנולוגיות אנרגיה ירוקה של אנרגיה על מגמת צריכת האנרגיה העולמית (2000-2023)

<https://energyconsumption-3qgbbufx2cxlnmhrktivzj.streamlit.app/>

מגישים:

יובל חיים – 318550522

אלדר זוסמנוביץ' – 208400122



# פרק 1 – ניתוח נתונים ומטלות

## 1. מבוא

במהלך העשורים האחרונים, השימוש בטכנולוגיות אנרגיה ירוקות הפך לחשוב ביותר בעקבות ההכרה ההולכת וגוברת בצורך בצמצום פליטת גזי חממה ובשמירה על איכות הסביבה. מחקר זה נועד לבחון את השפעת טכנולוגיות האנרגיה הירוקות על צריכת האנרגיה העולמית בשנים 2020-2023, תוך שימוש בנתונים שנאספו ממאגרי נתונים ממשלתיים והועלו כדאטה סט מקיף לאתר הנתונים Kaggle. הנתונים כוללים פרמטרים כמו צריכת אנרגיה לפי סוגי אנרגיה, מדינות שונות, נתונים דמוגרפיים וכלכליים, ועוד.

### שאלת המחקר:

איך צריכת האנרגיה העולמית הושפעה כתוצאה מגידול ופיתוח טכנולוגיות אנרגיה הירוקות במשך השנים 2020-2023?

### שאלות המשנה (מטלות משתמש):

- **השוואה של צריכת אנרגיה ירוקה למול סוגי אנרגיה אחרים:**
  - כיצד צריכת סוגים שונים של אנרגיה (למשל, דלקים מאובנים לעומת אנרגיה מתחדשת) השתנתה לאורך השנים?
  - **מוטיבציה:** הבנה של מגמות שינוי בצריכת אנרגיה יכולה לספק תמונה רחבה על המעבר האפשרי לאנרגיה ירוקה והשפעותיו על השוק הגלובלי, ולאפשר לזהות את השינויים שנעשו בעקבות ההשקעות בטכנולוגיות מתחדשות.
- **ניתוח גאוגרפי:**
  - התפלגות הצריכה של כל סוג אנרגיה במדינות ואזורים גאוגרפיים שונים. כמו כן, הצגת האזורים הכי פופולריים עבור כל סוג אנרגיה.
  - **מוטיבציה:** ניתוח גאוגרפי יסייע לזהות את האזורים בהם קיימת תמיכה משמעותית בטכנולוגיות אנרגיה ירוקות, ויאפשר הבנה של מדיניות ותשתיות במדינות שונות, וכן לזהות את האזורים בהם קיים צורך בחיזוק המעבר לאנרגיה ירוקה.
- **השפעת גורמים כלכליים ודמוגרפיים:**
  - כיצד גורמים כלכליים כגון GDP ונתונים דמוגרפיים (כמות אוכלוסייה) משפיעים על צריכת האנרגיה הכללית בכל מדינה.
  - **מוטיבציה:** הבנה של השפעת גורמים כלכליים ודמוגרפיים על צריכת אנרגיה יכולה לסייע בתכנון מדיניות אנרגיה ושיפור ההשקעות בטכנולוגיות מתחדשות בהתאם למאפייני כל מדינה, ולהבין אילו מדינות צריכות תמיכה נוספת במעבר לאנרגיה ירוקה.

באמצעות ניתוח הדאטה ומענה על שאלות אלו, נוכל לספק תובנות מעמיקות לגבי השפעת טכנולוגיות האנרגיה הירוקות על צריכת האנרגיה העולמית ולבחון את הפוטנציאל שלהן לעתיד בר-קיימא.

## 2. נתונים:

א. תיאור מאגר הנתונים:

○ תיאור כללי:

מאפיין	פירוט
שם המאגר	צריכת האנרגיה העולמית
מקור	Hannah Ritchie and Max Roser (2020) - "Energy". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <a href="#">Our World in Data</a>
מטרת מאגר הנתונים	ניתוח והצגה ויזואלית של טרנדים ודפוסים בצריכת האנרגיה העולמית לאורך זמן, כולל פירוט לפי מקורות אנרגיה שונים ושינוי הצריכה בהם.
סוג מאגר הנתונים	טבלה שטוחה

○ קריטריונים:

מאפיין	פירוט
מספר הפריטים במאגר	22,012
מספר המדינות המופיעות במאגר	306
טווח השנים המקסימלי למדינה	122 שנים, 1900-2022
טווח השנים המינימלי למדינה	6 שנים, 1980-1986
מספר התכונות במאגר	129
מספר התכונות הכמותיות	127
מספר התכונות הקטגוראליות	2 (country, iso_code)
מספר התכונות הנומינליות	0

**\*\*מכיוון שישנן כ-129 תכונות במאגר בנתונים, פירוט על סוג ומשמעות הנתונים יצורף בנספח א'.**

○ מפתחות:

1. Primary Key: קומבינציה של מדינה או איזור (country) ושנה (year). כל רשומה מזוהה בצור הייחודית על ידי קומבינציה זו.
2. Foreign Keys: לא קיימים מפתחות זרים במאגר הנתונים.

○ משמעות העמודות והרשומות:

1. כפי שהוסבר בסעיפים קודמים, כל פריט מזוהה ע"י מדינה ושנה. מאגר הנתונים מאפשר להתבונן בשינוי בתכונות שונות של מדינה לאורך השנים.

2. אל מאגר הנתונים מצורף קובץ metadata אשר מאגד בתוכו הסבר על כלל התכונות השונות, יחידות המידה ומקורן (מהיכן הכניסו אותן למאגר הנתונים).
3. נראה כעת דוגמת מתוך מאמגר הנתונים. ניתן לראות כי המדינה בה אנו מתמקדים היא "ישראל", בין השנים 2008-2018.

country	year	iso_code	population	gdp	biofuel_cons_change_pct	biofuel_cons_change_twh	biofuel_cons_per_capita	biofuel_consumption	biofuel_elec_per_capita	biofuel_electricity	biofuel_share_elec	biofuel_share_energy
Israel	2003	ISR	6475917	1.59602E+11	2.27	0.003	18.512	0.12	0	0	0	0.05
Israel	2004	ISR	6595990	1.67112E+11	2.712	0.003	18.668	0.123	0	0	0	0.051
Israel	2005	ISR	6714119	1.7348E+11	47.654	0.059	27.079	0.182	0	0	0	0.074
Israel	2006	ISR	6832082	1.82782E+11	-45.132	-0.082	14.601	0.1	0	0	0	0.041
Israel	2007	ISR	6952007	1.93502E+11	-10.769	-0.011	12.804	0.089	1.438	0.01	0.02	0.035
Israel	2008	ISR	7074530	1.98668E+11	3.939	0.004	13.078	0.093	1.414	0.01	0.019	0.035
Israel	2009	ISR	7199704	2.00789E+11	6.627	0.006	13.702	0.099	2.778	0.02	0.037	0.039
Israel	2010	ISR	7328439	2.11431E+11	14.383	0.014	15.397	0.113	4.094	0.03	0.051	0.042
Israel	2011	ISR	7459750	2.21407E+11	18.186	0.021	17.877	0.133	4.022	0.03	0.05	0.049
Israel	2012	ISR	7592099	2.26681E+11	-5.014	-0.007	16.685	0.127	3.951	0.03	0.048	0.045
Israel	2013	ISR	7726675	2.36606E+11	-25.212	-0.032	12.261	0.095	6.471	0.05	0.082	0.035
Israel	2014	ISR	7863849	2.44088E+11	34.118	0.032	16.157	0.127	7.63	0.06	0.099	0.049
Israel	2015	ISR	8007777	2.50204E+11	9.944	0.013	17.445	0.14	12.488	0.1	0.156	0.051
Israel	2016	ISR	8159015	2.60228E+11	88.309	0.123	32.241	0.263	12.256	0.1	0.149	0.094
Israel	2017	ISR	8309256	2.69532E+11	36.579	0.096	43.238	0.359	12.035	0.1	0.148	0.125
Israel	2018	ISR	8456487	2.78806E+11	17.767	0.064	50.033	0.423	11.825	0.1	0.145	0.145

4. **שורות:** מייצגות ערכי מדידות שונות של מדינה מסוימת בשנה מסוימת. מכאן שלכל זוג המורכב ממדינה ושנה יש רשומה ייחודית המפרטת על אספקטים שונים של צריכה וייצור אנרגיה.
5. **עמודות:** מייצגות מדידות כמותיות ולוונטיות שבעזרתן ניתן לכמת שינוי בצריכה וייצור אנרגיה של סוגי אנרגיה שונים כגון: דלקים מאובנים, אנרגיה מתחדשת ואנרגיה גרעינית.
- כיוון שיש כ-129 תכונות במאגר הנתונים, החלטנו לסווג את סוגי העמודות לפי משמעותן והמידע אשר ניתן לדלות מהן:

