

Authors' contribution/  
Wkład autorów:  
A. Study design/  
Zaplanowanie badań  
B. Data collection/  
Zebranie danych  
C. Statistical analysis/  
Analiza statystyczna  
D. Data interpretation/  
Interpretacja danych/  
E. Manuscript preparation/  
Przygotowanie tekstu  
F. Literature search/  
Opracowanie  
piśmiennictwa  
G. Funds collection/  
Pozyskanie funduszy

## BEHAVIORAL ASPECTS OF INVESTMENTS IN RENEWABLE ENERGY SOURCES ON THE EXAMPLE OF PODKARPACKIE PROVINCE

### BEHAWIORALNE ASPEKTY INWESTYCJI W ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII NA PRZYKŁADZIE PODKARPACIA

Katarzyna Szara<sup>1(A,B,C,D,E,F,G)</sup>

<sup>1</sup> Institute of Economics and Finance, University of Rzeszow, Poland

<sup>1</sup> Instytut Ekonomii i Finansów, Uniwersytet Rzeszowski, Polska

Szara, K. (2024). Behavioral aspects of investments in renewable energy sources on the example of Podkarpackie province/ Behawioralne aspekty inwestycji w odnawialne źródła energii na przykładzie Podkarpacia. *Economic and Regional Studies*, 17(1), 164-180. <https://doi.org/10.2478/ers-2024-0009>

#### ORIGINAL ARTICLE

JEL code: D90, D91

Submitted:  
September 2023

Accepted:  
March 2024

Tables: 1  
Figures: 2  
References: 48

#### ORYGINALNY ARTYKUŁ NAUKOWY

Klasyfikacja JEL: D90, D91

Zgłoszony:  
wrzesień 2023

Zaakceptowany:  
marzec 2024

Tabele: 1  
Rysunki: 1  
Literatura: 48

#### Abstract

**Subject and purpose of work:** The subject of the study consists of the biases made when investing in photovoltaic panels. The purpose of the study is to identify biases associated with investing in renewable energy sources.

**Materials and methods:** Data from a survey conducted among owners of photovoltaic installations in Subcarpathia were used. The literature has identified papers on factors other than behavioral errors affecting investments in photovoltaic panels.

**Results:** Respondents succumbed to the anchoring effect, the error of positive retrospection, information bias, choice-supportive bias and framing bias when deciding to invest in photovoltaic panels.

**Conclusions:** The research conducted makes it possible to confirm that people's behavior while investing is influenced by non-economic factors. Knowledge of behavioral biases can allow one to calibrate financial incentives in order to influence customers more effectively.

**Keywords:** behavioral biases, investment, photovoltaic panels

#### Streszczenie

**Przedmiot i cel pracy:** Przedmiotem badania są błędy poznawcze popełnione podczas inwestycji w panele fotowoltaiczne. Celem pracy jest identyfikacja błędów poznawczych związanych z inwestycją w odnawialne źródła energii.

**Materiały i metody:** Wykorzystano dane z badania ankietowego zrealizowanego wśród właścicieli instalacji fotowoltaicznych na Podkarpaciu. W literaturze przedmiotu zidentyfikowano prace poświęcone innym czynnikom niż błędy behawioralne wpływające na inwestycje w panele fotowoltaiczne.

**Wyniki:** Respondenci podejmując decyzje o inwestycji w panele fotowoltaiczne ulegli heurystyce zakotwiczenia, błędowi pozytywnej retrospekcji, niepotrzebnych informacji, wspierania decyzji, ramy.

**Wnioski:** Przeprowadzone badania pozwalają na potwierdzenie zachowań ludzi i uleganiu wpływowi innych niż ekonomiczne czynniki przy inwestowaniu. Wiedza dotycząca błędów behawioralnych może pozwalać na kalibrowanie zachęt finansowych, dzięki którym można skuteczniej wpływać na klienta.

**Słowa kluczowe:** błędy behawioralne, inwestycja, panele fotowoltaiczne

**Address for correspondence / Adres korespondencyjny:** dr hab. Katarzyna Szara, prof. UR (ORCID: 0000-0003-1687-0505; e-mail: kszara@ur.edu.pl); Instytut Ekonomii i Finansów, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów, Polska.

**Journal included in:** AgEcon Search; AGRO; Arianta; Baidu Scholar; BazEkon; Cabell's Journalytics; CABI; CNKI Scholar; CNPIEC - cnpLINKer; Dimensions; DOAJ; EBSCO; ERIH PLUS; ExLibris; Google Scholar; Index Copernicus International; J-Gate; JournalTOCs; KESLI-NDSL; MIAR; MyScienceWork; Naver Academic; Naviga (Softweco); Polish Ministry of Science and Higher Education; QOAM; ReadCube, Research Papers in Economics (RePEc); SCILIT; Scite; Semantic Scholar; Sherpa/RoMEO; TDNet; Ulrich's Periodicals Directory/ulrichsweb; WanFang Data; WorldCat (OCLC); X-MOL

**Copyright:** © 2024, Katarzyna Szara. **Publisher:** John Paul II University in Biała Podlaska, Poland.

## Introduction

Decision-making can be considered an integral part of human life. Decisions depend on various factors. Such factors are particularly important in the case of investment decisions. A rational investor acts to maximize his profits, is not influenced by emotions or pressures from the environment, and is guided only by information that results from sound financial analysis (Zaleśkiewicz, 2003).

Unfortunately, this is not the case in real life. When deciding, people often make mistakes they are not always aware of. Such errors can affect the decision and generate various consequences. This is one of the fundamental discoveries of behavioral economics: that people's decisions are subject to the rules of heuristics and biases.

From an economic point of view, a decision affected by a cognitive bias has important implications in investing. The same is true for the awareness of factors that influence the decision-making because it allows one to choose the right investment option. That option may be presented to the investor in such a way that other factors will become more important than the return on investment.

Renewable energy sources, which have appeared in the Polish landscape not only in the form of wind power plants but also photovoltaic installations or heat pumps are a popular form of investment.

In the reports (Rynek 2023, 2022) on the photovoltaic market, one can find assessments of the payback period, transaction costs or examples of calculating the profitability of installing photovoltaic panels. These reports also include descriptively presented advantages of this form of investment, presented on the basis of surveys carried out among prosumers. Therefore, biases made while investing in photovoltaic panels are the subject of the study. This is an important issue due to the fact that in the literature on investments in photovoltaic panels, we encounter papers focusing on the evaluation of the product on offer in the context of its technological features. There are also studies evaluating the financing of such an investment from external sources. However, there is a lack of research on investments in photovoltaic panels analyzed through the optics of a behavioral approach. The present work is an attempt to fill this research gap.

The purpose of this paper is to identify biases associated with investment in renewable energy sources.

The first part of the paper presents the situation in the photovoltaic market in Europe and Poland, with the results of own research presented after the methodology. In the following section, a discussion

## Wstęp

Podejmowanie decyzji można uznać za nieodłączny element ludzkiego życia. Decyzje te warunkowane są przez różne czynniki. Mają one szczególne znaczenie w przypadku decyzji inwestycyjnych. Racjonalny inwestor działa w taki sposób, aby zmaksymalizować swoje zyski, nie ulega wpływowi emocji ani naciskom ze strony otoczenia oraz kieruje się wyłącznie informacjami, które wynikają z solidnej analizy finansowej (Zaleśkiewicz, 2003).

Niestety w rzeczywistości tak nie jest. Decydując ludzie często popełniają błędy, których nie zawsze są świadomi. Błędy te mogą mieć przełożenie na efekt decyzji i generować różne następstwa. Jest to jedno z podstawowych odkryć ekonomii behawioralnej: że decyzje podejmowane przez ludzi podlegają zasadom heurystyk i uprzedzeń.

Z ekonomicznego punktu widzenia decyzja, która była obarczona błędem poznawczym ma ważne znaczenie w inwestowaniu. Podobnie, jak znajomość czynników wpływających na podejmowane decyzje, pozwala bowiem na wybór właściwej opcji inwestycji. Opcja ta zaś może być zaprezentowana inwestorowi w taki sposób, że inne czynniki będą istotniejsze niż zwrot z inwestycji.

Popularną formą inwestowania są odnawialne źródła energii, które pojawiły się z krajobrazie Polski nie tylko w postaci elektrowni wiatrowych, ale także instalacji fotowoltaicznych czy pomp ciepłych.

W raportach (Rynek 2023, 2022) dotyczących rynku fotowoltaiki można znaleźć oceny okresu zwrotu, kosztów transakcyjnych, czy przykłady obliczeń opłacalności montażu paneli fotowoltaicznych. W raportach tych znajdziemy również deskryptywnie przedstawione zalety tej formy inwestycji, prezentowane na podstawie badań zrealizowanych wśród prosumentów. Dlatego, przedmiotem badań są błędy poznawcze popełnione podczas inwestycji w panele fotowoltaiczne. Jest to zagadnienie ważne ze względu, iż w literaturze przedmiotu związanej z inwestycjami w panele fotowoltaiczne spotykamy prace dotyczące oceny oferowanego produktu w kontekście jego cech technologicznych. Znajdują się także opracowania oceniające finansowanie tej inwestycji ze źródeł zewnętrznych. Brak jest natomiast badań dotyczących inwestowania w panele fotowoltaiczne analizowanych przez optykę podejścia behawioralnego. Niniejsza praca jest próbą wypełnienia tej luki badawczej.

