



Analiza zużycia energii pierwotnej na świecie w kontekście przemian energetycznych

Robert RANOSZ¹⁾, Joanna JAKÓBCZYK²⁾, Klaudia PALMOWSKA¹⁾

¹⁾ AGH University in Krakow, Faculty of Civil Engineering and Resource Management, Krakow, Poland; email: rranosz@agh.edu.pl, ORCID: 0000-0001-7478-9129

²⁾ AGH University in Krakow, Faculty of Civil Engineering and Resource Management, Krakow, Poland; ORCID: 0000-0001-5030-9637

³⁾ AGH University in Krakow, Faculty of Civil Engineering and Resource Management, Krakow, Poland

<http://doi.org/10.29227/IM-2023-01-29>

Submission date: 12-05-2023 | Review date: 06-06-2023

Abstrakt

Celem niniejszego artykułu jest zbadanie konsumpcji energii w podziale na konsumpcję bazującą na źródłach nieodnawialnych, takich jak: węgiel, ropa naftowa, gaz ziemny i energia nuklearna, oraz konsumpcję bazującą na odnawialnych źródłach energii, takich jak: energia słoneczna, wiatrowa, wodna, geotermalna i z biomasy. Przeprowadzone badania wykazały, że zużycie energii pierwotnej stale rośnie, podczas gdy rozwój energetyki odnawialnej wciąż nie nadąża za tempem tego wzrostu (mimo, iż z roku na rok jej udział w całkowitym mikście energetycznym rośnie). Przyczyną tej sytuacji jest w głównej mierze fakt, iż w wielu krajach gospodarka nadal oparta jest na konwencjonalnych źródłach energii, a w niektórych z nich konsumpcja energii pierwotnej ulega wręcz znacznemu wzrostowi (jak ma to miejsce np. w Chinach). Z tego też powodu, sensownym wydaje się być podejmowanie różnego rodzaju przedsięwzięć zmierzających w kierunku obniżenia przez poszczególne kraje zużycia energii pierwotnej, co jak wykazał rok 2019, jest jak najbardziej możliwe.

Słowa kluczowe: energia, energia pierwotna, źródła energii konsumpcja energii, PKB

1. Wstęp

Wytwarzanie oraz konsumpcja energii należą do podstawowych procesów zachodzących na Ziemi. To właśnie energia stanowi jedną z najważniejszych materialnych potrzeb ludzkości, zaraz obok żywności i tlenu, a także zapewnia niustanny rozwój świata. Użytkowanie energii przez człowieka umożliwiło szeroki postęp cywilizacyjny, kulturowy oraz gospodarczy [1, 2].

Światowa Rada Energetyczna klasyfikuje zasoby energetyczne na dwie kategorie [1]:

- źródła nieodnawialne (węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny),
- źródła odnawialne (energia wodna, energia słoneczna, energia wiatrowa, energia geotermalna i biomasa, drewno).

Źródła nieodnawialne można określić jako zasoby (resources) lub rezerwy (reserves). Zasoby to całkowita możliwa do eksploatacji ilość surowca energetycznego. Natomiast rezerwy to część zasobów, którą nadająca się do wydobycia przy aktualnych możliwościach technologicznych oraz ekonomicznych [1, 3].

Człowiek wykorzystywał energię już od czasów starożytnych, pozyskując ciepło ze spalania drewna czy też suchych roślin. Wtedy energia służyła głównie do ogrzania się oraz do podgrzewania posiłków. Dodatkowo za pomocą łączywa lub pochodni wytwarzano energię świetłą. Pojawiły się także pierwsze metody odciążenia pracy ludzkich mięśni poprzez wykorzystanie pracy zwierząt. Około 3 tys. lat p.n.e. ludzkość nauczyła się pozyskiwać energię z wiatru, służącą do napędzania statków, a pod koniec epoki energię wodną stosowaną przy kołach wodnych [2, 3, 4].

Szczególnie istotne zmiany w energetyce miały miejsce w czasach nowożytnych, gdy w XVIII wieku wynaleziono ma-

szynę parową. Wynalazek ten okazał się przełomem dla przemysłu na całym świecie, a także wpłynął na szybszy rozwój społeczeństwa oraz poprawę jakości życia. Praca parowozu zastąpiła czynności niegdyś wykonywane ręcznie, co przyczyniło się do zwiększenia efektywności procesu oraz skrócenia czasu jego trwania. Do napędzania maszyny parowej wykorzystywano węgiel, który w wieku XIX stanowił główne źródło energii [2, 3, 4].

W energetyce XIX i XX można wyszczególnić 3 kamienie milowe mające wpływ na rozwój sektora paliwowego. Pierwszym z nich było wynalezienie silnika spalinowego, następnie wykorzystanie ropy naftowej na skalę globalną oraz zwiększone wydobycie gazu ziemnego. Gwałtowny wzrost zużycia energii nastąpił po zakończeniu II wojny światowej, spowodowany był rozwojem motoryzacji, lotnictwa oraz potrzebą odbudowy globalnej gospodarki. Zaczęto odchodzić od węgla, jako głównego surowca energetycznego i zastępować go ropą oraz gazem. Funkcjonująca wtedy gospodarka przybrała model, który był uzależniony od tzw. czarnego złota [1, 5].