#### ▪ מידע כללי:

שם העמודה	פירוט	סוג המשתנה
country	שם המדינה או האזור	Categorical (nominal)
year	שנת רשומת הנתונים	Ordered (quantitative)
iso_code	קוד מדינה לפי ISO 3166-1 alpha-3	Categorical (nominal)
population	אוכלוסיית המדינה בשנה הנתונה	Ordered (quantitative)
gdp	תמ"ג, תוצר מקומי גולמי של המדינה בשנה הנתונה	Ordered (quantitative)

#### ▪ נתוני צריכה וייצור של אנרגיה:

- לעמודות הקשורות למקורות אנרגיה שונים יש בדרך כלל קידומות המציין את סוג האנרגיה (למשל, פחם, נפט,

סופית שם העמודה	פירוט	יחידות	סוג האנרגיה	סוג המשתנה
_cons_change_pct	שינוי שנתי באחוזים בצריכת סוג מסוים של אנרגיה	אחוזים (%)	Biofuel, coal, fossil, gas, hydro, low-carbon, nuclear, oil, other renewables, renewables, solar, wind	Ordered (quantitative, sequential)
_cons_change_twh	שינוי שנתי בצריכת האנרגיה נמדד בטרוואט-שעה (TWh).	טרה-וואט-שעה (TWh)	Biofuel, coal, fossil, gas, hydro, nuclear, oil, other renewables, renewables, solar, wind	Ordered (quantitative, sequential)
_cons_per_capita	צריכה לנפש של סוג מסוים של אנרגיה.	קילואט-שעה (קוט"ש) או מגה-ג'אול (MJ) לאדם	Biofuel, coal, fossil, gas, hydro, nuclear, oil, other renewables, renewables, solar, wind	Ordered (quantitative, sequential)
_consumption	צריכה כוללת של סוג מסוים של אנרגיה	טרה-וואט-שעה (TWh) או ג'יגה-ג'אול (GJ)	Biofuel, coal, fossil, gas, hydro, nuclear, oil, other renewables, renewables, solar, wind	Ordered (quantitative, sequential)
_elec_per_capita	צריכת חשמל לנפש	קילואט-שעה (קוט"ש) לאדם	Bioenergy, coal, fossil, gas, hydro, nuclear, oil, other renewables, renewables, solar, wind	Ordered (quantitative, sequential)
_electricity	ייצור או צריכה של חשמל	טרוואט-שעה (TWh) או ג'יגה-וואט-שעה (GWh)	Bioenergy, coal, fossil, gas, hydro, nuclear, oil, other renewables, renewables, solar, wind	Ordered (quantitative, sequential)
_energy_per_capita	צריכת אנרגיה לנפש	קילואט-שעה (קוט"ש) או מגה-ג'אול (MJ) לאדם	Biofuel, coal, fossil, gas, hydro, nuclear, oil, other renewables, renewables, solar, wind	Ordered (quantitative, sequential)
_share_elec	חלקו של סוג מסוים של חשמל בצריכת החשמל הכוללת	אחוזים (%)	Bioenergy, coal, fossil, gas, hydro, nuclear, oil, other renewables, renewables, solar, wind	Ordered (quantitative, sequential)
_share_energy	חלקה של סוג מסוים של אנרגיה בצריכת האנרגיה הכוללת	אחוזים (%)	Biofuel, coal, fossil, gas, hydro, nuclear, oil, other renewables, renewables, solar, wind	Ordered (quantitative, sequential)
_prod	הפקה של סוג מסוים של אנרגיה	טרה-וואט-שעה (TWh) או ג'יגה-ג'אול (GJ)	Biofuel, coal, gas, hydro, nuclear, oil, renewables, solar, wind	Ordered (quantitative, sequential)
_emissions	פליטות הקשורות לצריכה של סוג מסוים של אנרגיה	טונות מטריות של CO2 או גזי חממה אחרים	Biofuel, coal, fossil, gas, oil	Ordered (quantitative, sequential)

Ordered (quantitative, sequential)	Biofuel, coal, gas, hydro, nuclear, oil, renewables, solar, wind	אחוזים (%)	שינוי שנתי באחוזים בייצור של סוג מסוים של אנרגיה.	_prod_change_pct
Ordered (quantitative, sequential)	Biofuel, coal, gas, hydro, nuclear, oil, renewables, solar, wind	טרה-וואט-שעה (TWh)	שינוי שנתי בהפקת אנרגיה נמדד בטרואט-שעה (TWh)	_prod_change_twh
Ordered (quantitative, sequential)	Biofuel, coal, gas, hydro, nuclear, oil, renewables, solar, wind	טרה-וואט-שעה (TWh)	הפקת אנרגיה ממקורות שונים	_generation
Ordered (quantitative, sequential)	Biofuel, coal, fossil, gas, hydro, nuclear, oil, other renewables, renewables, solar, wind	Energy units (kWh or MJ) per unit of GDP	כמות האנרגיה הנצרכת ליחידת תוצר מקומי גולמי (GDP)	Energy_per_gdp

**ב. מיפוי הנתונים בהתאם לטיפולוגיה האבסטרקטית של Munzner**

Column Name	Data Type	Data Role	Cardinality	Transformation
_cons_change_pct	Quantitative	Measure	High	Percentile Ranking
_cons_change_twh	Quantitative	Measure	High	None
_cons_per_capita	Quantitative	Measure	High	Normalization
_consumption	Quantitative	Measure	High	Aggregation
_elec_per_capita	Quantitative	Measure	High	Normalization
_electricity	Quantitative	Measure	High	Aggregation
_energy_per_capita	Quantitative	Measure	High	Normalization
_share_elec	Quantitative	Measure	High	None
_share_energy	Quantitative	Measure	High	None
_prod	Quantitative	Measure	High	Aggregation
_emissions	Quantitative	Measure	High	Aggregation
_prod_change_pct	Quantitative	Measure	High	Percentile Ranking
_prod_change_twh	Quantitative	Measure	High	None
_generation	Quantitative	Measure	High	Aggregation
Energy_per_gdp	Quantitative	Measure	High	Normalization

Column Name	Data Type	Data Role	Cardinality	Transformation
Country	Categorical	Dimension	High	None
Year	Categorical	Temporal	Medium	None
ISO_code	Categorical	Identifier	High	None
population	Quantitative	Measure	High	Normalization
GDP	Quantitative	Measure	High	Scaling

### 3. מטלות:

א. תיאור המטלות במונחי התחום

- **מטלה 1:** מהי מגמת צריכת סוגי אנרגיה ירוקה לעומת סוגי אנרגיה אחרים באזורים שונים בעולם:  
המטרה היא להבין איך צריכת האנרגיה השונה של סוגי אנרגיה כגון דלקים מאובנים ואנרגיה מתחדשת, השתנתה לאורך השנים בהינתן אזור גאוגרפי מסוים. מוטיבציה למטלה זו נובעת מהצורך לקבל תמונה רחבה על מגמות השינוי בצריכת האנרגיה והשפעותיהן על השוק הגלובלי. בפרט, הערכה זו מאפשרת לארגונים ולמשטלות להבין את השינויים שחלו בעקבות השקעות בטכנולוגיות מתחדשות ולזהות את הצורך וההזדמנויות לפעולה בתחום זה.
  - **מטלה 2:** פילוח גאוגרפי של צריכת אנרגיה כוללת עבור כל סוג אנרגיה:  
ניתוח זה נועד להציג למשתמש בהינתן שנה וסוג אנרגיה מהי הייתה כמות הצריכה הכוללת בכל מדינה, בתוך כך לזהות מי הן המדינות הפופולריות ביותר עבור כל סוג אנרגיה.
  - **מטלה 3:** השפעת גודל האוכלוסייה והתמ"ג של מדינות שונות על צריכת האנרגיה לנפש  
המטרה היא להבין כיצד ה-GDP וגודל האוכלוסייה של מדינה מסוימת משפיעים על צריכת האנרגיה לנפש במדינות בעלות רמות צמיחה ותשתית שונות. המוטיבציה הן להבחין בקשרים והשפעות שיש למאפיינים אלו על צריכת האנרגיה, ולחשוף דפוסים אפשריים שיכולים להוביל למסקנות חשובות לגבי פיתוח של אנרגיות ירוקות.
- ב. מיפוי מטלות המשתמש בהתאם לטיפולוגיה של Munzner:

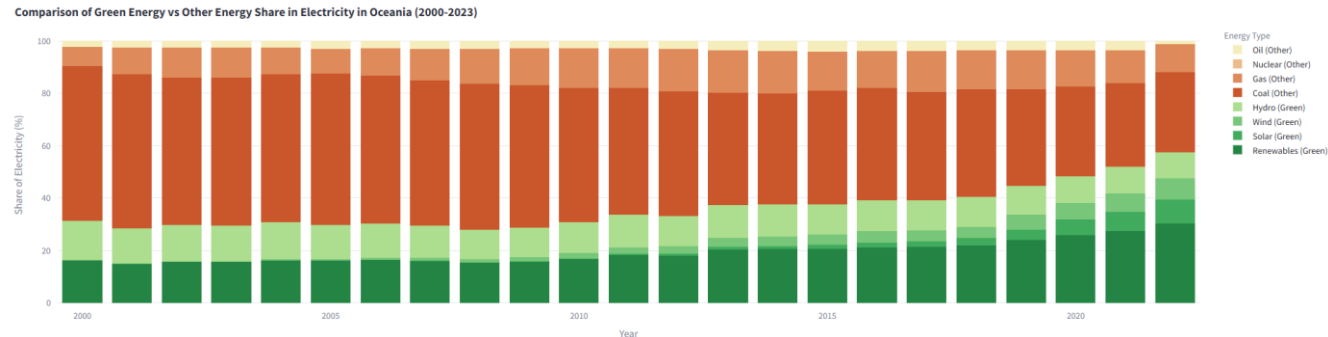
מטלות משתמש	Action (פעולה)	Target (מטרה)	תיאור הפעולה והמטרה
השוואה של צריכת סוגי אנרגיה ירוקה לעומת סוגי אנרגיה אחרים באזורים שונים בעולם במהלך השנים 2000-2023	Compare	Trends	המשתמש משווה מגמת צריכת האנרגיה הירוקה למול סוגי אנרגיה אחרים בכל שנה
	Discover	Distribution	זיהוי התפלגות השימוש של סוגי אנרגיה שונים
	Discover	Trends	המשתמש מגלה מהן מגמות הצריכה של סוגי אנרגיה שונים לאורך השנים
פילוח גאוגרפי של צריכת אנרגיה כוללת עבור כל סוג אנרגיה	Identify	Distribution	המשתמש מגלה דפוסים בהתפלגות צריכת האנרגיה בכל מדינה על פי סוג האנרגיה והשנה שנבחרו. כמו כן מזהה אילו מדינות הן הצרכניות הגדולות ביותר עבור כל סוג אנרגיה.
	Discover	Dependency	המשתמש מגלה האם יש תלות בין אזורים גאוגרפיים לצריכת אנרגיה מסוימת
	Compare (השוואה)	Features	המשתמש משווה בין צריכת האנרגיה במדינות שונות ומודד אותן ביחס לממוצע הגלובלי.
מהן השפעות גודל האוכלוסייה והתמ"ג של מדינות שונות על צריכת האנרגיה לנפש?	Discover	Correlation	המשתמש מגלה אם קיים קשר בין גודל האוכלוסייה והתמ"ג של מדינה על צריכת האנרגיה לנפש

השוואה בין גודל אוכלסייה, תמ"ג וכמות צריכה של סוגי אנרגיה שונים	Features	Compare	
המשתמש מזהה האם קיימים מדינות עם כמות צריכה חריגה ביחס לתמ"ג ונפח האוכלסייה	Outliers	Identify	

## חלק 2: רעיונות ועיצובים חלופיים

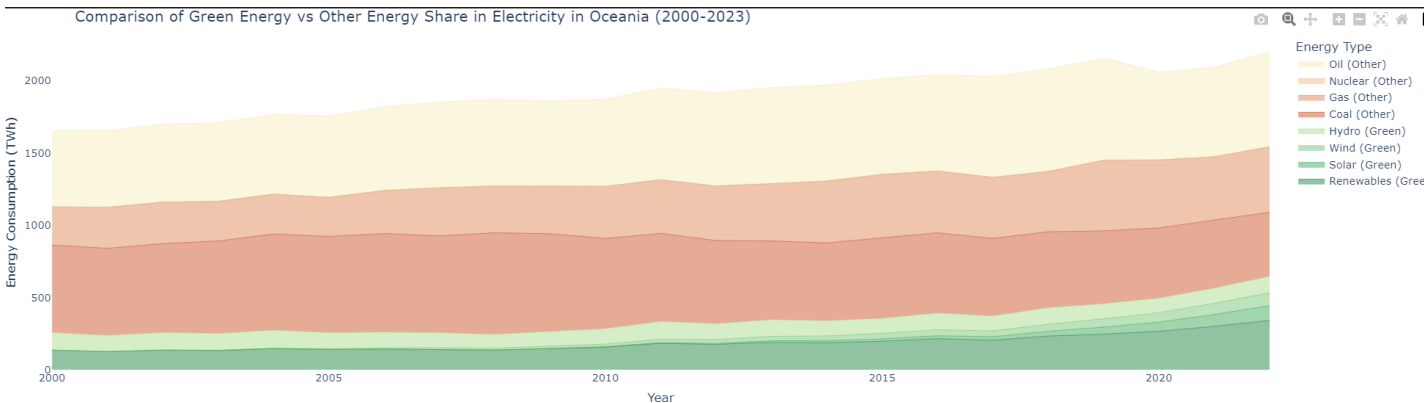
מטלה 1: מהי מגמת הצריכה של סוגי אנרגיה ירוקה לעומת סוגי אנרגיה במהלך השנים 2020-2023?

אופציה א':



- הערה: בהינתן בחירת המשתמש ניתן לשנות את הגרף לפי אזור גאוגרפי ובכך להציג את המידע הרלוונטי לאזור זה (בדוגמה זהו מוצג נתונים עבור היבשת Oceania)

אופציה ב':



פרמטר	תת פרמטר	עיצוב א' - Stacked Bar	עיצוב ב' - Trend Line Chart
Marks		עמודות: כל חלק בעמודה מייצג את חלקו היחסי של צריכת סוגי אנרגיה שונים בשנה נתונה	קווים – כל קו מייצג את מגמת הצריכה של סוג אנרגיה מסוים לאורך השנים
Channels	Position	מיקום כל עמודה במרווחים קבועים כך שמייצגים שנה שונה שבה אנו רואים את התפלגות צריכת האנרגיה היחסית	מיקום הקווים כך שסוגי אנרגיה ירוקה בתחתית הגרף וסוגי אנרגיה אחרת מעליהם. מיקום הקווים לאורך ציר ה-X מייצג את מגמת השינוי של הצריכה
	Color	צבעים שונים לכל סוג אנרגיה (גווני ירוקים עבור סוגי אנרגיה ירוקים וכתומים לשאר)	צבעים שונים לכל סוג אנרגיה (גווני ירוקים עבור סוגי אנרגיה ירוקה וגווני כתומים לשאר)
	Area	גובה כל חלק בעמודה מציין את החלק היחסי מכלל האנרגיה	השטח מתחת לכל קו מייצג את כמות האנרגיה שנצרכה בכל שנה
	Filter	מאפשר סינון והצגת הויזואליזציה עבור אזור גאוגרפי שונה כל פעם	מאפשר סינון והצגת הויזואליזציה עבור אזור גאוגרפי שונה כל פעם