Celem pracy jest identyfikacja błędów poznawczych związanych z inwestycją w odnawialne źródła energii.

W pierwszej części pracy przedstawiono sytuację na rynku fotowoltaiki w Europie i w Polsce, po

is undertaken with reference to the literature on the subject. The work concludes with a summary.

### **Photovoltaic market in the European Union and Poland**

According to IRENA, PV capacity at the end of December 2022 was 1,046.6 GW, with 191 GW of new capacity added throughout the year, most in China – more than 86 MW (Rynek, 2023). The development of the photovoltaic market is also extremely dynamic in the EU27. The installed capacity reached 198 GW in the EU countries at the end of 2022, an annual increase of 36 GW. EU countries achieved a 22% increase in the total installed PV capacity in 2022 compared to 2021. The growth rate of the EU photovoltaic market was significant but, it is worth noting, almost three times lower than in Poland (Rynek, 2023).

At the end of 2022, Germany had the largest total installed PV capacity with 67 GW, followed by Italy with 25 GW and Spain with 20 GW. Poland was the only country in Central and Eastern Europe to rank among the top six EU countries in terms of total installed capacity of 12 GW (data for 2022) (Rynek, 2023).

Poland had the highest capacity growth rate with a 62% increase in installed capacity in 2022; Spain, with 30%, and the Netherlands, with 26%, also have high growth rates, while France, with 17%, and Germany, with 12%, have much lower growth rates.

It should be emphasized that the annual growth rate of the Polish photovoltaic market has been at a double-digit level for the past 8 years. This has caused Poland to remain among the European leaders in terms of new capacity additions for several years, and there are many indications that it will remain so in the coming years.

In 2023, for the first time ever, the European Union prepared a solar energy strategy. In the EU Solar Energy Strategy, the Commission noted that, in order to effectively meet climate and energy policy goals, the EU's installed PV capacity should quadruple over the next decade from 136 GW to 600 GW by the end of 2030. This is in response to the U.S. Inflation Reduction Act and in response to shaky trade relations with China in photovoltaics (Rynek, 2023).

The EU's new solar strategy aims to install more than 320 GW of solar photovoltaic capacity as early as 2025 and nearly 600 GW by 2030. The PV cell and module manufacturing industry in the EU would come close to reaching production capacity

metodyce, zaprezentowano wyniki badań własnych. W kolejnej części podjęto dyskusję w odniesieniu do literatury przedmiotu. Pracę kończy podsumowanie.

### **Rynek fotowoltaiki w Unii Europejskiej i w Polsce**

Według agencji IRENA moc PV na koniec grudnia 2022 roku wynosiła 1046,6 GW, a w całym roku przybyło 191 GW nowych mocy, najwięcej w Chinach – ponad 86 MW (Rynek, 2023). Także w krajach UE 27 rozwój rynku fotowoltaicznego jest niezwykle dynamiczny. Na koniec 2022 roku moc zainstalowana w krajach Unii Europejskiej wyniosła 198 GW, co oznacza roczny przyrost 36 GW. Kraje UE uzyskały w 2022 roku 22% wzrost całkowitej mocy zainstalowanej w PV w stosunku do roku 2021. Tempo wzrostu rynku fotowoltaicznego w UE było znaczące, ale – warto podkreślić – niemal trzy razy niższe niż w Polsce (Rynek, 2023).

Na koniec 2022 roku największą łączną moc zainstalowaną w instalacjach PV miały Niemcy – 67 GW, następnie Włochy – 25 GW i Hiszpania – 20 GW. Polska jako jedyne państwo Europy Środkowo-Wschodniej znalazła się w pierwszej szóstce krajów UE pod względem całkowitej mocy zainstalowanej 12 GW (dane za 2022 rok) (Rynek, 2023).

Polska miała największą dynamikę przyrostu mocy, w 2022 roku uzyskała 62% wzrost mocy zainstalowanej, dużą dynamiką wzrostu charakteryzują się także Hiszpania – 30% oraz Holandia – 26%, znacznie mniejszą Francja – 17% i Niemcy – 12%.

Podkreślić należy, że roczna dynamika rozwoju polskiego rynku fotowoltaiki jest od 8 lat na dwucyfrowym poziomie. Powoduje to, że od kilku lat Polska utrzymuje się w czołówce europejskiej pod względem przyrostu nowych mocy i wiele wskazuje na to, że tak pozostanie w najbliższych latach.

W 2023, po raz pierwszy w historii, Unia Europejska przygotowała strategię energetyki słonecznej. W EU Solar Energy Strategy Komisja zauważa, że aby skutecznie realizować cele polityki klimatycznej - energetycznej, moc zainstalowana w fotowoltaice w UE powinna wzrosnąć w ciągu najbliższej dekady czterokrotnie – z 136 GW do 600 GW do końca 2030 roku. Jest to odpowiedź na amerykańską ustawę o redukcji inflacji i odpowiedzią na zachwiane relacje handlowe z Chinami w fotowoltaice (Rynek, 2023).

Nowa strategia UE na rzecz energii słonecznej stawia sobie za cel zainstalowanie ponad 320 GW mocy fotowoltaiki słonecznej już do 2025 roku oraz niemal 600 GW do 2030 roku. Przemysł produkcji ogniw i modułów PV w UE zbliżyłby się już w 2025 roku do osiągnięcia mocy produkcyjnych

equivalent to 20 GW per year (currently 5 GW) as early as 2025 (Rynek 2022, p. 14). Information on the development of the global PV market can be found in the work of IRENA (2023), European Commission (2014), Lazaroiu, A.C., Gmal O., M., Strejoiu, C.V., Lazaroiu G. A., (2023), Snapshot of Global PV Market (2023), Allouhi A., Rehman S., Buker M.S., Said Z. (2022).

Photovoltaics have become a major driver of RES development in Poland over the past two years. Photovoltaic installed capacity in 2020 and 2021 achieved spectacular results. Increases in new installed capacity amounted to 2.4 GW and 3.7 GW respectively, a record that is hard to beat. The year 2021 saw a peak in the growth of new prosumer capacity. Photovoltaic installed capacity nearly doubled during 2021 compared to the previous year (Rynek, 2022).

In Poland, micro-installations have the largest share of the PV market. They accounted for nearly 80% of installed PV capacity in 2021. This was the consequence of several factors, including an increased popularity of this technology among prosumers, subsidies under the *Mój Prąd* (My Current) program, and the change from net metering to net billing. The program has been running intermittently since September 2019 and, in a new format, continues until now (Rynek, 2022).

The share of installed PV capacity at the end of the first quarter of 2022 accounted for half of the installed capacity in all renewable energy sources (RES). Thus, PV installation capacities were higher than those of wind sources for the first time. The above data clearly indicate that photovoltaics has been the fastest growing RES technology in Poland for the past 3 years, with the highest annual growth rates and an increasingly important share in the energy mix (Rynek, 2023).

When investing in photovoltaic installations, investors can take advantage of the programs such as *Mój Prąd* (My Current), *Czyste Powietrze* (Clean Air), *Stop Smog*, *Agroenergia*, the Regional Operational Program or of the thermal insulation allowance. For example, the highest number of subsidies awarded, as well as the greatest total installed capacity of micro-installations under the *Mój Prąd* program, was recorded in the Wielkopolskie province, followed closely by the Śląskie province. The average capacity of installations in Poland was 5.76 kW. For individual provinces, it ranges from 4.97 kW for Podkarpackie to 6.41 kW for Opolskie (Rynek, 2022).

stanowiących równowartość 20 GW rocznie (obecnie 5 GW) (Rynek 2022, s. 14). Informacje dotyczące rozwoju rynku fotowoltaiki na świecie można znaleźć w pracach IRENA (2023), European Commission (2014), Lazaroiu, A.C., Gmal O., M., Strejoiu, C.V., Lazaroiu G. A., (2023), Snapshot of Global PV Market (2023), Allouhi A., Rehman S., Buker M.S., Said Z. (2022).

Fotowoltaika w ciągu ostatnich dwóch lat stała się główną siłą napędową rozwoju OZE w Polsce. Moc zainstalowana w fotowoltaice w 2020 i 2021 roku osiągała spektakularne wyniki. Przyrosty nowych mocy zainstalowanych wynosiły odpowiednio 2,4 GW i 3,7 GW, jednocześnie osiągając trudny do pobicia rekord. Rok 2021 był szczytowym w przyroście nowych mocy prosumenckich. Moc zainstalowana w fotowoltaice w ciągu 2021 roku niemalże podwoiła się w stosunku do roku poprzedniego (Rynek, 2022).

W Polsce największy udział w rynku PV mają mikroinstalacje. W 2021 roku stanowiły niespełna 80% mocy zainstalowanej w fotowoltaice. Był to rezultat kilku czynników m. in. wzrostu popularności tej technologii wśród prosumenckich, dotacji w ramach programu *Mój Prąd* oraz zmiany systemu net metering na net billing. Program *Mój Prąd* był realizowany od września 2019 roku z przerwami oraz w nowej formule trwa do tej pory (Rynek, 2022).