Zużycie energii dynamicznie rośnie, ze względu na zwiększającą się liczbę ludności oraz szybki wzrost gospodarczy świata. Niestety takie działanie miało negatywny wpływ na środowisko, zmiany klimatyczne, a także na eskalację skutków globalnego ocieplenia. To jak ważna stała się energia dla gospodarki okazało się w latach siedemdziesiątych XX wieku, kiedy doszło do pierwszego kryzysu energetycznego. Został on wywołany zwiększonym embargiem krajów wschodnich na dostawy ropy do państw zachodu. Doprowadziło to do znacznych podwyżek cen czarnego złota na rynku światowym. Już początku lat osiemdziesiątych nastąpił drugi kryzys energetyczny. Wysokie ceny ropy oraz nieregularne dostawy osłabiły globalną gospodarkę i przemysł wytwórczy, a także dalszy rozwój społeczny świata. Zrozumiano wtedy, że ilość surowców w skorupie ziemskiej jest ograniczona, a rozsądne

gospodarowanie zasobami jest podstawą dalszego rozwoju. Zaczęto w większej mierze wykorzystywać gaz ziemny, węgiel i energię jądrową. Istotną rolę zaczęły również odgrywać odnawialne źródła energii (OZE), ponieważ świat, a głównie Europa podjęła kroki ograniczające negatywny wpływ sektora energetycznego na środowisko naturalne [1].

Światowa Rada Energetyczna (WEC) została utworzona w 1923 roku przez Daniel Dunlop'a. Jest to bezstronna, pozarządowa oraz niekomercyjna organizacja z siedzibą w Londynie, która zjednoczyła już ponad 3000 członków z prawie 100 krajów. Główną misją Rady jest: „Promowanie zrównoważonych dostaw i wykorzystywania energii z największą korzyścią dla ludzi” [6]. Rada prowadzi swoje działania zgodnie z przyjętą przez siebie definicją zrównoważonej energii, która opiera się na trzech podstawowych filarach [7]:

- Bezpieczeństwo energetyczne,
- Równość energetyczna,
- Zrównoważenie środowiskowe systemów energetycznych.

Rada odpowiedzialna jest także za organizowanie Światowych Kongresów Energetycznych, które są najważniejszymi spotkaniami w tym sektorze na świecie [7]. Do tej pory Kongres odbył się 24 razy, w tym ostatni miał miejsce w roku 2019 w Abu Dhabi. Na tych wydarzeniach przedstawiane są najnowsze wyzwania dla energetyki, ale i nowe technologie, które umożliwiają dalszy rozwój sektora [8].

Dodatkowo Rada co rok publikuje ranking World Energy Trilemma Index, który ocenia wydajność energetyczną państw i pomaga dostosować systemy energetyczne do aktualnej sytuacji politycznej. Wyniki Indeksu publikowane są w odniesieniu do bezpieczeństwa i równości energetycznej oraz zrównoważenia środowiskowego. Ranking przedstawia wyzwania danego kraju w równoważeniu Trilemma Energetycznego oraz prezentuje możliwości poprawy w osiąganiu aktualnych i przyszłych celów energetycznych. Indeks dostarcza także niezbędne informacje dla decydentów oraz liderów sektora energetycznego, finansowego i inwestycyjnego. W latach 2020 i 2021 państwami, które znalazły się w czołówce rankingu była: Szwecja, Szwajcaria oraz Dania. Natomiast kraje, które od roku 2000 odnotowały największy postęp energetyczny to: Kambodża, Birma i Republika Dominikany [9, 10].

Jeszcze przed pandemią światowi eksperci dyskutowali na temat nowej ery energetyki na świecie. W roku 2020 opublikowano pierwszy Indeks od czasu epidemii Covid-19 [7]. Został tam zaprezentowany kierunek sektora energetyki, w którym systemy energetyczne będą zorientowane na klienta, a nie na podaż jak w latach ubiegłych.

Przedstawiono także nowy model Energetyki 4D składający się z 4 głównych trendów dla tego sektora [7]:

- Dekarbonizacja (decarbonisation),
- Decentralizacja (decentralisation),
- Cyfryzacja (digitalisation),
- Zakłócenia (Distruption-as-usual).

Dekarbonizacja jest to proces systematycznego ograniczania emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, dążący do całkowitego zaprzestania wydzielania dwutlenku węgla. Dekarbonizacja odpowiada za zredukowanie ilości wydzielanych gazów na rzecz ochrony środowiska i przeciwdziałaniu globalnemu ociepleniu.