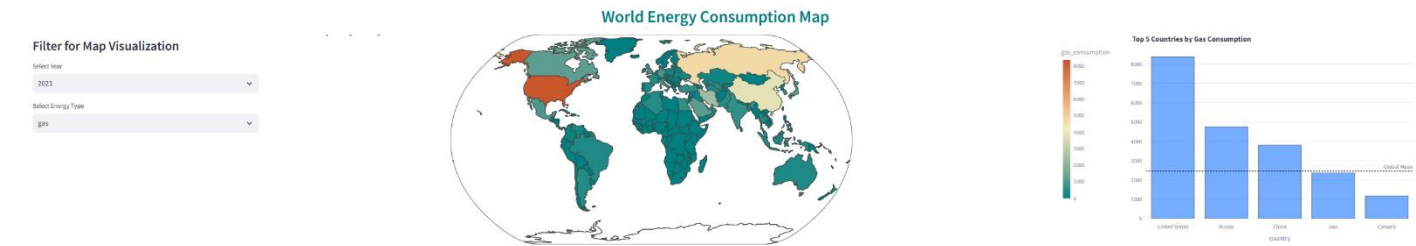


Effectiveness	Position	המיקום האנכי של המוטות מציג בצורה יעילה את ההבדלים בשימוש בסוגי אנרגיה שונים לאורך זמן. הפרדה ברורה בין השנים מאפשרת תפיסה מיידית של ההשוואות השנתיות.	הקווים ממחישים באופן יעיל את מגמות השימוש באנרגיה, עם הפרדה ברורה בין סוגי האנרגיה השונים ומדגישים את ההבדלים בגרף.
	Color	גבוהה. השימוש בצבעים שונים לסימון סוגי האנרגיה מקל על ההבחנה בין סוגי האנרגיה השונים ומשפר את היכולת לעקוב אחרי שינויים בהרכב האנרגיה במהלך השנים.	השימוש בצבעים דומה לגרף העמודות מאפשר זיהוי והבחנה ברורה בין הסוגים השונים ומסייע במעקב אחרי המגמות לאורך זמן.
	Area	גובה המוטות מייצג בבירור את חלקם היחסי של סוגי האנרגיה מכלל השימוש, מה שמקל על הבנת התרומה של כל סוג אנרגיה לכלל השימוש באנרגיה	השטח מתחת לקווים מציג בצורה קלה את ברורה ויעילה את נפח השימוש בכל סוג אנרגיה, ומדגים את ההצטברות והשינוי בצריכה לאורך זמן.
	Filter	מאפשר סינון אינטואיטיבי למשתמש לבחור אזור גאוגרפי מסוים שהוא רוצה להתמקד בו	מאפשר סינון אינטואיטיבי למשתמש לבחור אזור גאוגרפי מסוים שהוא רוצה להתמקד בו
Expressiveness		הגרף מציג באופן ברור את הנתונים ומאפשר ניתוח מהיר של השינויים בשימוש בסוגי אנרגיה שונים לאורך זמן. יכולת ההשוואה המיידית בין השנים והבחנה במגמות השונות מועילה במיוחד להבנת דינמיקות שוק ומדיניות אנרגטית.	הוויזואליזציה מעניקה הבנה עמוקה של מגמות השימוש באנרגיה, ומאפשרת למשתמש לראות במבט כיצד השימוש בכל סוג אנרגיה התפתח עם הזמן.
יתרונות		עיצוב פשוט יחסית והבנת הנתונים באופן מיידי. מאפשר השוואה ישירה וקלה בין השנים ובין סוגי אנרגיה שונים באותה שנה	מאפשר ניתוח והבנה של מגמות ארוכות טווח והמגמה הכללית בצורה אינטואיטיבית יעיל להצגת מידע מורכב וכמות גדולה של נתונים לאורך זמן
חסרונות		בשנים בהן אחוז סוג אנרגיה מסוים קטן מאוד החלק שלו בגרף עלול להעלים מהוויזואליזציה. פחות מתאים להצגת נתונים עם שינויים דרסטיים משנה לשנה בגלל קושי בהבחנה בין הצבעים והערכים הקרובים	עשוי להיות קשה להבחין בשינויים קטנים מאוד בטווחי זמן קצרים יותר דורש יותר הבנה ומאמץ קוגניטיבי מצד המתמש להבין את המידע

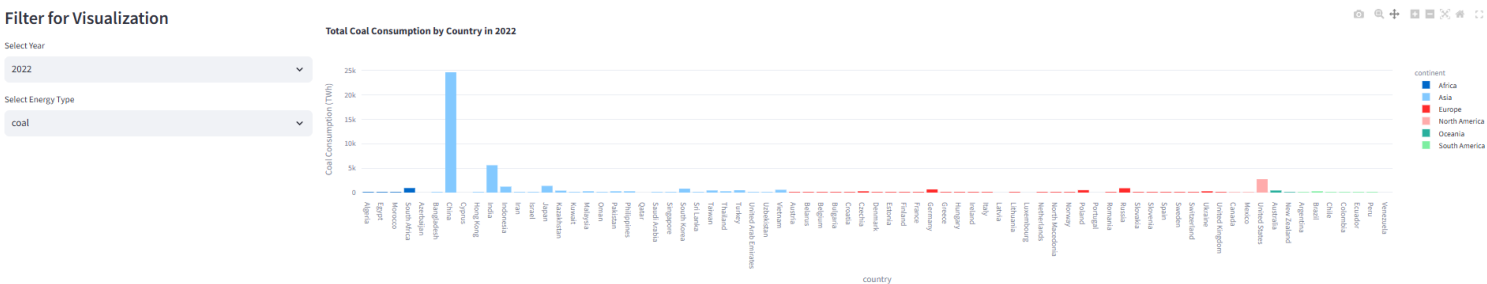
בחרנו באופציה ב' בהתחשב במטלה לחקור מגמות צריכת אנרגיה לאורך זמן, הגרף השני מציג את השוני בין שתי מגמות השימוש בצורה יותר אינטואיטיבית למשתמש ולכן הוא המועדף. הגרף הקווי מאפשר למשתמש לראות בבירור ובצורה רציפה יותר את השינויים וההתפתחויות בצריכת האנרגיה, מה שמועיל להבנת מגמות ארוכות טווח ולקבלת החלטות מושכלות על סמך היסטוריה מרובת שנים. זהו גרף שמספק תמונה מקיפה יותר על השינויים בצריכה לאורך השנים וכך מאפשר לזהות טרנדים בצורה יעילה ומדויקת.

מטלה 2: פילוח גאוגרפי של צריכת אנרגיה כוללת עבור כל סוג אנרגיה בשנים שונות

אופציה א':



אופציה ב':



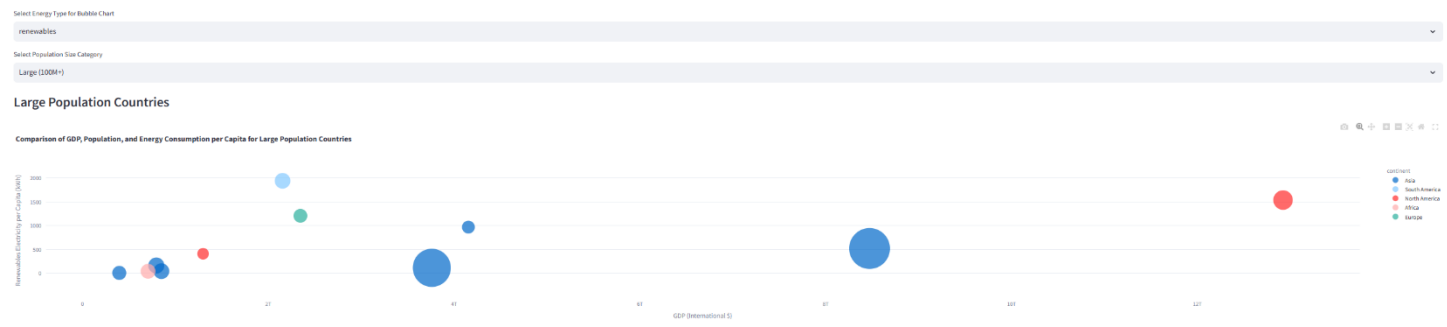
פרמטר	תת פרמטר	עיצוב א' – מפת העולם בשילוב Heatmap	עיצוב ב' - גרף עמודות
Channels	Marks	מדינות שונות במפת העולם: צבע שטח כל מדינה מייצגת את כמות הצריכה באותה מדינה לפי השנה וסוג האנרגיה שהמשתמש בחר	עמודות: כל עמודה מייצגת את כמות הצריכה של אנרגיה מסוימת באותה שנה
	Position	מיקום כל עמודה במרווחים קבועים כך שמייצגים שנה שונה שבה אנו רואים את התפלגות צריכת האנרגיה היחסית	כל עמודה מונחת לפי מדינה על ציר ה-X, מדינות באותה יבשת מוצגות אחת ליד השניה. גובה העמודה על ציר ה-Y מייצג את כמות הצריכה באותה שנה.
	Color	פלטת צבעים הדרגתית מייצגת כמויות צריכה שונות - מאפשר תפיסה ויזואלית של ההבדלים בצריכה בין אזורים גאוגרפיים שונים	כל עמודה צבועה לפי יבשת, מה שמספק נתון חזותי נוסף על מיקום גאוגרפי
	Area	שטח כל מדינה מייצג באופן ממשי את הגודל של אותה מדינה (מאפשר למשתמש להבין אם יש קשר בין גודל של מדינה לכמות צריכת האנרגיה באותו אזור)	גובה כל עמודה מייצג את כמות הצריכה
	Filter	מאפשר סינון לפי שנה מסוימת וסוג אנרגיה ספציפי	מאפשר סינון לפי שנה מסוימת וסוג אנרגיה ספציפי
Effectiveness		מציע תפיסה מידית של הבדלים בצריכת אנרגיה ברמה עולמית, יעיל לזיהוי מגמות גלובליות והבדלים בין מדינות.	מאוד יעיל להצגת נתונים מדויקים על צריכה במדינה ספציפית, אך פחות מתאים להשוואה מהירה או לזיהוי מגמות גלובליות.