Udział mocy zainstalowanej w fotowoltaice na koniec pierwszego kwartału 2022 roku stanowił połowę mocy zainstalowanej we wszystkich odnawialnych źródłach energii (OZE). Tym samym moce instalacji PV po raz pierwszy były wyższe niż moce zainstalowane w źródłach wiatrowych. Powyższe dane jednoznacznie wskazują, że od 3 lat fotowoltaika jest najszybciej rozwijającą się technologią OZE w Polsce i osiąga największe roczne przyrosty, a jej udział w miksie energetycznym ma coraz większe znaczenie (Rynek, 2023).

Inwestując w instalacje fotowoltaiczne inwestorzy mogą skorzystać m.in. z programu: *Mój Prąd*, *Czyste Powietrze*, *Stop Smog*, *Agroenergia*, Regionalnego Programu Operacyjnego czy z ulgi termooizolacyjnej. Na przykład największą liczbę przyznanych dofinansowań, a także łączną moc zainstalowaną w mikroinstalacjach w ramach programu *Mój Prąd*, odnotowano w województwie wielkopolskim, zaraz za nim plasuje się woj. śląskie. Średnia moc instalacji na terenie kraju miała wartość 5,76 kW. Dla poszczególnych województw przyjmuje ona wartości z zakresu od 4,97 kW dla podkarpackiego do 6,41 kW dla opolskiego (Rynek, 2022).

## Heuristics and cognitive biases in photovoltaic investments

Behavioral economics indicates that heuristics and cognitive biases result from an irrational behavior and therefore are anomalous among buyers. Heuristics are simplified rules of thinking that individuals follow, while cognitive biases are very often their consequence. Emotions are an important determinant affecting economic decision-making; they can make individuals act irrationally, in a way that is least favorable to them (Zygan, 2013).

The first stage of the research was a frequency analysis, which consisted of determining the frequency of occurrence of the studied feature in the literature. The feature included keywords: behavioral biases, heuristics, renewable energy sources, photovoltaics, photovoltaic panels, investments, households, nudge. The search was also done using the most common behavioral bias terms.

The analysis was dynamic in order to show the evolution of frequencies over time since 2011, which saw the first photovoltaic installation in Poland. Worldwide, PV installations have been taking place since the 1980s. The analysis of the Web of Science database was therefore not limited in time<sup>1</sup>.

The results of a bibliometric analysis devoted to behavioral errors made while investing in renewable energy sources showed a lack of publications in the international literature that would directly describe biases related to investment decisions in the photovoltaic panel market.

In publications by foreign and Polish authors, photovoltaic installations are described mainly from the technical perspective. The research focuses on the evaluation of an installation or consumer choice, and refers to the features of photovoltaic panels and their use. The profitability of investments is analyzed in terms of the capacity a panel offers. The behaviors of consumers of PV panels in households refer to participation in an EU-funded solar panel subsidy program (Klepacka, Florkowski, Meng, 2018), panel selection decisions (Grębosz-Krawczyk et al., 2021; Kesari, Atulkar, Pandey, 2021; Mundaca, Samahita, 2020) or to behavioral factors most often in the form of a “nudge” determining consumer choice (Litvine, Wüstenhagen 2011; Kesari, Atulkar, Pandey 2018; Sangroya, Nayak, 2017; Colasante, D’Adamo, Morone 2021; Dubois et al., 2019; Zhai, Williams 2012; Khan, Mohsin, 2017; Wierzbowski, Filipiak, Lyzwa, 2017).

Results of the search of the Polish scientific literature included in the Ekon Database were not optimistic either. Most studies also focused on

## Heurystyki i błędy poznawcze w inwestycjach fotowoltaicznych

Ekonomia behawioralna wskazuje, że efektem nieracjonalnych zachowań, a więc anomalią ze strony nabywców są heurystyki i błędy poznawcze. Heurystyki są uproszczonymi regułami myślenia jakimi kierują się jednostki, zaś błędy poznawcze są bardzo często ich następstwem. Istotną determinantą oddziałującą na podejmowanie decyzji ekonomicznych są emocje, które potrafią sprawić, że jednostka jest w stanie postąpić irracjonalnie, w najmniej korzystny dla siebie sposób (Zygan, 2013).

Pierwszym etapem badań była analiza frekwencyjności, która polegała na określeniu częstotliwości pojawiania się w literaturze badanej cechy. Cechą tą były słowa kluczowe: błędy behawioralne, heurystyki, odnawialne źródła energii, fotowoltaika, panele fotowoltaiczne, inwestycje, gospodarstwa domowe, nudge. Wyszukiwanie realizowano również z użyciem najczęstszych określeń błędów behawioralnych.

Analiza miała charakter dynamiczny, aby pokazać ewolucję częstotliwości na przestrzeni czasu od 2011 roku, czyli pierwszej instalacji fotowoltaicznej w Polsce. Na świecie instalacje PV zakładano od lat 80 XX w. Analizy bazy Web of Science nie ograniczono więc w czasie<sup>1</sup>.

Wyniki analizy bibliometrycznej poświęconej błędom behawioralnym popełnianym podczas inwestycji w odnawialne źródła energii w piśmiennictwie międzynarodowym wykazały brak publikacji bezpośrednio opisujących błędy poznawcze związane z decyzjami inwestycyjnymi na rynku paneli fotowoltaicznych.

W publikacjach zagranicznych i polskich autorów instalacje fotowoltaiczne są opisywane głównie od strony technicznej. Badania dotyczą oceny instalacji czy wyboru konsumenckiego, odnoszą się do cech paneli fotowoltaicznych i ich wykorzystania. Opłacalność inwestycji analizowana jest pod kątem oferty mocy panelu. Zachowania konsumentów paneli fotowoltaicznych w gospodarstwach domowych dotyczą uczestnictwa w finansowanym przez UE programie dotacji na panele słoneczne (Klepacka, Florkowski, Meng, 2018), decyzji związanych z wyborem paneli (Grębosz-Krawczyk i in., 2021; Kesari, Atulkar, Pandey, 2021; Mundaca, Samahita, 2020) czy czynników behawioralnych najczęściej w formie „nudge” determinujących wybór konsumenta (Litvine, Wüstenhagen 2011; Kesari, Atulkar, Pandey, 2018; Sangroya, Nayak, 2017; Colasante, D’Adamo, Morone 2021; Dubois i in., 2019; Zhai, Williams,

<sup>1</sup> Database date 3.04.2023.

<sup>1</sup> Data bazy 3.04.2023.

the technical characteristics of renewable energy sources (Szczerbowski, 2015) and present the benefits of photovoltaic installations (Tytko, 2019; Krakowski, 2014).

The behavioral errors identified in a small number of papers (Table 1) relate to the electricity market and, most often, choices related to the service charge for energy.

2012; Khan, Mohsin, 2017; Wierzbowski, Filipiak, Lyzwa, 2017).

W polskim piśmiennictwie naukowym zawartym w Bazie Ekon wyniki również nie napawały optymizmem. Podobnie większość opracowań skupia się na właściwościach technicznych odnawialnych źródeł energii (Szczerbowski, 2015), prezentacji korzyści z instalacji fotowoltaicznej (Tytko, 2019; Krakowski, 2014).

Zidentyfikowane w nielicznych pracach (Tabela 1) błędy behawioralne odnoszą się do rynku energii elektrycznej i najczęściej wyborów związanych z ceną usługi za energię.

**Table 1.** Cognitive distortions identified in the literature on the electricity market

**Tabela 1.** Zniekształcenia poznawcze zidentyfikowane w literaturze przedmiotu na rynku energii elektrycznej

Identified errors and heuristics / Zidentyfikowane błędy i heurystyki	Author's name / Nazwisko autora
Status quo effect, default option effect, formulation (framing) effect / Efekt status quo, efekt opcji domyślnej, efekt sformułowania (framingu)	Aziewicz 2021
The certainty effect, rebound effect, isolation effect, narrow framing effect, endowment effect, anchoring effect, the availability heuristics, the sunk cost effect, the herding effect, the fear of the unknown effect, / Efekt pewności, efekt odbicia, efekt izolacji, efekt wąskich ram, posiadania, zakotwiczenia, dostępności, kosztów utopionych, pędu owczego, efekt lęku przed nieznanym,	Nagaj 2018 Nagaj 2016 Nagaj 2015
Status quo effect, social norms / Efekt statusu quo, normy społeczne	Stankowska, 2021
Short-sightedness bias, status quo effect, herding effect / Efekt krótkowzroczności, status quo, owczy pęd,	Kunreuthera, Polis, Spellmeyer 2021
Framing effect, anchoring effect, default effect, lure effect / Efekt sformułowania, efekt kotwicy, efekt domyślny, efekt wabika	Rakitta, Wernery 2021

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

## Methods

The choice of the subject of the investment (photovoltaic system) and the subject (a group of individual prosumers) resulted from a wide offer of subsidized photovoltaic installations addressed to private consumers in Poland, recommendations related to investments in renewable energy sources as a form of environmental protection, a widely conducted information campaign related to energy conservation and European Union policies aimed at environmental protection.

A research gap has been identified in the literature related to the lack of research on investing in photovoltaic panels analyzed through the optics of a behavioral approach. Taking this into account, the scientific problem was formulated in the form of a question: were decisions related to investment in photovoltaic installations subject to behavioral errors?