Jest to szereg działań zmieniających zachowania społeczne oraz gospodarcze, poprzez wykorzystywanie nowych technologii i bezemisyjnych źródeł energii. Plan działania globalnego sektora energii zakłada zerową emisję netto do 2050 roku [11, 12].

Proces decentralizacji opiera się na wytwarzaniu energii z lokalnych źródeł. W tym modelu dużą rolę odgrywają konsumenci, którzy powinni stosować zamknięty obieg gospodarki. Dodatkowo powinni oni inwestować w niewielkie źródła produkujące energię na własny użytek, rezygnując z importu energii w dużych ilościach [13].

Postęp technologiczny i szeroko rozumiana cyfryzacja nie ominęła również sektora energetycznego na świecie. Zastosowanie nowoczesnych rozwiązań pozwoli zwiększyć wydajność i niezawodność istniejących systemów energetycznych oraz sprawi, że będą one inteligentne i zrównoważone. Istotną kwestią cyfryzacji jest bezpieczeństwo cybernetyczne, które jest niezbędnym elementem przy rozwoju rozwiązań cyfrowych. Może również pomóc w zintegrowaniu rosnącego udziału energii odnawialnej poprzez dostarczanie elastycznych systemów elektroenergetycznych, które zapewniają rozwiązania po stronie popytu i magazynowanie energii, w tym dla sektorów, które są trudne do dekarbonizacji [14].

Światowa Rada Energetyczna ułatwiała wymianę wpływów, działań i prognoz przez cały czas dla swojej światowej społeczności, aby wydobyc nowe lekcje z pandemii w odniesieniu do energii. Rada opracowała także nową wizję sektora energetycznego 2025 opierającego się na humanizacji energii. World Energy Trilemma ma zapewnić nowe narzędzia, które zostaną wykorzystane do poprawy jakości projektowania polityki społecznej oraz globalnej energii [7, 9].

Już od wieków można zauważyć głębokie zmiany występujące w tym sektorze. W dzisiejszych czasach dotyczą one głównie odchodzenia od konwencjonalnych źródeł energii na rzecz energetyki odnawialnej. Taką tendencję w szczególności można zaobserwować w Europie. Dodatkowo energetyka centralnie planowana zastępowana jest rozproszonymi źródłami energii [15]. W artykule tym autorzy starają się odpowiedzieć między innymi na pytanie, czy podejmowane działania są wystarczające w kontekście ciągle rosnącego zapotrzebowania na energię pierwotną.

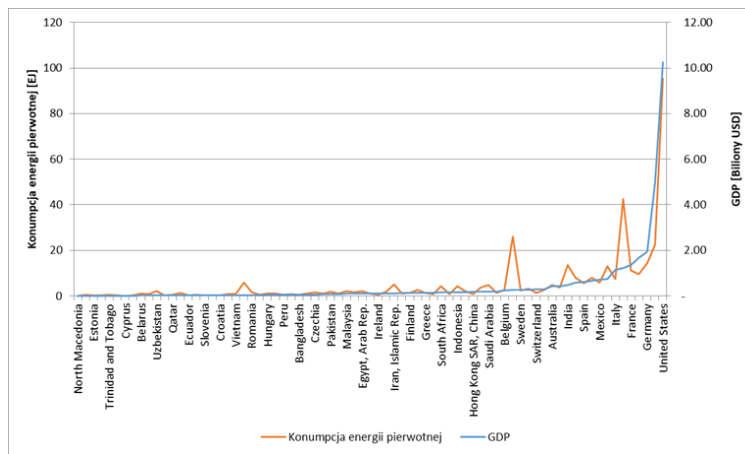
2. Metodologia – źródła danych

Analiza sektora energetycznego została oparta na danych zawartych w dokumencie Statistical Review of World Energy 2021 BP [16] Obejmowała ona dane za lata 2000–2021 dla dziewięciu podstawowych źródeł energii: energii pierwotnej, ropy, gazu ziemnego, węgla, energii nuklearnej, energii wodnej, energii słonecznej, energii wiatrowej, energii geotermalnej oraz z biomasy.

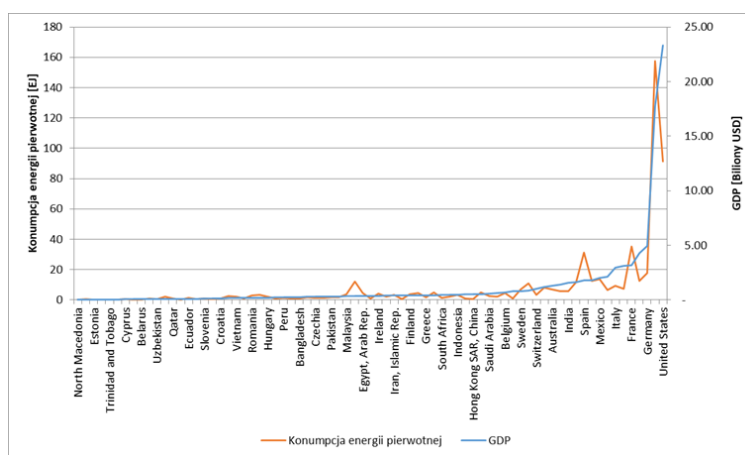
W ramach artykułu autorzy wsparli się również danymi pochodzącymi z World Bank Open Data [17] – w tym przypadku wykorzystano dane dotyczące wielkości Produktów Krajowych Brutto poszczególnych krajów świata. Analiza w głównej mierze oparta jest o badania ilościowe.