Expressiveness	מציע הבנה מהירה של נתונים בקנה מידה גלובלי, מאפשר לראות במבט כללי את מצב הצריכה בעולם, אך עשוי להיות פחות מדויק לנתונים ספציפיים.	מספק תמונה מדויקת ומפורטת של צריכה לפי מדינה, מאפשר למשתמש לראות במדויק נתונים ספציפיים.
יתרונות	מציג מבט כולל על מצב האנרגיה בעולם, מאפשר לזהות מהר את המדינות עם הצריכה הגבוהה או הנמוכה ביותר. מאפשר למשתמש לבצע חיפוש אינטאקטיבי אחר נתוני מדינה מסוימת לפי מיקום גאוגרפי.	מציג נתונים בצורה מדויקת וקלה לקריאה לכל מדינה. ניתן לזהות באופן דיי מיידי מהן המדינות הכי פופלריות לכל סוג צריכת אנרגיה
חסרונות	פחות מדויק לנתונים מספריים ספציפיים, עשוי להסתיר פרטים עדינים של צריכה.	קשה להשוות בין מדינות שונות במבט כולל (ללא זום-אין) וקשה לזהות מגמות רחבות. כאשר יש מדינות עם אחוז צריכה מאוד נמוך ביחס לכאלו עם אחוז מאוד גבוה (כמו בדוגמה) המידע עלול להיות מוסתר

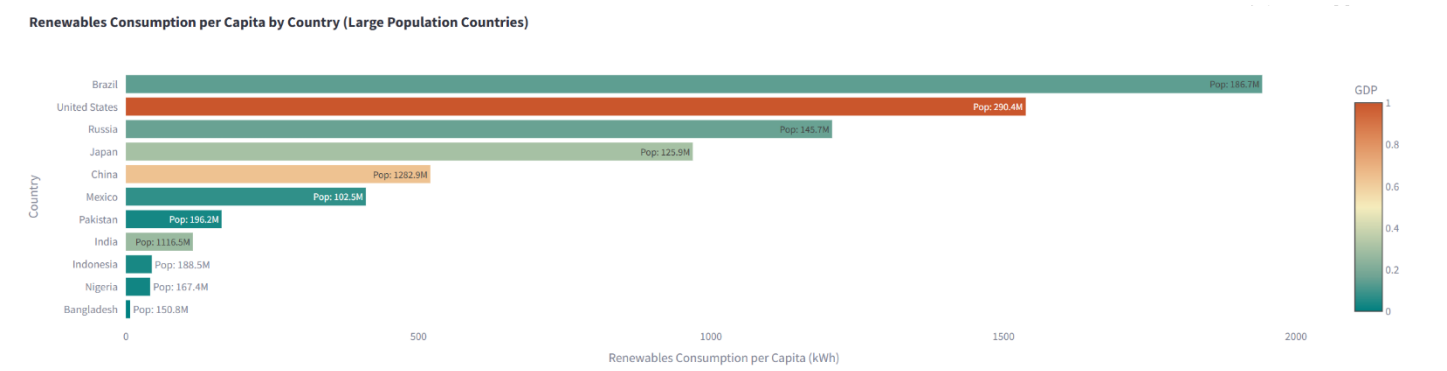
בחרנו באופציה ב', המתארת את צריכת האנרגיה במפה עולמית, מכיוון שהיא מספקת הבנה מידית וגלובלית של מגמות הצריכה ברחבי העולם. המפה מאפשרת זיהוי מהיר של המדינות עם הצריכה הגבוהה ביותר והנמוכה ביותר, מה שמקל על הבנת ההבדלים הגאוגרפיים והמדיניות האנרגטית השונה בין מדינות. כמו כן, היא מספקת תובנות חזותיות אפקטיביות ביותר למגמות ארוכות טווח, מה שמשפר את היכולת לנתח ולהבין את אילו מדינות יותר דומיננטיות לפי כל סוג אנרגיה. בנוסף גרף זה גם מעודד גישה אינטראקטיבית, מה שמאפשר למשתמש לחקור ולהעמיק בנתונים בצורה יותר פעילה ולחפש באופן אקטיבי מידע לפי מיקום גאוגרפי.

מטלה 3: השפעת גודל האוכלוסייה והתמ"ג של מדינות שונות על צריכת האנרגיה לנפש

אופציה א':



אופציה ב':



פרמטר	תת פרמטר	עיצוב א' – מפת העולם בשילוב Heatmap	עיצוב ב' - גרף עמודות אופקי
Channels	Marks	בועות: כל בועה מייצגת מדינה ומכילה מידע על ה-GDP, באיזה יבשת היא, כמות אוכלוסייה ומה צריכת האנרגיה שלה	עמודות: כל עמודה מייצגת את כמות צריכת האנרגיה שנבחרה לנפש במדינה הספציפית
	Position	מיקום הנקודות על ציר ה-X מייצג את ה-GDP ועל ציר ה-Y מייצג את צריכת האנרגיה לנפש	מיקום העמודות על ציר ה-X מוצג על פי מדינות, וגובה העמודות על ציר ה-Y מייצג את צריכת האנרגיה לנפש
	Color	גוון צבע שונה עבור כל יבשת – מאפשר למשתמש להבדיל טוב יותר בין הבועות השונות והאזור הגאוגרפי שלהן	צבע העמודות מייצג את ה-GDP, עם פלטת צבעים שנהיית בצבע חם יותר ככל שה-GDP גדל
	Area	גודל הבועה מייצג את כמות האוכלוסייה של המדינה, נותן משקל ויזואלי לגודל האוכלוסייה בקשר לצריכת האנרגיה	רוחב העמודות מייצג את כמות צריכת האנרגיה לנפש, מאפשר השוואה ישירה בין צריכות במדינות שונות
	Filter	מאפשר סינון לפי קטגוריית גודל של מדינה (מדינות עם כמות אוכלוסייה קטנה/ בינונית / גדולה) וגם סינון לפי סוג אנרגיה. כמו כן, לחיצה על אחת מהיבשות במקרא מאפשרת להסיר את כל הבועות השייכות ליבשת זו מהגרף ובכך להתמקד בכמות מצומצמת יותר של מדינות	מאפשר סינון לפי קטגוריית גודל של מדינה (מדינות עם כמות אוכלוסייה קטנה/ בינונית / גדולה) וגם סינון לפי סוג אנרגיה.
Effectiveness	Annotation	סימון טקסט שמציין את גודל האוכלוסייה בקצה של כל עמודה	
		יעיל בהצגת קשרים מורכבים בעלי כמה ממדים כמו גודל אוכלוסייה, GDP, וצריכת אנרגיה.	יעיל להצגת נתונים מספריים מדויקים של צריכת אנרגיה לנפש, אך פחות יעיל להבנת הקשרים המורכבים או לזיהוי מגמות רחבות
Expressiveness		מציג בצורה ויזואלית את הקשרים בין כמה משתנים, מועיל במיוחד לפרשנות והבנה עמוקה של דינמיקות השוק ובחינה של הקורלציה בין ה-GDP, גודל האוכלוסייה וכמות הצריכה לנפש	מספק תמונה ברורה ומדויקת של צריכת אנרגיה לנפש, אך עשוי להיות הצגה סטטית שלא מציגה את ההקשר הרחב ועונה על שאלת המשנה בצורה ברורה למשתמש.
יתרונות		מצליח לשלב בצורה טובה מספר נותנים כמותיים ולהציג את הקשר שלהם ביחד. מייצר הפרדה טובה בין מדינות שונות ואזורים גאוגרפיים וכן מאפשר לזהות בצורה מהירה את הקורלציה בין המשתנים.	מוביל להבנה מהירה ויעילה של נתוני צריכת אנרגיה פר נפש בקרב מדינות שונות. מאפשר הצגה מדויקת של הנתונים הדמוגרפיים והכלכליים של כל מדינה
חסרונות		דורש יכולת הבנה וניתוח מורכבים, ניתוח מספר משתנים במקביל דורש מאמץ קוגניטיבי. פחות מתאים להצגת פרטים בצורה מפורטת אלא יותר לאפיון הקשרים הכלליים בין המשתנים	לא ניתן לזהות בבירור את הקשרים בין המשתנים ובכך לא מועיל עבור מענה על שאלת המשנה. לא מציע תמונה מלאה של ההשפעות הדמוגרפיות והכלכליות על צריכת האנרגיה לנפש בכל מדינה

בחרנו באופציה א', אשר מתארת בצורה מוצלחת יחסית את הקשר בין גודל האוכלוסייה וה-GDP של מדינה מסוימת על צריכת האנרגיה לנפש. גרף זה מאפשר למשתמש לפלטר גם בין אזורים גאוגרפיים שונים ע"י בחירת קטגוריות שונות לפי קטגוריית גודל אוכלוסייה ואזור גאוגרפי (לסמן ולהסיר מדינות ביבשת מסוימת). באופן זה האופציה שבחרנו עונה על שאלת המשנה בצורה טובה יותר ומאפשרת למשתמש אם קיים קשר בין נתונים דמוגרפיים וכלכליים על צריכת האנרגיה לנפש במדינות שונות.