The purpose of the study is to identify biases associated with investing in renewable energy

## Metody

Wybór przedmiotu inwestycji (instalacji fotowoltaicznej) oraz podmiotu (grupy prosumentów indywidualnych) wynikał z szerokiej oferty dofinansowania instalacji fotowoltaicznych kierowanej do odbiorców prywatnych w Polsce, rekomendacji związanych z inwestycjami w odnawialne źródła energii jako formy ochrony środowiska, szeroko prowadzonej kampanii informacyjnej związanej z oszczędzaniem energii i polityką Unii Europejskiej ukierunkowaną na ochroną środowiska naturalnego.

W literaturze przedmiotu została zidentyfikowana luka badawcza związana z brakiem badań dotyczących inwestowania w panele fotowoltaiczne analizowanych przez optykę podejścia behawioralnego. Uwzględniając powyższe, problem naukowy sformułowano w formie pytania: czy decyzje związane z inwestycją w instalacje fotowoltaiczne były obarczone błędami behawioralnymi?

Celem pracy jest identyfikacja błędów poznawczych związanych z inwestycją w odnawialne źródła

sources. Primary and secondary data were used using literature analysis and a diagnostic survey methods in order to meet the assumptions made.

The population of the subjects studied was limited to individual households located in Podkarpackie province. The choice of the Podkarpackie was due to the largest number of households that received funding for PV investments from the *Mój Prąd* program (3.4% as of 9.05.2022) (Rynek 2022).

The selection of households and respondents was targeted. The questionnaire was distributed online in February 2023 using social media. It consisted of 13 questions aiming to describe the owned photovoltaic installation and the behavior associated with the decision to install the panels. The questionnaire was to be completed by the household owner or a person who participated in the process of investing in photovoltaic panels. The catalog of biases to be assessed was established on the basis of the literature (Kahneman, Twersky, 1973; Kahneman, 2012; Polowczyc, 2012; Czechowska, 2014). The behavioral errors included in the questionnaire were assigned an ordinal scale valuing the frequency of the phenomenon from 1 (never) to 5 (very often). Overall, 181 questionnaires were returned.

In addition to the above primary data, participant observation during the installation of photovoltaic systems and unstructured interviews with owners of photovoltaic systems (5 interviews) were used.

The adopted research hypothesis was that the most common mistake occurring when making investment decisions is wishful thinking.

## Results

Classical economics is based on the assumption of *homo oeconomicus* meaning that humans are rational individuals seeking to maximize utility. This is not always the case. When making decisions, we are not always rational. We are sometimes guided by emotions, which means that we are not able to predict how a decision-maker will behave.

When treating respondents as customers who have purchased photovoltaic panels, i.e. invested in renewable energy sources, it is important to pay attention to their behavior, which is complex and variable.

A total of 113 women and 68 men participated in the research. Rural areas were represented by 66.85% of respondents, 10.5% lived in a city with up to 25,000 residents, 8% lived both in a city with 25,000-50,000 residents and in a city with more

energii. Realizując przyjęte założenia wykorzystano dane pierwotne i wtórne z zastosowaniem metody analizy literatury i sondażu diagnostycznego.

Populację badanych podmiotów ograniczono do indywidualnych gospodarstw domowych zlokalizowanych na terenie województwa Podkarpackiego. Wybór województwa podkarpackiego wynikał z największej liczby gospodarstw, które otrzymały dofinansowanie na inwestycje w PV z programu Mój Prąd (3.4% stan na 9.05.2022) (Rynek 2022).

Dobór gospodarstw i respondentów miał charakter nielosowy. Kwestionariusz ankiety w miesiącu lutym 2023 rozesłano wykorzystując media społecznościowe drogą internetową. Składał się on z 13 pytań opisujących posiadaną instalację fotowoltaiczną oraz opisu zachowania związanego z decyzją dotyczącą montażu paneli. Proszono, aby ankietę wypełnił właściciel gospodarstwa lub osoba, która uczestniczyła w procesie inwestycji w panele fotowoltaiczne. Katalog błędów poznawczych poddanych ocenie ustalono na podstawie literatury przedmiotu (Kahneman, Twersky, 1973; Kahneman, 2012; Polowczyc, 2012; Czechowska, 2014). Błędem behawioralnym ujętym w ankiecie przypisano skalę porządkową wartościującą częstotliwość zjawiska od 1 (nigdy) do 5 (bardzo często). Otrzymano zwrot 181 ankiet.

Oprócz powyższych danych pierwotnych wykorzystano obserwację uczestniczącą podczas montażu instalacji fotowoltaicznych oraz nieustrukturyzowane wywiady z właścicielami instalacji fotowoltaicznych (5 wywiadów).

Przyjęto hipotezę badawczą, że: najczęstszym błędem występującym podczas podejmowanie decyzji inwestycyjnych jest myślenie życzeniowe.

## Wyniki

Klasyczna ekonomia bazuje na założeniu *homo oeconomicus* oznaczającego, że człowiek jest jednostką racjonalną dążącą do maksymalizacji użyteczności. Nie zawsze ma to miejsce. Podejmując decyzje nie zawsze jesteśmy racjonalni. Zdarza się, że kierujemy się emocjami, co oznacza, że nie jesteśmy w stanie przewidzieć jak decydent się zachowa.

Traktując respondentów jako klientów, którzy nabyli panele fotowoltaiczne, czyli zainwestowali w odnawialne źródła energii, należy zwrócić uwagę na ich zachowania, które są złożone i zmienne.

W badaniu własnym uczestniczyło 113 kobiet i 68 mężczyzn. Teren wiejski reprezentowało 66,85% badanych, w mieście do 25 tysięcy mieszkańców żyło 10,5%, po 8% mieszkało w mieście od 25 – 50 tysięcy mieszkańców i mieście powyżej 100 tysięcy mieszkańców. Pozostali respondenci

than 100,000 residents. The remaining respondents lived in cities with a population between 51,000 and 100,000. An average household in the Podkarpackie where the investment was made consisted of 4 people. The installed capacity of the photovoltaic system in the respondents' households was 5.33 kW (on average), and cost 24 thousand zlotys (on average).

The largest number of systems were installed in 2021 (29.28%), slightly less in 2020 (23.20%). The year 2022 saw about 13% less investments in photovoltaics.

More than half of respondents (59.69%) said they were very satisfied with their photovoltaic systems. About a third (28.18%) were rather satisfied. The remaining respondents chose the "hard to say" option. None of the respondents indicated their "dissatisfaction" with their investment in photovoltaic panels. As many as 90% of respondents were of the opinion that by using photovoltaic systems as one of the sources of renewable energy they were contributing to environmental protection.

Ubiquitous advertising and promotion of photovoltaic systems involves contacts initiated by representatives of companies that offer investments in photovoltaic panels. Such offers were made repeatedly to as many as 46.96% of respondents. 31.49% of respondents were contacted with such an offer several times. 4.97% received an offer once, while 7.18% never did. The remaining respondents (9.39%) continue to be offered investments in photovoltaic panels. From the point of view of a significant portion of customers, such actions are a big nuisance. The quality of services offered has also deteriorated due to the popularity of investment subsidies under EU programs. It should be mentioned that the offers addressed to the customers are designed to encourage them to make an investment.

In the case of the respondents surveyed, it is a positive thing that 72% had knowledge of the return on investment. This was confirmed by answers to one of the questions in the questionnaire. Respondents said they were guided by a cost-effectiveness analysis when deciding to invest in photovoltaics (84%). In turn, 16% of respondents made their investment decision based on intuition. At the same time, 28.73% decided to invest in photovoltaics because many people (especially neighbors) did so. These responses indicate submission to the herding effect, to which 39.78% of respondents did not succumb. The remaining respondents chose the "hard to say" response option.

When analyzing the investment process in terms of the payback period, it should be noted that

mieszkali w mieście od 51 - 100 tysięcy mieszkańców. Gospodarstwo domowe na Podkarpaciu, w którym dokonano inwestycji liczyło przeciętnie 4 osoby. Moc zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej w gospodarstwach domowych respondentów wynosiła 5,33 kW (wartość średnia), i kosztowała 24 tysięcy zł (wartość średnia).

Najwięcej instalacji zostało założonych w 2021 roku (29,28%). Nieznacznie mniej w 2020 (23,20%). Rok 2022, to okres, w którym odnotowano około 13 % mniej inwestycji w fotowoltaikę.

Ponad połowa respondentów (59,69%) przyznała, że jest bardzo zadowolona z instalacji fotowoltaicznej. Około jedna trzecia (28,18%) jest raczej zadowolona. Pozostali respondenci wybrali opcję „trudno powiedzieć”. Nikt z respondentów nie wskazał na swoje „niezadowolenie” z inwestycji w panele fotowoltaiczne. Aż, 90% badanych było zdania, że poprzez korzystanie z instalacji fotowoltaicznej jako jednego ze źródeł odnawialnych energii przyczyniają się do ochrony środowiska.