3. Analiza konsumpcji energii pierwotnej

Do funkcjonowania oraz rozwoju gospodarek świata, jak i gospodarstw domowych niezbędna jest energia. Analizując jej zużycie w XXI wieku z łatwością można zauważyć, iż z roku na rok jej zużycie rośnie. Na początku tego stulecia konsumpcja energii pierwotnej wyniosła 396,43 EJ (w przeliczeniu na



Rys. 1. Zależność pomiędzy PKB a konsumpcją energii pierwotnej dla roku 2000. Opracowanie własne na podstawie [16,17]
 Fig. 1. Relationship between GDP and primary energy consumption for the year 2000. Own elaboration based on [16, 17]



Rys. 2. Zależność pomiędzy PKB a konsumpcją energii pierwotnej dla roku 2021. Opracowanie własne na podstawie [16,17]
 Fig. 2. Relationship between GDP and primary energy consumption for 2021. Own elaboration based on [16,17]

jedną osobę 64,69 EJ), a w roku 2021 całkowita konsumpcja wynosiła już 591,05 EJ (w przeliczeniu na jedną osobę 96,14 EJ). Tak więc w analizowanym okresie całkowita konsumpcja oraz w przeliczeniu na jedną osobę wzrosła o 49%.

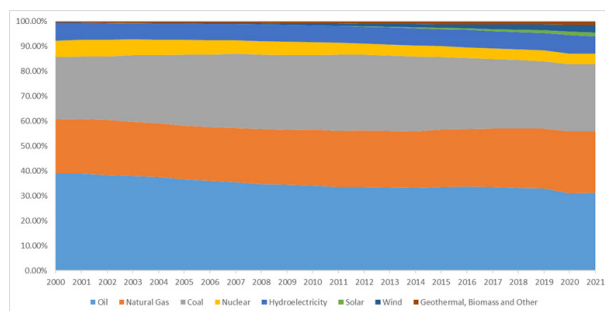
W roku 2000 największy udział w konsumpcji energii miały takie kontynenty jak: Ameryka Północna (28,9%), Azja i Pacyfik (28,5%) oraz Europa (22,2%), zaś najmniejsze Afryka (2,9%). W ramach Ameryki Północnej największa konsumpcja wystąpiła w Stanach Zjednoczonych (24,1% całkowitej światowej konsumpcji), w Azji i Pacyfiku Chiny (10,7% całkowitej konsumpcji światowej), a w Europie liderem pod tym względem były Niemcy (3,6% całkowitej konsumpcji światowej).

Niemniej jednak, jeżeli analizie poddamy te same dane w przeliczeniu na jedną osobę, wówczas klasyfikacja ta będzie się przedstawiała inaczej. Liderem w tej klasyfikacji jest Ameryka Północna ze zużyciem energii pierwotnej na jedną osobę w wysokości 277,9 GJ/osobę, a krajem liderującym w tej części świata pod tym kątem jest Kanada (427,74 GJ/osobę), kontynentem na drugim miejscu w roku 2000 pod kątem zużycia energii pierwotnej na jedną osobę było total CIS ze zużyciem 140,75 GJ/osobę, a liderem była Rosja (177,47 GJ/osobę). Europa pod tym względem nie dużo ustępowała z zużyciem na poziomie 139,04 GJ/osobę, zaś liderem była Norwegia (465,02 GJ/osobę) oraz Islandia (426,57 GJ/osobę). Azja Pacyficzna

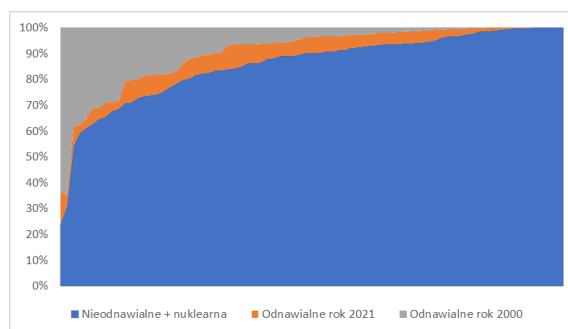
w okresie tym zużywała jedynie 32,52 GJ/osobę, a liderem była Australia ze zużyciem 246,56 GJ/osobę. Liderem pod kątem zużycia energii pierwotnej na jedną osobę w roku 2000 był Katar (815,43 GJ/osobę), zaś regionem, który najmniej zużywał energii pierwotnej w przeliczeniu na mieszkańca była środkowa Afryka (3,55 GJ/osobę)

W roku 2021 również wcześniej wymienione kontynenty były liderami pod kątem zużycia energii, niemniej jednak ich udziały uległy znacznym zmianom i tak na pierwszym miejscu uplasowała się Azja pacyficzna (46% całkowitego zużycia energii pierwotnej), drugie miejsce to Ameryka Północna (19%), a na trzecim miejscu znalazła się Europa (13,8%). W ramach Azji Pacyficznej liderem były Chiny (26,7% całkowitego zużycia energii pierwotnej), Stany Zjednoczone (15,5%) były liderem w Ameryce Północnej, a w Europie pod tym kątem wyróżniały się Niemcy (2,1%).