## חלק 3: הסבר על העיצוב ויישומו

### הכנת הדאטה ועיבוד המידע:

השלב הראשון בהכנת פרוייקט הוויזואליזציה היה לבצע עיבוד מקדים של המידע ולנקות את הנתונים, בתוך כך נדרשנו להסיר חלק מהערכים החסרים ולבצע סינון של המידע על מנת להבטיח דיוק ואמינות בעת הצגת הוויזואליזציות השונות. מכיוון שסט המידע כלל מידע רחב ומפורט על מגוון סוגי אנרגיה – עבור חלק מהמדינות מידע זה היה חסר. על מנת להציג כמו שצריך את הנתונים, נדרשנו לבצע ניקוי מקדים וסינון של הנתונים כדי למנוע הצגה שגויה ומטעה של המידע. בנוסף על מנת לתמוך בהצגה של גרפים גאוגרפיים נדרשנו להוסיף מידע חיצוני של שטח ומיקום של כל מדינה במאגר הנתונים שלנו. כמו כן, ביצענו אגרגציה של הנתונים לפי יבשות והוספנו את המידע הכולל כרשומות חדשות בדאטה. עבור כל מדינה הוספנו עמודה לנתונים שמפרטת את היבשת של אותה מדינה.

### ממשק משתמש ויישום האפליקציה

רצינו לספק חווית משתמש ידידותית למשתמש ולאפשר הצגה אינטואיטיבית וברורה ככל הניתן, בתוך כל יצרנו הפרדה ברורה בין הוויזואליזציות השונות, הדגשנו כותרות ואפשרויות סינון של כל גרף והשקענו חשיבה רבה על המיקומים הנכונים בתוך הדף כך שהמשתמש יחוה חוויה איכותית כל הניתן. כחלק מאפשרויות הסינון שהכנסנו – משתמשים יכולים לסנן את הגרפים השונים לפי שנים שונות, סוגי אנרגיה, אזורים גאוגרפיים – כל סינון זה יוצר עדכון דינמי של הגרפים ומשקף את השינויים בצורה יעילה ומהירה. אינטראקטיביות זו משפרת את מעורבות המשתמש ומאפשרת ניתוח מיידי של מגמות צריכת האנרגיה ומענה ברור על מטלות המשתמש. מימשנו את הממשק באמצעות אפליקציית Streamlit המאפשרת יצירת מגוון דאשבורדים שונים ואפשרויות הצגת גרפים בדף HTML בצורה נוחה ויעילה. מימשנו את הגרפים השונים באמצעות חבילת plotly express בפיתוח.

### כלי המחשה שונים שהשתמשנו בהם

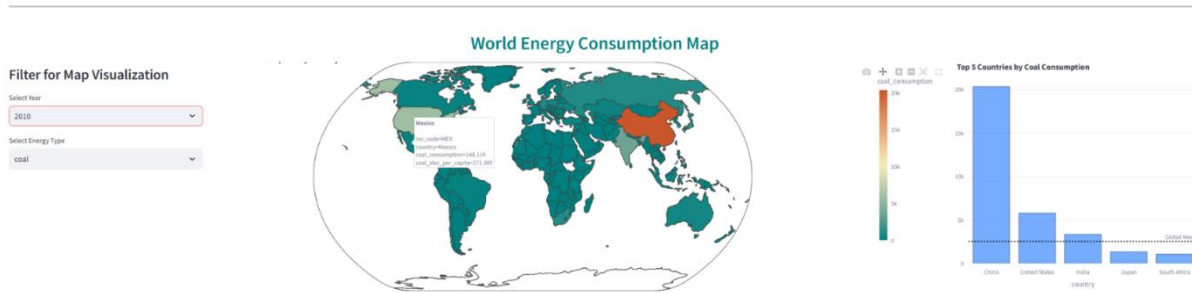
השתמשנו בכלים גרפיים מתקדמים כדי להציג את הנתונים בצורה דינמית ומדויקת ככל הניתן. חיפוש ומחקר אחר פלטת צבעים שתתאים בצורה הטובה ביותר את ההבדלים בין סוגי האנרגיה השונים, תכנון גרפים דינמיים שימשו לתיאור שינויי צריכת האנרגיה לאורך הזמן בכל מדינה. אלמנטים חזותיים אלו מספקים מבט מקיף וברור על הנתונים, ומאפשרים תובנות מעמיקות לגבי דפוסי צריכת האנרגיה העולמיים.

### סיכום

לסיכום, בעת מימוש הפרויקט השתמשנו בטכניקות עיבוד נתונים מתקדמות ויכולות ניתוח גבוהות כדי להפיק Dashboard אינטראקטיבי ואינפורמטיבי. לראייתנו, באופן זה הוויזואליזציה שייצרנו לא רק מסייעת בהבנת הנתונים המוצגים, אלא גם יכולה לסייע בתהליכי קבלת החלטות לגבי ניהול משאבי אנרגיה עבור גורמי עניין. השילוב של עיבוד נתונים מתקדם זה, יכולות ניתוח ומימוש גרפיים בעלי יכולת אינטראקטיבית וסינון נתונים מאפשר לענות על מטלות המשתמש באופן האופטימלי ומדגיש את הכוח הטמון של וויזואליזציה בשילוב עם מידע איכותי ואמין להצגת מידע מורכב בצורה נגישה.

## תיאור הוויאולזציה + צילומי מסך מתוך האפליקציה

- הגרף הראשון – תצוגה אינטראקטיבית של מפת צריכת אנרגיה (כוללת 3 מאפיינים מרכזיים):



- Sidebar לפילטור המידע שמוצג במפה לפי שנה ולפי סוג אנרגיה לבחירת המשתמש:

### Filter for Map Visualization

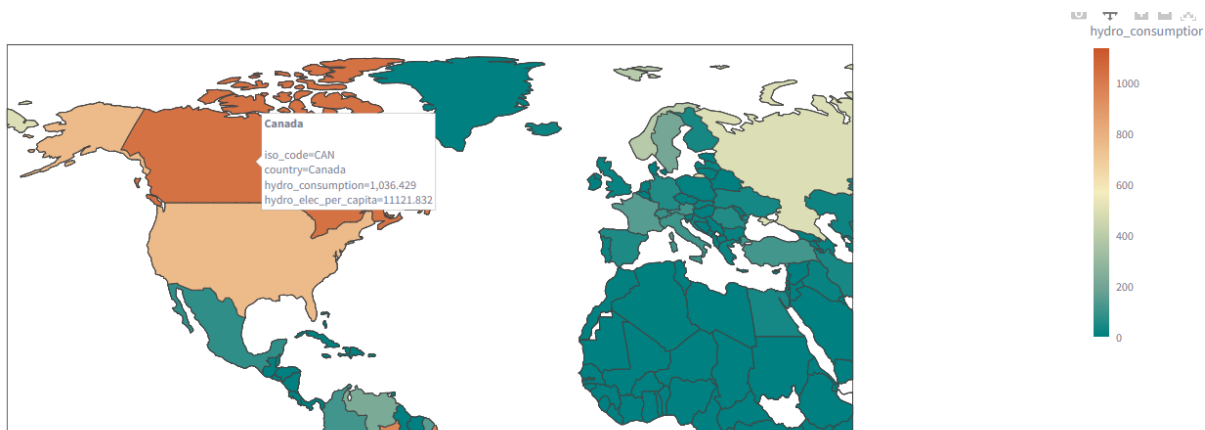
Select Year

2010

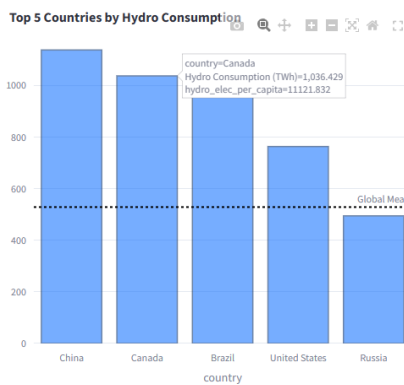
Select Energy Type

coal

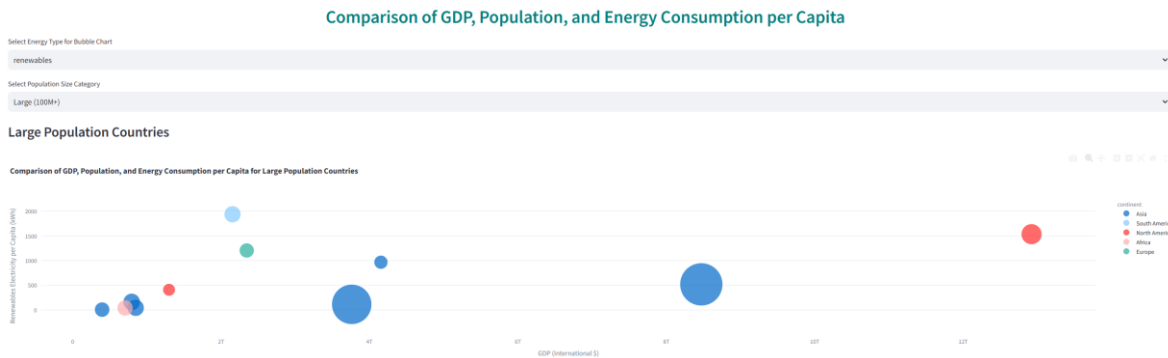
- יכולת סיבוב דינמית של מפת העולם ו"זום אין" על מנת להציג נתונים מפורטים לפי מיקום גאוגרפי של כל מדינה – (פלטת צבעים מימין למפה, ככל שהצבע יותר כתום צריכת האנרגיה גבוהה יותר).