Wszechobecna reklama i promocja instalacji fotowoltaicznych wiąże się z kontaktami przedstawicieli firm, którzy oferują inwestycję w panele fotowoltaiczne. Taką ofertę składano, aż 46,96% respondentom wielokrotnie. Kilka razy kontaktowano się z taką propozycją z 31,49% badanych. Tylko jeden raz otrzymało taką ofertę 4,97%, zaś nigdy 7,18%. Pozostali respondenci (9,39%) w dalszym ciągu otrzymują propozycję inwestycji w panele fotowoltaiczne. Z punktu widzenia znacznej części klientów takie działania są bardzo uciążliwe. Oferowana jakość usługi uległa również pogorszeniu, co wynika z popularności dofinansowania inwestycji w ramach programów unijnych. Nadmienić należy, że oferty skierowane do klienta mają na celu zachęcić go do podjęcia inwestycji.

W przypadku badanych respondentów należy pozytywnie ocenić fakt, iż w 72% posiadało wiedzę dotyczącą zwrotu inwestycji. Potwierdzeniem była odpowiedź na jedno z pytań ankiety. Respondenci stwierdzili, że podejmując decyzję o inwestycji w fotowoltaikę kierowali się analizą opłacalności inwestycji (84%). Natomiast 16% badanych podjęło decyzję o inwestycji kierując się intuicją. Jednocześnie 28,73% zdecydowało się na inwestycję w fotowoltaikę dlatego, że zrobiło tak wiele osób (szczególnie sąsiedzi). Odpowiedzi te wskazują na poddanie się efektowi tłumu, któremu nie uległo 39,78% badanych. Pozostali respondenci wybrali opcję odpowiedzi „trudno powiedzieć”.

Analizując proces inwestycyjny pod kątem okresu zwrotu inwestycji należy stwierdzić, że wszyscy respondenci znali okres zwrotu inwestycji. Wiedza ta w większości pochodziła z danych publicznych.



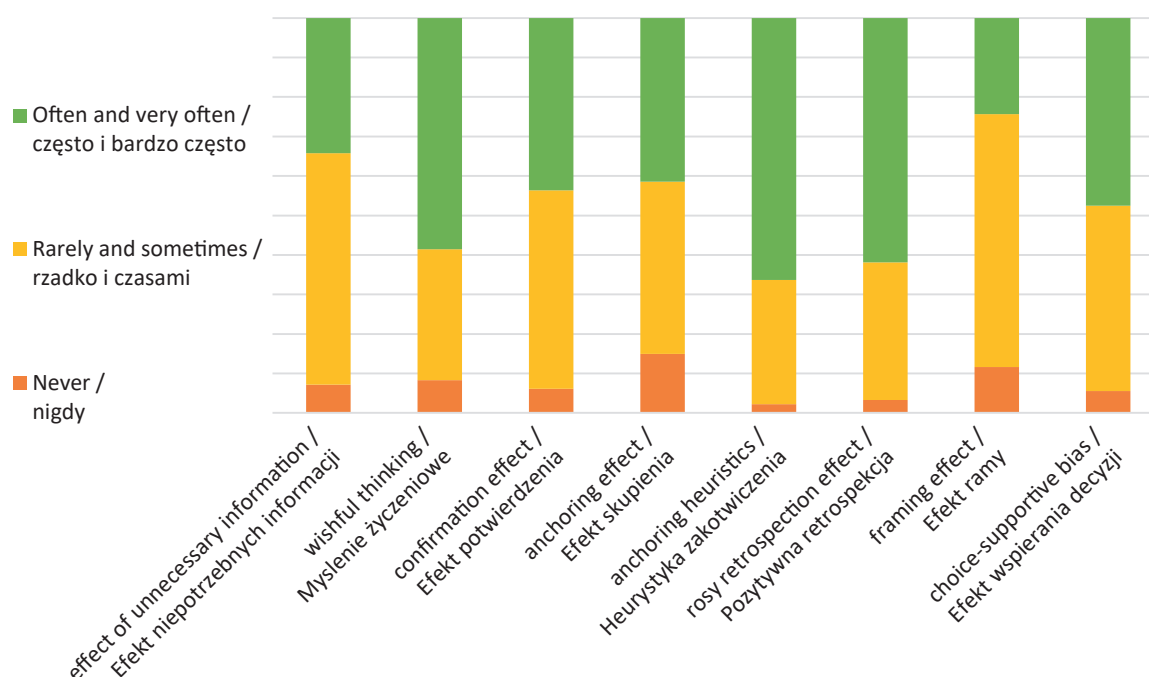
all respondents knew the payback period. Most of their knowledge came from public data.

When designing the systems, the investor made a calculation of the system's capacity. Respondents revealed that 55.25% of the calculations were correct. The panels provide sufficient energy to meet their energy needs. In the case of 15.47% of respondents, the valuation was inadequate i.e. despite calculations taking into account energy costs from previous years, not enough panels were provided. The installed system does not cover the demand for electricity. In order to avoid such a situation, 18.23% of respondents decided to set up more panels despite the calculations.

When taking investment measures, respondents collected data and opinions on photovoltaics to eliminate any risk of loss. These actions were not always needed to make a decision but the respondents tried to rule out an investment mistake. This is evidenced by the responses of respondents, 64.64% of whom indicated that they sometimes and often sought additional information on photovoltaics. The respondents were aware that the information may not have influenced their decision, nevertheless, as many as 8.29% of respondents went to various sources very often to expand their knowledge about photovoltaic panels. This means that only 7.18% of respondents did not succumb to the effect of unnecessary information (Figure 1).

Projektując instalacje inwestor dokonał wyliczenia wydajności instalacji. Respondenci ujawnili, że w 55,25% wyliczenia te były poprawne. Panele dostarczają energii odpowiadającej ich potrzebom energetycznym. W przypadku 15,47% respondentów wycena była niedostateczna tzn. mimo obliczeń uwzględniających koszty energii z lat poprzednich nie zaprojektowano dostatecznej liczby paneli. Zamontowana instalacja nie pokrywa zapotrzebowania na energię elektryczną. Perspektywicznie przeciwdziałając takiej sytuacji 18,23% badanych mimo wyliczeń zdecydowało o założeniu większej liczby paneli.

Podjmując działania inwestycyjne respondenci zbierali dane i opinie dotyczące fotowoltaiki, aby wyeliminować jakiegokolwiek ryzyko straty. Nie zawsze były to działania potrzebne do podjęcia decyzji, natomiast badani starali się wykluczyć pomyłkę inwestycyjną. Świadczą o tym odpowiedzi respondentów, którzy w 64,64% wskazali, że czasami i często poszukiwali dodatkowych informacji dotyczących fotowoltaiki. Respondenci byli świadomi, że informacje te mogły nie mieć wpływu na podjętą decyzję, mimo to aż 8,29% badanych bardzo często sięgała do różnych źródeł, aby poszerzyć swoją wiedzę na temat paneli fotowoltaicznych. Oznacza to, że tylko 7,18% badanych nie uległo efektowi niepotrzebnych informacji (Rysunek 1).



**Figure 1.** Biases identified among respondents (in %, responses were cumulated to make the charge more readable)

**Rysunek 1.** Błędy poznawcze zidentyfikowane wśród respondentów (w %, dla czytelności wykresu odpowiedzi skumulowano)

Source: Own elaboration based on own research.

Źródło: Opracowanie na podstawie badań własnych.

During the face-to-face interviews, owners of photovoltaic systems pointed out various sources of data on photovoltaics that "only caused chaos", increased uncertainty, and that the "headlines" of articles reporting on the profitability of photovoltaic panels often contained information of no significance. However, such information was treated as crucial because of its accessibility and the prominence of the message in the medium where the text was located. This means that the message and its content matters but it is important for it not to mislead the customers. Respondents seeking additional information, even though it was not needed to make a decision, succumbed to the effect of unnecessary information and often focused on details that were not relevant to the investment. There is an overabundance of information in articles found mainly online, and one should try to look at their content with detachment and understanding. It should be noted that, for the most part, a potential customer of a photovoltaic system is not a renewable energy specialist, however, it is the bidder who is required to provide an ethical, credible and factually correct bid.

The lack of a realistic outlook manifested itself in thinking only about the positive aspects of the investment. When investing in photovoltaic panels, as many as 91.71% of respondents indicated that they succumbed to wishful thinking regarding only the positive characteristics of the system, including 43.09% who admitted that they thought so often in connection with their investment. Therefore, they succumbed to wishful thinking referred to in the literature as the Pollyanna effect. This confirms Kahneman's theory of fast and slow thinking.

This conclusion was also confirmed in our own research. Respondents admitted that they only sought facts to confirm their knowledge about the investment, and more than 30% did so occasionally as well as frequently. Thus, it can be concluded that they have mostly succumbed to the confirmation effect. This effect is a consequence of using too few diverse sources of information on photovoltaics. In the case of respondents, these were mainly online sources that often included information about companies offering installation services.

The confirmation effect or confirmation bias results from the tendency to search for or interpret information in a way that supports previously held views and leads to incorrect conclusions. This trend was also followed by respondents who admitted that they searched for information containing arguments for the profitability of investments. They also admitted that they remembered information that coincided with their views.