Biorąc pod uwagę zużycie energii pierwotnej na jedna osobę, podobnie jak to miało miejsce w roku 2000, tak też w roku 2021 sytuacja wygląda inaczej. Nadal liderem wśród kontynentów pozostała Ameryka Północna ze zużyciem 223,85 GJ/osobę, a Kanada liderem w ramach kontynentu (362,11 GJ/osobę) – w tym przypadku zarówno Stany Zjednoczone, jak i Kanada w tym okresie zmniejszyły zużycie energii na jedną osobę. Meksyk utrzymuje zużycie na podobnym poziomie w analizowanym okresie (między 50 a 60 GJ/



Rys. 3. Procentowy udział poszczególnych źródeł energii w całkowitej konsumpcji energii pierwotnej. Opracowanie własne na podstawie [16]
 Fig. 3. Percentage share of individual energy sources in total primary energy consumption. Own elaboration based on [16]



Rys. 4. Udział energii odnawialnej oraz nieodnawialnej (wraz z energią nuklearną) w całkowitym zużyciu energii pierwotnej dla roku 2000 oraz 2021. Opracowanie własne na podstawie [16]

Fig. 4. Share of renewable and non-renewable energy (including nuclear energy) in total primary energy consumption for 2000 and 2021. Own study based on [16]

osobę). Na drugim miejscu podobnie jak w roku 2000 znalazły się kraje CIS, niemniej jednak w odróżnieniu od Ameryki Północnej zużycie energii pierwotnej na jedną osobę wzrosło i wyniosło 162,96 GJ/osobę, a liderem pozostała Rosja (214,46 GJ/osobę). W odróżnieniu od roku 2000 w roku 2021 na trzecim miejscu uplasował się Środkowy Wschód ze zużyciem energii pierwotnej 143,01 GJ/osobę, a liderem w tym regionie oraz na całym świecie jest Katar (686,21 GJ/osobę). W roku 2021 regionem, który zużywał najmniej energii pierwotnej na jedną osobę była Eastern Africa (4,67 GJ/osobę).

W miejscu tym należy nadmienić, iż rok 2019 w skali całego świata był rokiem wyjątkowym ze względu na pojawienie się pandemii Covid-19, a co za tym idzie, wprowadzenie nowych dla obecnie funkcjonujących w społeczeństwie rozwiązań – np. takich jak powszechna praca zdalna – jak wykazują dane, w roku tym można było zaobserwować znaczący spadek konsumpcji energii pierwotnej.

W badaniu zużycia energii pierwotnej postanowiono również nałożyć na nią wielkość wytworzonego produktu krajowego brutto (PKB) przez poszczególne kraje. Wielkości zużycia energii pierwotnej oraz PKB dla poszczególnych krajów zostały zaprezentowane na rysunku 1 (rok 2000) oraz na rysunku 2 (rok 2021).

Jak wynika z powyższych rysunków, istnieje bardzo duża zależność pomiędzy PKB a zużyciem energii pierwotnej (w jednym i drugim przypadku korelacja to 90%). Zatem zużycie energii pierwotnej wpływa na rozwój gospodarczy danych krajów, tak więc aby dany kraj czy też region mogły się rozwijać, muszą konsumować coraz to większe ilości energii pierwotnej.

W tym miejscu należy jednak zwrócić uwagę na źródła, z których korzysta się, aby osiągnąć wzrost gospodarczy na

wysokim poziomie. Na rysunku 3 zaprezentowano jak to wygląda dla całego świata.

Jak wynika z rysunku 3 świat w ponad 80% konsumuje energię nieodnawialną (pochodzącą z: ropy naftowej, węgla oraz gazu ziemnego). W roku 2000 udział tych trzech paliw w ogólnej konsumpcji energii pierwotnej to 85,64%, natomiast w roku 2021 udział ten uległ niewielkiemu spadkowi i wyniósł 82,85%. W przypadku odnawialnych źródeł energii, do których zaliczono: energię wiatrową, słoneczną, wodną, geotermalną i biomasę, udział w całości konsumpcji energii pierwotnej w roku 2000 to 7,71%, natomiast w roku 2021 udział ten wzrósł do 12,87%. Najbardziej dynamiczny wzrost udziału odnotowano w przypadku energii wiatrowej oraz słonecznej. Niemniej jednak rozpatrując tylko te dwa źródła energii, to ich udział w całości konsumpcji energii pierwotnej nadal jest na bardzo niskim poziomie i w roku 2021 wyniósł on 4,61%.