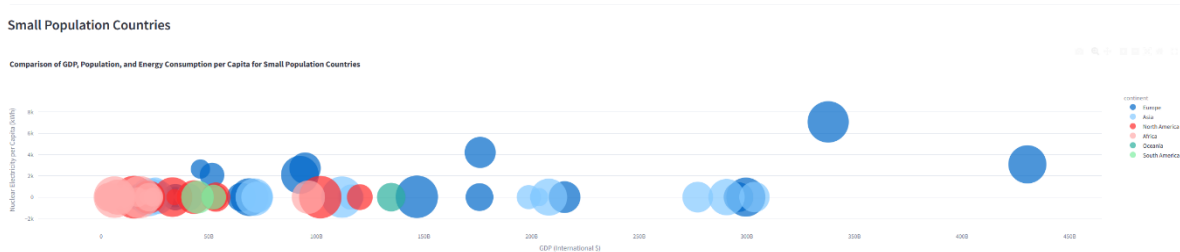
- גרף "עזר" שמציג את הצרכניות המובילות עבור כל סוג אנרגיה:



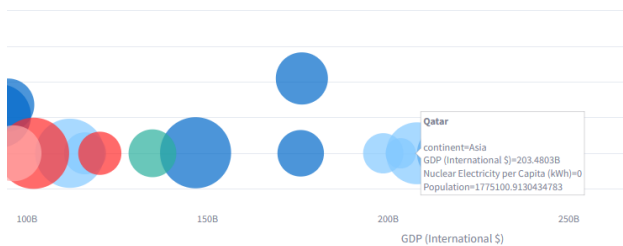
• **הגרף השני – גרף בועות שמשווה בין שלוש ערכים כמותיים (כמות אוכלסייה, תמ"ג וכמות צריכת אנרגיה לנפש)**



- עבור ויזואליזציה זו הוספנו סינון לפי 2 ערכים – סוג אנרגיה וקטגוריית גודל של מדינה (מעל 100M תושבים, 10-100, מתחת ל-10M תושבים).
- כל סינון יצור שינוי בנתונים המוצגים לגרף הבועות כפי שניתן לראות בדוגמה מטה:



- גודל הבועות מייצג את כמות האוכלוסייה וצבע הבועות מתאר את היבשת של אותה מדינה, כאשר המשתמש מסמן עם העכבר בועה מסוימת בגרף צץ חלון out-look עם נתונים מפורטים של צריכת האנרגיה ושם המדינה:

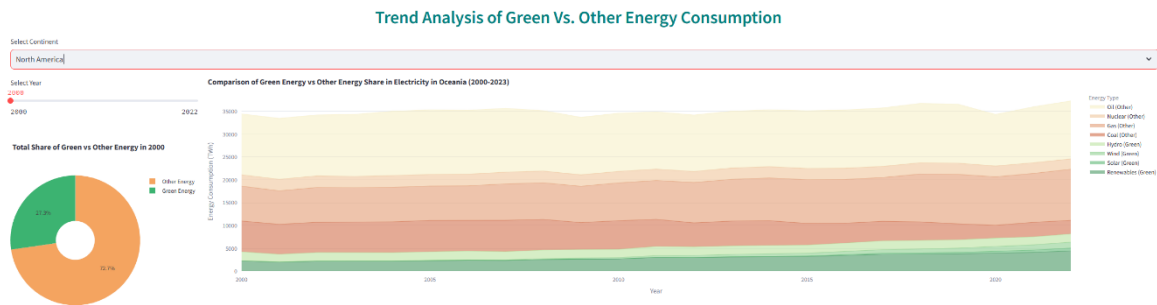


- כמו כן, לחיצה על אחת מהיבשות בlegend יאפשר למשתמש להסיר מהוויזואליזציה את כל המדינות השייכות ליבשת זו ובכך להתמקד בצורה טובה ולהפוך את התצוגה לפחות "צפופה" באמצעות זום-

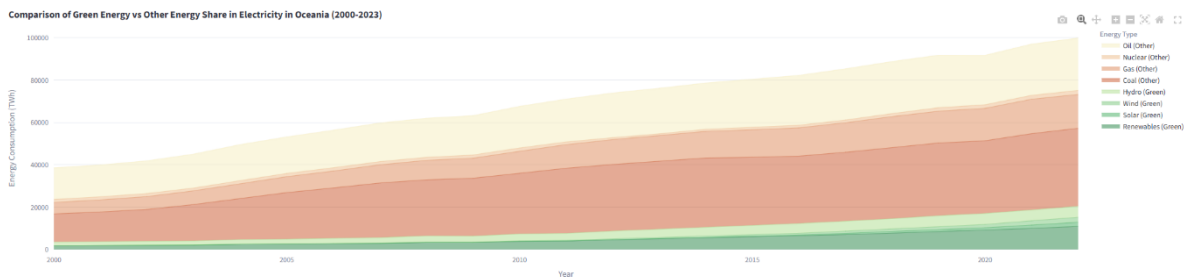


אין וסינון המידע. (בדוגמה – התמקדות רק ביבשת אסיה ודרום אפריקה עבור מדינות עם כמות אוכלסייה קטנה)

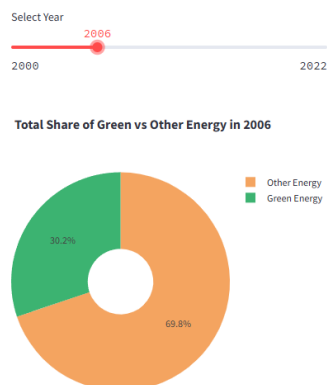
- הגרף השלישי – הצגת מגמות צריכה של סוגי אנרגיה ירוקה למול סוגי אנרגיה אחרים:



- הצגה של מגמות הצריכה השונות בין השנים 2000-2023, בצד ימין לגרף מופיע מקרא שמציין את לפי צבע את סוג האנרגיה – גוונים ירוקים עבור סוגי אנרגיה ירוקה וגוונים כתומים עבור אנרגיה שונה
- יכולת סינון לפי אזור גאוגרפי (יבשות/מבט כללי על כל העולם) בדוגמה מטה כאשר המשתמש בוחר להציג יבשת אסיה:



- גרף "עזר" שמראה את המגמה הכללית בשנה X לבחירת המשתמש – באמצעות "סליידר נע" שבאפשרותו ניתן לשנות את השנה עבורה גרף הפאי יציג את הנתונים:





נספח א' - תיאור מפורט של העמודות בדאטה:

Attribute Name	Type	Units	Description
country	Categorical (nominal)		Country - Geographic location.
year	Ordered (quantitative)		Year - Year of observation.
iso_code	Categorical (nominal)		ISO code - ISO 3166-1 alpha-3 three-letter country codes.
population	Categorical (nominal)	persons	Population - Population by country, available from 10,000 BCE to 2100, based on data and estimates from different sources.
gdp	Ordered (quantitative)	international-\$ in 2011 prices	Gross domestic product (GDP) - This data is adjusted for inflation and differences in the cost of living between countries.
biofuel_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in biofuel consumption - Includes biogasoline (such as ethanol) and biodiesel. Volumes have been adjusted for energy content.
biofuel_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in biofuel consumption - Includes biogasoline (such as ethanol) and biodiesel. Volumes have been adjusted for energy content.
biofuel_cons_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Biofuel consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
biofuel_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from biofuels - Measured in terawatt-hours.
biofuel_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from bioenergy per person - Measured in kilowatt-hours per person.
biofuel_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from bioenergy - Measured in terawatt-hours.
biofuel_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by bioenergy - Measured as a percentage of total electricity.
biofuel_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from biofuels - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.
carbon_intensity_elec	Ordered (quantitative)	grams of CO <sub>2</sub> , equivalents per kilowatt-hour	Carbon intensity of electricity generation - Greenhouse gases emitted per unit of generated electricity, measured in grams of CO <sub>2</sub> , equivalents per kilowatt-hour.
coal_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in coal consumption
coal_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in coal consumption
coal_cons_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Coal consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
coal_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from coal - Measured in terawatt-hours.
coal_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from coal per person - Measured in kilowatt-hours per person.
coal_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from coal - Measured in terawatt-hours.
coal_prod_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual change in coal production - Measured as a percentage of the previous year's production.
coal_prod_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in coal production - Measured in terawatt-hours.
coal_prod_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Coal production per capita - Measured in kilowatt-hours per capita.
coal_production	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Coal production - Measured in terawatt-hours.
coal_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by coal - Measured as a percentage of total electricity.
coal_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from coal - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.
electricity_demand	Categorical (nominal)	terawatt-hours	Electricity demand - Measured in terawatt-hours.
electricity_generation	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Total electricity generation - Measured in terawatt-hours.
electricity_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Total electricity generation as share of primary energy - Measured as a percentage of total, direct primary energy consumption.
energy_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual change in primary energy consumption
energy_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in primary energy consumption

energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours per person	Primary energy consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
energy_per_gdp	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours per \$	Primary energy consumption per GDP - Measured in kilowatt-hours per international-\$.
fossil_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in fossil fuel consumption
fossil_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in fossil fuel consumption
fossil_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from fossil fuels per person - Measured in kilowatt-hours per person.
fossil_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from fossil fuels - Measured in terawatt-hours.
fossil_energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Fossil fuel consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
fossil_fuel_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from fossil fuels - Measured in terawatt-hours.
fossil_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by fossil fuels - Measured as a percentage of total electricity.
fossil_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from fossil fuels - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.
gas_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in gas consumption
gas_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in gas consumption
gas_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from gas - Measured in terawatt-hours.
gas_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from gas per person - Measured in kilowatt-hours per person.
gas_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from gas - Measured in terawatt-hours.
gas_energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Gas consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
gas_prod_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual change in gas production - Measured as a percentage of the previous year's production.
gas_prod_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in gas production - Measured in terawatt-hours.
gas_prod_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Gas production per capita - Measured in kilowatt-hours per capita.
gas_production	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Gas production - Measured in terawatt-hours.
gas_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by gas - Measured as a percentage of total electricity.
gas_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from gas - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.
greenhouse_gas_emissions	Ordered (quantitative)	million tonnes CO <sub>2</sub> equivalents	Emissions from electricity generation - Measured in megatonnes of CO <sub>2</sub> equivalents.
hydro_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in hydropower consumption - Figures are based on gross primary hydroelectric generation and do not account for cross-border electricity supply.
hydro_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in hydropower consumption - Input-equivalent energy is based on gross generation and does not account for cross-border electricity supply.
hydro_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from hydropower - Measured in terawatt-hours, using the substitution method.
hydro_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from hydropower per person - Measured in kilowatt-hours per person.
hydro_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from hydropower - Measured in terawatt-hours.
hydro_energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Hydropower consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
hydro_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by hydropower - Measured as a percentage of total electricity.
hydro_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from hydropower - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.

low_carbon_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in low-carbon energy consumption - Figures are based on gross generation and do not account for cross-border electricity supply.
low_carbon_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in low-carbon energy consumption - Input-equivalent energy is based on gross generation and does not account for cross-border electricity supply.
low_carbon_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from low-carbon sources - Measured in terawatt-hours, using the substitution method.
low_carbon_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from low-carbon sources per person - Low-carbon sources correspond to renewables and nuclear power, that produce significantly less greenhouse-gas emissions than fossil fuels.
low_carbon_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from low-carbon sources - Low-carbon sources correspond to renewables and nuclear power, that produce significantly less greenhouse-gas emissions than fossil fuels.
low_carbon_energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Low-carbon energy consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
low_carbon_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by low-carbon sources - Low-carbon sources correspond to renewables and nuclear power, that produce significantly less greenhouse-gas emissions than fossil fuels.
low_carbon_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from low-carbon sources - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.
net_elec_imports	Categorical (nominal)	terawatt-hours	Net electricity imports - Electricity imports minus exports, measured in TWh.
net_elec_imports_share_demand	Ordered (quantitative)	%	Net electricity imports as a share of demand - Electricity imports minus exports, measured as a percentage of total electricity demand.
nuclear_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in nuclear power consumption - Figures are based on gross generation and do not account for cross-border electricity supply.
nuclear_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in nuclear power consumption - Input-equivalent energy is based on gross generation and does not account for cross-border electricity supply.
nuclear_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from nuclear power - Measured in terawatt-hours, using the substitution method.
nuclear_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from nuclear power per person - Measured in kilowatt-hours per person.
nuclear_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from nuclear - Measured in terawatt-hours.
nuclear_energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Nuclear power consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
nuclear_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by nuclear power - Measured as a percentage of total electricity.
nuclear_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from nuclear power - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.
oil_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in oil consumption
oil_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in oil consumption
oil_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from oil - Measured in terawatt-hours.
oil_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from oil per person - Measured in kilowatt-hours per person.
oil_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from oil - Measured in terawatt-hours.
oil_energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Oil consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
oil_prod_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual change in oil production - Measured as a percentage of the previous year's production.
oil_prod_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in oil production - Measured in terawatt-hours.
oil_prod_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Oil production per capita - Measured in kilowatt-hours per capita.
oil_production	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Oil production - Measured in terawatt-hours.
oil_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by oil - Measured as a percentage of total electricity.
oil_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from oil - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.
other_renewable_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from other renewables - Measured in terawatt-hours, using the substitution method.

other_renewable_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from other renewables, including bioenergy - Measured in terawatt-hours.
other_renewable_exc_biofuel_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from other renewables, excluding bioenergy - Measured in terawatt-hours.
other_renewables_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in other renewables consumption - Figures are based on gross generation and do not account for cross-border electricity supply.
other_renewables_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in other renewables consumption - Input-equivalent energy, in terawatt-hours, is based on gross generation and does not account for cross-border electricity supply.
other_renewables_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from other renewables, including bioenergy, per person - Measured in kilowatt-hours per person.
other_renewables_elec_per_capita_exc_biofuel	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from other renewables, excluding bioenergy, per person - Measured in kilowatt-hours per person.
other_renewables_energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Other renewables consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
other_renewables_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by other renewables, including bioenergy - Measured as a percentage of total electricity.
other_renewables_share_elec_exc_biofuel	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by other renewables, excluding bioenergy - Measured as a percentage of total electricity.
other_renewables_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from other renewables - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.
per_capita_electricity	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Total electricity generation per person - Measured in kilowatt-hours per person.
primary_energy_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption - Measured in terawatt-hours.
renewables_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in renewables consumption
renewables_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in renewables consumption
renewables_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from renewables - Measured in terawatt-hours, using the substitution method.
renewables_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from renewables per person - Measured in kilowatt-hours per person.
renewables_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from renewables - Measured in terawatt-hours.
renewables_energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Renewables consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
renewables_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by renewables - Measured as a percentage of total electricity.
renewables_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from renewables - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.
solar_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in solar power consumption - Figures are based on gross generation and do not account for cross-border electricity supply.
solar_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in solar power consumption - Input-equivalent energy, in terawatt-hours, is based on gross generation and does not account for cross-border electricity supply.
solar_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from solar power - Measured in terawatt-hours, using the substitution method.
solar_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from solar power per person - Measured in kilowatt-hours per person.
solar_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from solar power - Measured in terawatt-hours.
solar_energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Solar power consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
solar_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by solar power - Measured as a percentage of total electricity.
solar_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from solar power - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.
wind_cons_change_pct	Ordered (quantitative)	%	Annual percentage change in wind power consumption - Figures are based on gross generation and do not account for cross-border electricity supply.
wind_cons_change_twh	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Annual change in wind power consumption - Input-equivalent energy, in terawatt-hours, is based on gross generation and does not account for cross-border electricity supply.
wind_consumption	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Primary energy consumption from wind power - Measured in terawatt-hours, using the substitution method.

wind_elec_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Electricity generation from wind power per person - Measured in kilowatt-hours per person.
wind_electricity	Ordered (quantitative)	terawatt-hours	Electricity generation from wind power - Measured in terawatt-hours.
wind_energy_per_capita	Ordered (quantitative)	kilowatt-hours	Wind power consumption per capita - Measured in kilowatt-hours per person.
wind_share_elec	Ordered (quantitative)	%	Share of electricity generated by wind power - Measured as a percentage of total electricity.
wind_share_energy	Ordered (quantitative)	%	Share of primary energy consumption that comes from wind power - Measured as a percentage of the total primary energy, using the substitution method.