Podczas wywiadów bezpośrednich, właściciele instalacji fotowoltaicznej wskazywali, na różne źródła danych dotyczące fotowoltaiki, które „powodowały tylko chaos”, zwiększały niepewność, a „nagłówki” artykułów informujące o opłacalności paneli fotowoltaicznych zawierały często informacje bez większego znaczenia. Informacje te były jednak traktowane jako kluczowe, ze względu na ich dostępność i wyróżnienie komunikatu w medium, w którym znajdował się tekst. Oznacza to, że komunikat, jego treść ma znaczenie, ważne jest jednak aby nie wprowadzał on klienta w błąd. Respondenci poszukując dodatkowych informacji, mimo że nie były potrzebne do podjęcia decyzji ulegli efektowi niepotrzebnych informacji skupiając się często na szczegółach, które nie były istotne przy inwestycji. Nadmiar informacji w artykułach głównie na stronach internetowych jest bardzo duży i należy spróbować spojrzeć na zawarte w nich treści z dystansem i ze zrozumieniem. Zaznaczyć należy, że w większości potencjalny klient instalacji fotowoltaicznej nie jest specjalistą z zakresu energii odnawialnej, jednak to od oferenta wymaga się zapewnienia etycznej, wiarygodnej i poprawnej merytorycznie oferty.

Brak realistycznego spojrzenia, przejawiał się w myśleniu wyłącznie o pozytywnych aspektach inwestycji. Inwestując w panele fotowoltaiczne, aż 91,71 % badanych wskazało, iż uległo myśleniu życzeniowemu dotyczącego tylko pozytywnych cech instalacji, w tym 43,09% przyznała, że w związku z inwestycją myślała tak często. Ulegli więc oni myśleniu życzeniowemu, określanemu w literaturze jako efekt Pollyanny. Stanowi to potwierdzenie teorii o myśleniu szybkim i wolnym Kahnemana.

Wniosek ten, został również potwierdzony w badaniu własnym. Respondenci przyznali, że poszukiwali wyłącznie faktów potwierdzających ich wiedzę dotyczącą inwestycji i w ponad 30% robili tak od czasu do czasu, jak również często. Można więc stwierdzić, że ulegli oni w większości efektowi potwierdzenia. Efekt ten jest następstwem korzystania ze zbyt mało różnorodnych źródeł informacji dotyczących fotowoltaiki. W przypadku respondentów były to głównie źródła internetowe często zawierające informacje o firmach oferujących usługę montażu.

Efekt potwierdzenia lub błąd konfirmacji wynika z tendencji do wyszukiwania lub interpretowania informacji w sposób, który potwierdza wcześniejsze poglądy i prowadzi do niewłaściwych wniosków. Tendencji tej ulegli również respondenci, którzy przyznali, że wyszukiwali informacji zawierających argumenty na potwierdzenie opłacalności inwestycji. Przyznali także, że zapamiętywali informacje zbieżne z ich poglądami.

In the case of direct conversations with owners of photovoltaic systems, descriptions of investments were interpreted in their own favor, arguing that the investment was needed in order to reduce costs, as well as to obtain funding under an EU project. The respondents' beliefs, regardless of their occupation, education and environment in which they lived, were also associated with the adoption of arguments that supported positive opinions about photovoltaics. Only 6.08% of respondents did not experience this effect.

Despite the above errors, as many as 14.92% of respondents admitted that they did not succumb to the anchoring effect. This group of respondents did not pay much attention to one detail, which in this case was the indicated subsidy. This means that these respondents rationally evaluated the usefulness of the investment. Others succumbed to the confirmation effect by focusing on investment subsidies.

Only 4 respondents were not affected by the information on investments in photovoltaics. Almost all respondents succumbed to anchoring heuristics when investing. More than half of the respondents, i.e. 66.30%, admitted that they very often succumbed to the information about the established value of PV and their decisions were influenced by it. During the interviews, the interviewees admitted that they focused excessively on the previously obtained information, overlooking new facts. They also confirmed that, more often than not, it was the information regarding the reduction in electricity costs and the subsidy that was important in making the investment decision. Such an assessment leads to the conclusion that the suggestive information conveyed by the sender, e.g. a call center, influenced the decision-making. One characteristic of this bias is often succumbing to suggestion and influence, which was also the case with the offer of investment in photovoltaic panels.

Most respondents succumbed to the rosy retrospection effect. A corollary of this effect was a better evaluation of the investment in the present than before owning it. It also means that users were more knowledgeable about photovoltaics following their investment. This effect affected with varying frequency all but 3.31% of respondents. Respondents thus attributed "greater" importance to their investment. In conversations with owners it was also common to hear a self-evaluation statement that the investment in panels was "better" than they "thought at the beginning".

The framing effect (the context) was related to the evaluation of "own" investment in photovoltaics under the influence of external information. 11.60%

W przypadku bezpośrednich rozmów z właścicielami instalacji fotowoltaicznej opisy inwestycji interpretowano na własną korzyść, argumentując inwestycję potrzebą obniżenia kosztów, jak również uzyskaniem dofinansowania z projektu unijnego. Własne przekonania, niezależnie od zawodu, wykształcenia, środowiska, w jakim żył respondent wiązały się także z przyjęciem argumentów, które potwierdzały pozytywne opinie dotyczące fotowoltaiki. Tylko w przypadku 6,08% badanych nie odnotowano tego efektu.

Mimo powyższych błędów, aż 14,92% badanych przyznała, że nie uległa efektowi skupienia. Ta grupa respondentów nie przywiązywała dużej wagi do jednego szczegółu, którym w tym wypadku było wskazane dofinansowanie. Oznacza to, że ci respondenci racjonalnie oceniali użyteczności inwestycji. Pozostali ulegli efektowi potwierdzenia skupiając się na dofinansowaniu do inwestycji.

Tylko 4 respondentów nie sugerowało się informacjami, na temat inwestycji w fotowoltaikę. Prawie wszyscy respondenci inwestując ulegli heurystyce zakotwiczenia. Ponad połowa badanych: 66,30% przyznała, że bardzo często ulegała informacji o utrwalonej wartości fotowoltaiki i do niej odnosiła swoje decyzje. W trakcie wywiadów rozmówcy przyznawali, że skupiali się przesadnie na wcześniej uzyskanej informacji, pomijając nowe fakty. Potwierdzali również, że najczęściej właśnie informacja dotycząca obniżki kosztów za prąd i dofinansowanie miały duże znaczenie w podjęciu decyzji inwestycyjnej. Taka ocena prowadzi do wniosku, że przekazywane sugestyjnie informacje przez nadawcę np. call center miały wpływ na podjęcie decyzji. Cechą tego efektu jest często poddanie się sugestii i wywieraniu wpływowi, co miało miejsce również przy ofercie inwestycji w panele fotowoltaiczne.

Większość respondentów uległa efektowi pozytywnej retrospekcji. Następstwem tego efekty była lepsza ocena inwestycji obecnie niż przed jej posiadaniem. Oznacza to również, że użytkownicy posiadali większą wiedzę na temat fotowoltaiki, po jej inwestycji. Efekt ten dotyczył z różną częstotliwością wszystkich respondentów z wyjątkiem 3,31% badanych. Respondenci przypisywali więc „większe” znaczenie swojej inwestycji. W rozmowach z właścicielami również często padało autoewaluacyjne określenie, że inwestycja w panele jest „lepsza” niż „myślano na początku”.

Efekt ramy, kontekstu wiązał się z oceną „własnej” inwestycji w fotowoltaikę pod wpływem informacji z zewnątrz. Nie uległo temu zjawisku 11,60% badanych. Pozostali respondenci wskazali, że rzadko, ale dokonywali takiego porównania i oceny (23,76%). Czasami zdarzyło się to 40,33% badanych.

of respondents did not succumb to this phenomenon. The remaining respondents indicated that it happened rarely, nevertheless they did make such a comparison and evaluation (23.76%). It happened sometimes to 40.33% of respondents. Almost twice as many respondents said they rated their investment this way frequently. About one-fifth did this very often. Therefore, it can be concluded that the investment decision depended on the point of view taken in this case of the benefits associated with the photovoltaic installation.

It was also very common (47.1%) for respondents to succumb to the choice-supportive bias. Respondents admitted that they tended to remember the arguments for investing in PV better than against it, and such mental reminders happened to them very often.

The choice-supportive bias is unlikely to be related to the rationality of human behavior. It is often the case that we evaluate our own past decisions by recalling them as better than they actually were. This is mainly due to the fact that we already have a lot of information on the selected option, while usually the outcome of the other option is unknown.

## Discussion

Standard economic models describe the decision-maker as a rational person making decisions in an informed manner, familiar with costing, benefits, and able to analyze information. Such an ideal image of *homo oeconomicus* is challenged in the behavioral approach. This is borne out by studies of investments in PV systems. Many of the respondents' behaviors can be described as habits. They reacted to signals from the environment. These reactions were often automatic rather than analytical. Such behavior can be described as "quick thinking" (Klepczarek, 2012). Respondents succumbed to such a response in a case of the wishful thinking error.

However, it should be mentioned that we are also unable to analyze all the information needed to make a decision by way of slow thinking. Thus, it is possible to draw the conclusion that we are closer to the benefits that appeal to us more strongly when the control of information analysis is reduced. Decisions and actions are also influenced by other people, as evidenced by investing because others have done so. However, associated with the investment decision is the problem of contextual factors to which the household investors responded.