W miejscu tym warto zwrócić uwagę na wykorzystanie poszczególnych źródeł energii w poszczególnych regionach oraz krajach. Na rysunku 4 przedstawiono wykorzystanie źródeł odnawialnych oraz nieodnawialnych (poszerzonych o energię nuklearną) w roku 2000 oraz 2021.

Jak wynika z powyższego rysunku, na przestrzeni ostatnich 21 lat nastąpiła niewielka poprawa, jeżeli chodzi o wykorzystanie źródeł odnawialnych w całości konsumpcji energii pierwotnej. Krajami liderującymi w tej klasyfikacji jest Islandia oraz Norwegia – w krajach tych wykorzystanie energii odnawialnej to odpowiednio 87% i 72%. Należy jednak podkreślić, iż zdecydowana większość to energia wodna oraz z geotermii i biomasy, wykorzystanie energii wiatrowej i słonecznej w tych krajach to odpowiednio 0% i 6%. Poza tymi dwoma krajami reszta z analizowanych państw wykorzystuje energię nieodnawialną

Tab. 1. Udział w konsumpcji energii pierwotnej dla krajów, które stanowią ponad 80% konsumpcji całego świata. Opracowanie własne na podstawie [16]
 Tab. 1. Share in primary energy consumption for countries that account for over 80% of the world's consumption. Own elaboration based on [16]

| Kraj | Rok 2000 | | | Rok 2021 | | | |
|-----------------------|----------------|-------------|----------------|----------------|--------------|----------------|-----------------------|
| | Nieodnawialne* | Odnawialne | Słońce i wiatr | Nieodnawialne* | Odnawialne | Słońce i wiatr | Udział % w konsumpcji |
| China | 94.3% | 5.7% | 0.0% | 85.1% | 14.9% | 5.9% | 26.7% |
| US | 96.1% | 3.9% | 0.1% | 90.8% | 9.2% | 5.7% | 15.5% |
| India | 93.6% | 6.4% | 0.1% | 90.9% | 9.1% | 3.6% | 6.0% |
| Russian Federation | 93.3% | 6.7% | 0.0% | 93.4% | 6.6% | 0.1% | 5.3% |
| Japan | 95.2% | 4.8% | 0.0% | 88.6% | 11.4% | 5.0% | 3.0% |
| Canada | 70.3% | 29.7% | 0.0% | 70.6% | 29.4% | 2.7% | 2.3% |
| South Korea | 99.5% | 0.5% | 0.0% | 96.5% | 3.5% | 1.9% | 2.1% |
| Germany | 97.2% | 2.8% | 0.7% | 81.3% | 18.7% | 12.5% | 2.1% |
| Iran | 99.2% | 0.8% | 0.0% | 98.7% | 1.3% | 0.1% | 2.1% |
| Brazil | 58.4% | 41.6% | 0.0% | 58.0% | 42.0% | 7.2% | 2.0% |
| Saudi Arabia | 100.0% | 0.0% | 0.0% | 99.9% | 0.1% | 0.1% | 1.8% |
| France | 93.4% | 6.6% | 0.0% | 87.5% | 12.5% | 5.2% | 1.6% |
| Indonesia | 96.3% | 3.7% | 0.0% | 93.1% | 6.9% | 0.1% | 1.4% |
| United Kingdom | 98.9% | 1.1% | 0.1% | 82.7% | 17.3% | 10.2% | 1.2% |
| Turkey | 89.3% | 10.7% | 0.0% | 83.5% | 16.5% | 6.1% | 1.2% |
| Mexico | 92.9% | 7.1% | 0.0% | 89.6% | 10.4% | 4.6% | 1.1% |
| Italy | 92.8% | 7.2% | 0.1% | 82.3% | 17.7% | 6.8% | 1.1% |
| Australia | 96.0% | 4.0% | 0.0% | 87.1% | 12.9% | 9.6% | 1.0% |
| Spain | 93.0% | 7.0% | 0.9% | 78.4% | 21.6% | 15.2% | 0.9% |
| Thailand | 97.4% | 2.6% | 0.0% | 94.5% | 5.5% | 1.7% | 0.8% |
| Taiwan | 98.4% | 1.6% | 0.0% | 97.0% | 3.0% | 1.9% | 0.8% |
| South Africa | 99.6% | 0.4% | 0.0% | 96.6% | 3.4% | 3.0% | 0.8% |
| Argentina | 87.7% | 12.3% | 0.0% | 89.7% | 10.3% | 4.2% | 0.6% |
| Srednia wazona | 93.5% | 6.5% | 0.1% | 87.6% | 12.4% | 5.0% | |

*wraz z energią nuklearną

Tab. 2. Konsumpcja energii pierwotnej dla krajów, które stanowią ponad 80% konsumpcji całego świata. Opracowanie własne na podstawie [16]
 Tab. 2. Primary energy consumption for countries that account for over 80% of the world's consumption. Own elaboration based on [16]

| Kraj | Rok 2000 | | | Rok 2021 | | | |
|--------------------|----------------|-------------|----------------|----------------|-------------|----------------|-----------------------|
| | Nieodnawialne* | Odnawialne | Słońce i wiatr | Nieodnawialne* | Odnawialne | Słońce i wiatr | Udział % w konsumpcji |
| China | 40.1 | 2.4 | 0.0 | 134.1 | 23.5 | 9.3 | 26.7% |
| US | 91.7 | 3.7 | 0.1 | 83.1 | 8.4 | 5.2 | 15.5% |
| India | 12.6 | 0.9 | 0.0 | 32.1 | 3.2 | 1.3 | 6.0% |
| Russian Federation | 24.2 | 1.7 | 0.0 | 29.2 | 2.1 | 0.0 | 5.3% |
| Japan | 21.4 | 1.1 | 0.0 | 15.7 | 2.0 | 0.9 | 3.0% |
| Canada | 9.2 | 3.9 | 0.0 | 9.8 | 4.1 | 0.4 | 2.3% |
| South Korea | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 12.1 | 0.4 | 0.2 | 2.1% |
| Germany | 13.9 | 0.4 | 0.1 | 10.2 | 2.3 | 1.6 | 2.1% |
| Iran | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 0.2 | 0.0 | 2.1% |
| Brazil | 4.7 | 3.3 | 0.0 | 6.8 | 4.9 | 0.8 | 2.0% |
| Saudi Arabia | 4.8 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | 0.0 | 0.0 | 1.8% |
| France | 10.4 | 0.7 | 0.0 | 8.1 | 1.2 | 0.5 | 1.6% |
| Indonesia | 4.0 | 0.2 | 0.0 | 7.4 | 0.6 | 0.0 | 1.4% |
| United Kingdom | 9.5 | 0.1 | 0.0 | 5.9 | 1.2 | 0.7 | 1.2% |
| Turkey | 2.8 | 0.3 | 0.0 | 5.7 | 1.1 | 0.4 | 1.2% |
| Mexico | 5.5 | 0.4 | 0.0 | 6.1 | 0.7 | 0.3 | 1.1% |
| Italy | 7.0 | 0.5 | 0.0 | 5.2 | 1.1 | 0.4 | 1.1% |
| Australia | 4.5 | 0.2 | 0.0 | 5.0 | 0.7 | 0.5 | 1.0% |
| Spain | 5.1 | 0.4 | 0.1 | 4.3 | 1.2 | 0.8 | 0.9% |
| Thailand | 2.6 | 0.1 | 0.0 | 4.7 | 0.3 | 0.1 | 0.8% |
| Taiwan | 3.6 | 0.1 | 0.0 | 4.8 | 0.2 | 0.1 | 0.8% |
| South Africa | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 4.8 | 0.2 | 0.2 | 0.8% |
| Argentina | 2.2 | 0.3 | 0.0 | 3.0 | 0.4 | 0.1 | 0.6% |
| Suma | 297.2 | 20.9 | 0.3 | 421.0 | 59.9 | 23.9 | 0.8 |

*wraz z energią nuklearną

w 50% i powyżej. Należy również zwrócić uwagę na taki kraj jak Dania, który na przestrzeni analizowanego okresu znacząco zwiększył udział energii pochodzącej ze słońca oraz wiatru i w tym przypadku wartość ta wynosi 25%.

W przypadku krajów, które zużywają największą ilość energii pierwotnej udział procentowy w roku 2021 kształtuje się następująco: Stany Zjednoczone w roku 2021 bazują w 91% na energii nieodnawialnej oraz nuklearnej, Chiny w 85% korzystają ze źródeł nieodnawialnych oraz energii nuklearnej, Niemcy w 81% a Rosja w 93% używa energii nieodnawialnej wraz z energią jądrową. W tabeli 1 zestawiono 23 kraje, które konsumują energię pierwotną w ponad 80% całości.

Jak wynika z tabeli powyżej, wszystkie kraje obniżyły swój udział nieodnawialnych źródeł energii, jednak nie były to spadki znaczące i w roku 2021 nadal ponad 80% energii

pozyskiwano z nieodnawialnych źródeł energii. Na wyróżnienie zasługują takie państwa jak Niemcy, Wielka Brytania oraz Hiszpania, których udział energii pozyskiwany z wiatru oraz słońca przekracza 10% w całości zużycia energii pierwotnej. Można na ten problem spojrzeć jednak jeszcze z innej strony – czy jeżeli obniżony został udział źródeł nieodnawialnych to znaczy, że mniej produkujemy energii z tych źródeł? Odpowiedzią na to pytanie jest zestawienie tych samych krajów, jednak nie z udziałem procentowym, a konsumpcją z poszczególnych źródeł w ujęciu nominalnym (tabela 2).