As far as the literature is concerned, other authors point out errors resulting from information overload. They refer to the energy market analyzed as a whole rather than to photovoltaic systems (cf. Nagaj, 2016).

Prawie dwukrotnie mniej respondentów przyznało, że oceniało tak swoją inwestycję często. Zaś około jedna piąta bardzo często. Można więc wnioskować, że decyzja dotycząca inwestycji była zależna od przyjętego punktu widzenia w tym wypadku korzyści związanych z instalacją fotowoltaiczną.

Również bardzo często (47,1%) respondenci ulegali efektowi wspierania decyzji. Respondenci przyznali, że mieli oni tendencję do lepszego pamiętania argumentów przemawiających za inwestycją w fotowoltaikę niż przeciwko niej i takie mentalne przypomnienia zdarzały im się bardzo często.

Efekt wspierania decyzji raczej nie wiąże się z racjonalnością ludzkich zachowań. Często zdarza się tak, że oceniamy własne decyzje wspominając je w pamięci, jako lepsze niż były one w rzeczywistości. Wynika to głównie z faktu, że na temat wybranej opcji mamy już dużo informacji, podczas gdy zwykle wynik drugiej opcji jest nam nieznan.

## Dyskusja

Standardowe modele ekonomiczne opisują decydenta jako osobę racjonalną, świadomie podejmującą decyzję, znającą kalkulację kosztów, korzyści, a także sprawnie analizującą informacje. Taki idealny obraz *homo oeconomicus* jest kwestionowany w podejściu behawioralnym. Potwierdzają to badania dotyczące inwestycji w instalacje fotowoltaiczne. Wiele zachowań respondentów można określić jako nawyki. Reagowali oni na sygnały płynące z otoczenia. Często te reakcje były automatyczne, a nie analityczne. Takie zachowanie można określić jako myślenie tzw. szybkie (Klepczarek, 2012). Respondenci ulegli takiej reakcji w przypadku błędu myślenia życzeniowego.

Nadmienić jednak należy, że również w myśleniu wolnym nie jesteśmy w stanie analizować wszystkich informacji potrzebnych do podjęcia decyzji. Można więc sformułować wniosek, że w przypadku ograniczenia kontroli analizy informacji są nam bliższe korzyści, które przemawiają do nas silniej. Wpływ na decyzje i działania mają również inni ludzie o czym świadczy inwestowanie dlatego, że zrobili tak inni. Z decyzją dotyczącą inwestycji wiąże się jednak problem czynników kontekstu, na które reagował inwestor w gospodarstwie domowym.

W literaturze przedmiotu inni autorzy zwracają uwagę na błędy wynikające z nadmiaru informacji. Dotyczą one rynku energii analizowanego jako

Identified errors made while investing in photovoltaics were largely intuitive, laden with emotion. Respondents sought information on the profitability of photovoltaics in order to eliminate the risk of a loss, to confirm the validity of their knowledge and way of thinking. They reacted to messages describing the PV system by succumbing to wishful thinking, the information bias and the anchoring effect. The anchoring effect was the most common error made by the respondents. This means that the hypothesis that the Pollyanna effect or wishful thinking was the error to which respondents succumbed most often has to be rejected.

On a positive note, not all respondents succumbed to biases. These mistakes are made by the majority of investors, confirming the theory on the impact of errors in making investment decisions. In the literature, similar conclusions were made, for example, by Czechowska (2014), Nagaj (2015), Kesari, Atulkar, Pandey (2018).

The arguments presented, based on the literature and own research, indicate the presence of components of no rational importance in the investment decision, i.e. biases. The overabundance of information and targeted behavior of respondents were often due to insufficient time available to thoroughly evaluate investments. There is too much information about photovoltaics to analyze all of it thoroughly, which is often a confusing factor.

The profitability of investing in photovoltaic panels was not evaluated, and behavioral errors in decision-making were sought. Their occurrence indicates that respondents are being influenced by non-financial incentives. This does not mean, in this case, that the investment is unprofitable, mainly because the period of return on invested capital has not elapsed (calculations obtained from own research were not presented).

The research conducted allows confirmation of the ways in which people behave and that they are influenced by factors other than economic ones when investing. These factors include emotions, imitation, and the desire to take advantage of subsidies. This is confirmed by studies conducted by other authors (cf. Kesari, Atulkar, Pandey, 2018; Raue, Scholl, 2018; Grębosz et al., 2021).

The literature includes works that analyze socio-psychological patterns (e.g. values, worldview, human-nature relations, norms, beliefs, motivation, etc.) as determinants of human behavior (Rahardja, Chen, Rahardja, 2022; Alipour, Salim, Rodney, Oz, 2021). Behavioral trends influenced decisions to invest in photovoltaic panels but behavioral errors were not identified in most papers (Braitto, Flint, Muhar, Penker, Vogel, 2017).

całość, nie zaś instalacji fotowoltaicznych (por. Nagaj, 2016).

Zidentyfikowane błędy podczas inwestycji w fotowoltaikę miały w znacznej mierze charakter intuicyjny, obarczony emocjami. Respondenci poszukiwali informacji dotyczących opłacalności fotowoltaiki, aby wyeliminować ryzyko straty, potwierdzających ich wiedzę, sposób myślenia. Reagowali na komunikaty dotyczące opisu instalacji ulegając myśleniu życzeniowemu, efektowi niepotrzebnych informacji i błędowi zakotwiczenia. Błąd zakotwiczenia był najczęstszym błędem, któremu ulegli respondenci. Oznacza to, że należy odrzucić hipotezę, iż to Efekt Pollyanny, czyli myślenie życzeniowe był błędem, któremu ulegli respondenci najczęściej.

Pozytywnie należy ocenić, że nie wszyscy respondenci ulegli błędom poznawczym. Błędem tym ulega większość inwestorów, co potwierdza teorię dotyczącą wpływu błędów przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnej. W literaturze podobne wnioski sformułowali np. Czechowska (2014), Nagaj (2015), Kesari, Atulkar, Pandey (2018).

Przedstawiony wywód oparty o literaturę i badania własne wskazuje na występowanie elementów nie mających racjonalnego znaczenia w decyzji inwestycyjnej, którymi były błędy poznawcze. Nadmiar informacji i ukierunkowanie zachowania respondentów wiązało się często z brakiem czasu na dokładną ocenę inwestycji. Informacji o fotowoltaice jest zbyt dużo, aby wszystkie dokładnie przeanalizować, co często stanowi czynnik dezorientujący.

Nie oceniano opłacalności inwestycji w panele fotowoltaiczne, poszukiwano błędów behawioralnych podczas podejmowania decyzji. Ich występowanie świadczy o uleganiu przez respondentów wpływom bodźców niefinansowych. Nie oznacza to w tym przypadku, że inwestycja jest nieopłacalna, głównie dlatego że nie upłynął okres zwrotu zainwestowanego kapitału (nie prezentowano obliczeń uzyskanych na podstawie badań własnych).

Przeprowadzone badania pozwalają na potwierdzenie zachowań ludzi i uleganiu wpływowi innych niż ekonomiczne czynniki przy inwestowaniu. Są nimi emocje, naśladownictwo, chęć osiągnięcia korzyści z dotacji. Potwierdzają to badania prowadzone przez innych autorów (por. Kesari, Atulkar, Pandey, 2018; Raue, Scholl, 2018; Grębosz i in., 2021).

W literaturze przedmiotu znajdują się prace, a których analizowane są wzorce społeczno-psychologiczne (np. wartości, światopogląd, relacje człowiek-natura, normy, przekonania, motywacja itp.) jako determinanty ludzkich zachowań (Rahardja, Chen, Rahardja, 2022; Alipour, Salim, Rodney, Oz, 2021). Zachowania o charakterze behawioralnym miały wpływ na decyzje dotyczące inwestycji

Knowledge of the incidence of behavioral errors can allow one to calibrate financial incentives so that customers can be influenced more effectively. An appropriately worded message is an example of an effective behavioral intervention, and the provided information about photovoltaic subsidies can be considered an example. It should be noted that the conclusions obtained from own research are part of behavioral knowledge. Such knowledge makes it possible to create incentives for future investors. This observation arising from own research is also part of the research related to, for example, ecology-oriented investment behavior or corporate social responsibility (cf. Laskowska, 2017; Litvine, Wüstenhagen, 2011; Mundaca, Samahita, 2020; Sangroya, Nayak, 2017; Streimikiene 2023), or behavioral finance (cf. Czerwonka, Staniszevska, 2017; Szyszka, 2009).

In the case of own research, the determinants influencing decision-making also included economic components, i.e. incentives related to cost reduction, investment relief, as well as the published information about increasing charges and electricity costs. In turn, the literature contains works on consumer behavior in the electricity market that analyze consumer behavior in the context of responses to an impulse (cf. DellaValle, Sareen 2020; Seidl, Moser, Blumer 2017; Kasperbauer 2017; Siwiec, Pacana, 2021).

Identified errors in own research, from the perspective of behaviorism, may be relevant for producers of PV panels, companies offering installation services and energy distributors. If they know that a PV panel user has made behavioral mistakes during the investment they will be able to use such behavioral intervention tools that will influence the users' choice.