Jak wynika z tabeli 2, tylko 7 państw obniżyło konsumpcję z nieodnawialnych źródeł energii i są to: Stany Zjednoczone, Japonia, Niemcy, Francja, Wielka Brytania, Włochy oraz Hiszpania – łącznie obniżono konsumpcję z nieodnawialnych źródeł energii o 26,61 EJ – nie jest to wartość imponująca,

szczególnie biorąc pod uwagę, iż same Chiny w tym czasie zwiększyły konsumpcję z nieodnawialnych źródeł energii o 94,01 EJ, czyli o tyle ile z tych źródeł w roku 2021 konsumują łącznie takie kraje jak: Iran, Brazylia, Arabia Saudyjska, Francja, Indonezja, Wielka Brytania, Turcja, Meksyk, Włochy, Australia, Hiszpania, Tajlandia, Taiwan, Afryka południowa oraz Argentyna.

Podsumowanie

Mimo, iż udział odnawialnych źródeł energii w ogólnym mikście energetycznym rośnie z roku na rok, to i tak zwiększone zapotrzebowanie na energię pierwotną powoduje, iż globalnie zwiększamy konsumpcję z nieodnawialnych źródeł energii. W analizowanym okresie produkcja z nieodna-

wialnych źródeł energii dla 23 państw, które stanowią ponad 80% konsumpcji energii pierwotnej na całym świecie wzrosła o ponad 123 EJ czyli na przestrzeni 21 lat jest to wzrost o 42% – sytuacja ta pokazuje, iż jeżeli chcemy obniżyć zużycie tych źródeł energii to tempo wzrostu energetyki odnawialnej musi rosnąć w znacznie wyższym tempie. Ewentualnie muszą zostać wprowadzone skuteczne rozwiązania powodujące obniżenie konsumpcji energii pierwotnej – w szczególności z uwagi na fakt, iż pandemia COVID-19 (rok 2019) wykazała, iż możliwym jest obniżenie zużycia energii w skali globalnej przez poszczególne kraje. Jak wykazano w artykule wzrost zużycia energii pierwotnej nie jest związany tylko i wyłącznie z faktem, iż na ziemi jest coraz więcej ludzi, ale z faktem, iż ludzie zużywają coraz więcej energii.

Literatura – References

1. Soliński J., Kluczowe elementy rozwoju światowego i polskiego sektora energii. Zakład Wydawniczy Energetyka 2004
2. Kopecki K.: Człowiek w świecie energii. Książka i Wiedza, Warszawa 1979
3. Soliński J., Gawlik L.: Rys historyczny, rozwój i stan obecny światowego i polskiego sektora energii. Zakład Wydawniczy Energetyka, Katowice 2012, s. 142-149
4. Mejro C.: Podstawy gospodarki energetycznej. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1980.
5. World Energy Supplies 1954-1974. UN, New York 1976
6. World Energy Council <https://www.worldenergy.org/about-us>
7. World Energy Trilemma Index 2020, World Energy Council, Londyn 2020
8. Światowa Rada Energetyczna https://en.wikipedia.org/wiki/World_Energy_Council
9. World Energy Trilemma Index 2021, World Energy Council, Londyn 2021
10. World Energy Trilemma Index <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-index>
11. Dekarbonizacja <https://mfiles.pl/pl/index.php/Dekarbonizacja>
12. International Energy Agency: Zerowe emisje netto do 2050 r. Plan działania dla globalnego sektora energii. IEA Publications, Francja 2022
13. Strategie energetyczne <https://wysokienapiecie.pl/24254-nagle-rozmnozenie-rzadowych-strategii-energetycznych-czy-ilosc-przejdzie-w-jakosc/>
14. Cyfryzacja energetyki https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/digitalisation-energy-sector_en
15. Olkusiński T., Stala-Szlugaj K.: Tendencje zmian występujące w światowej energetyce. Zeszyty naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk nr. 98, Kraków 2017
16. Statistical Review of World Energy – BP <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
17. World Bank Data <https://www.data.worldbank.org>

Analysis of Primary Energy Consumption in the World in the Context of Energy Transformations

The purpose of this article is to examine energy consumption broken down into consumption based on non-renewable sources, such as: coal, oil, natural gas and nuclear energy, and consumption based on renewable energy sources, such as: solar, wind, hydro, geothermal and biomass. The conducted research has shown that the consumption of primary energy is constantly growing, while the development of renewable energy still lags behind the pace of this growth (although its share in the total energy mix is growing year by year). The reason for this situation is mainly the fact that in many countries the economy is still based on conventional energy sources, and in some of them the consumption of primary energy is even significantly increasing (as is the case, for example, in China). For this reason, it seems reasonable to undertake various types of projects aimed at reducing the consumption of primary energy by individual countries, which, as 2019 showed, is absolutely possible.

Keywords: energy, primary energy, energy sources, energy consumption, GDP