## Conclusions

In the light of the above considerations, it can be concluded that behavioral economics can be described as a method of analyzing economic behavior using knowledge of psychology and economics, and taking into account social and emotional factors. This makes it possible to explain investment decisions using simplified inference rules in the above case.

From an economic point of view, the results of the study make it possible to predict and explain

w panele fotowoltaiczne, jednak w większości prac nie były identyfikowane błędy behawioralne (Brarito, Flint, Muhar, Penker, Vogel, 2017).

Wiedza dotycząca występowania błędów behawioralnych może pozwalać na kalibrowanie zachęć finansowych, dzięki którym można skuteczniej wpływać na klienta. Odpowiednio sformułowany komunikat to przykład skutecznej interwencji behawioralnej, za który można uznać np. informacje przekazywane o dofinansowaniu fotowoltaiki. Zaznaczyć należy, że uzyskane wnioski wynikające z badań własnych wpisują się w nurt wiedzy o charakterze behawioralnym. Wiedza ta pozwala tworzyć zachęty dla przyszłych inwestorów. Niniejsza uwaga wynikająca z badań własnych wpisuje się także w nurt badań związanych np. z zachowaniami inwestycyjnymi ukierunkowanymi na ekologię czy społeczną odpowiedzialność biznesu (por. Laskowska, 2017; Litvine, Wüstenhagen, 2011; Mundaca, Samahita, 2020; Sangroya, Nayak, 2017; Streimikiene 2023) czy finanse behawioralne (por. Czerwonka, Staniszevska, 2017; Szyszka, 2009).

W przypadku badania własnego determinantami wpływającymi na podejmowanie decyzji były również elementy ekonomiczne tzn. zachęty związane z obniżeniem kosztów, ulga inwestycyjna, a także przekazywane informacje w sferze publicznej o wzroście opłat i kosztach energii elektrycznej. W literaturze znajdują zaś się prace dotyczące zachowań konsumentów na rynku energii elektrycznej analizujące zachowania konsumenckie w kontekście reakcji na impuls (por. DellaValle, Sareen 2020; Seidl, Moser, Blumer 2017; Kasperbauer 2017; Siwiec, Pacana, 2021).

Zidentyfikowane błędy w badaniu własnym w ujęciu behawioralnym mogą mieć znaczenie dla producentów paneli, przedsiębiorstw oferujących usługę montażu, dystrybutorów energii. Jeżeli posiadają oni wiedzę, że użytkownik paneli fotowoltaicznych podczas inwestycji popełnił błędy behawioralne, to mogą stosować takie narzędzia interwencji behawioralnej, które wpłyną na ich wybór.

## Podsumowanie

Z przeprowadzonych rozważań można wysunąć wniosek, że ekonomię behawioralną można określić jako metodę analizowania zachowań ekonomicznych wykorzystując do tego wiedzę z zakresu psychologii i ekonomii, a także uwzględniając przy tym czynniki społeczne i emocjonalne. Pozwala to wyjaśnić w powyższym przypadku decyzje inwestycyjne z wykorzystaniem uproszczonych reguł wnioskowania.

Z ekonomicznego punktu widzenia wyniki badania pozwalają przewidywać i wyjaśniać

inconsistencies that can be overlooked in product design, development of programs and the economic and social policies. There are many incentives that influence an investment decision. Those of an unconscious and non-economic nature are not taken into account in the investment process. This is confirmed by an analysis of the literature, which pays very little attention to behavioral mistakes made when investing in PV. The added value of this paper is found in the evaluation of PV panel investments in terms of behavioral economics. It should be mentioned, however, that the paper does not analyze all the factors affecting investment in photovoltaic systems. This is not even possible. The focus is on behavioral errors that occur and affect the investment decision. The limitation of the presented own research is due to the selection of respondents on a targeted basis in an online panel. Therefore, great caution should be exercised when generalizing the results to the entire population of people with photovoltaic panels. Nevertheless, the results obtained are unambiguous enough to provide a good basis for further in-depth research and analysis. In practice, it is difficult to accurately model the behavior of investors but it is worth being aware that the identified behavioral errors also determine their choices.

niespójności, które można pominąć w projektowaniu produktów, tworzeniu programów i polityki gospodarczej, ale także społecznej. Pojawia się wiele bodźców, które mają wpływ na decyzję inwestycyjną. Te, które mają nieświadomy, nieekonomiczny charakter nie są brane pod uwagę w procesie inwestowania. Potwierdza to analiza literatury, w której w bardzo małym stopniu zwraca się uwagę na błędy behawioralne popełniane przy inwestycji w PV. Wartością dodaną niniejszej pracy jest ocena inwestycji paneli fotowoltaicznych w ujęciu ekonomii behawioralnej. Nadmienić jednak należy, że w pracy nie dokonano analizy wszystkich czynników wpływających na inwestycje w instalacje fotowoltaiczne. Nie jest to zresztą możliwe. Skupiono się na błędach behawioralnych, które występują i mają wpływ na decyzję inwestycyjną. Ograniczenie zaprezentowanych badań własnych wynika z faktu, doboru respondentów na zasadzie nielosowej w panelu internetowym. Należy zachować więc dużą ostrożność przy uogólnianiu wyników na całą populację osób posiadających panele fotowoltaiczne. Niemniej jednak uzyskane wyniki są na tyle jednoznacznie, że mogą stanowić dobrą podstawę do dalszych pogłębionych badań i analiz. W praktyce trudno jest precyzyjnie modelować zachowania inwestora, ale warto mieć świadomość, że zidentyfikowane błędy behawioralne, także decydują o jego wyborze.

## References:

1. Alipour, M., Salim, H., Rodney, A., S., Oz, S. (2021). Residential solar photovoltaic adoption behaviour: End-to-end review of theories, methods and approaches. *Renewable Energy*, 170, 471-486. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.01.128>
2. Allouhi, A., Rehman, S., Buker, M. S., Said, Z. (2022). Up-to-date literature review on Solar PV systems: Technology progress, market status and R&D. *Journal of Cleaner Production*, 362, 132339. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132339>
3. Aziewicz, A. (2021). Wykorzystanie ekonomii behawioralnej do wyjaśnienia zachowań konsumentów na rynku energii elektrycznej. *Studia i Materiały*, 1, 18-27.
4. Braito, M., Flint, C., Muhar, A., Penker, M., Vogel, S. (2017). Individual and collective socio-psychological patterns of photovoltaic investment under diverging policy regimes of Austria and Italy. *Energy Pol.*, 109, 141-153. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.063>
5. Colasante, A., D'Adamo, I., Morone, P. (2021). Nudging for the increased adoption of solar energy? Evidence from a survey in Italy. *Energy Res. Soc. Sci.*, 74, 101978. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101978>
6. Czechowska, K. (2014). Wybrane uwarunkowania podejmowania decyzji inwestycyjnych na rynkach nieruchomości – ujęcie behawioralne. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania ZN Uniwersytetu Szczecińskiego*, 36(1), 13-15.
7. Czerwonka, M., Staniszevska, A. (2017). Altruizm a racjonalność-badania z wykorzystaniem gry Dyktator i testu świadomego myślenia (CRT). *Nauki o finansach*, 3(32), 56-76. <https://doi.org/10.15611/nof.2017.3.04>
8. DellaValle, N., Sareen, S. (2020). Nudging and boosting for equity? Towards a behavioural economics of energy justice. *Energy Research & Social Science*, 68, 101589. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101589>
9. Dubois, G., Sovacool, B., Aall, C., Nilsson, M., Barbier, B. et al. (2019). It starts at home? Climate policies targeting household consumption and behavioral decisions are key to low-carbon futures. *Energy Res. Soc. Sci.*, 52, 144-158.

10. European Commission. *A Policy Framework for Climate and Energy in the Period from 2020 to 2030* (2014). European Commission: Brussels, Belgium.
11. Grębosz-Krawczyk, M., Zakrzewska-Bielawska, A., Glinka, B., Glińska-Noweś, A. (2021). Why Do Consumers Choose Photovoltaic Panels? Identification of the Factors Influencing Consumers' Choice Behavior regarding Photovoltaic Panel Installations. *Energies*, 14(9), 2674. <https://doi.org/10.3390/en14092674>
12. IRENA (2023). *World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
13. Kahneman, D. (2012). *Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym*. Warszawa: Media Rodzina.
14. Kahneman, D., Tversky, A. (1973). Availability: A Heuristic for Judging Frequency and Probability. *Cognitive Psychology*, 5(2), 207-232. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90033-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(73)90033-9)
15. Kasperbauer, T. J. (2017). The permissibility of nudging for sustainable energy consumption. *Energy Policy*, 111, 52-57. <https://doi.org/10.1016/j>
16. Kesari, B., Atulkar, S., Pandey, S. (2018). Consumer purchase behaviour of solar equipments: Paradigm shift towards the ecological motivation among rural working consumers in developing countries. *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, 10, 363-375.
17. Kesari, B., Atulkar, S., Pandey, S. (2021). Consumer Purchasing Behaviour towards Eco-Environment Residential Photovoltaic Solar Lighting Systems. *Glob. Bus. Rev.*, 22, 236-254. <https://doi.org/10.1177/0972150918795550>
18. Khan, S., Mohsin, M. (2017). The power of emotional value: Exploring the effects of values on green product consumer choice behavior. *J. Clean. Prod.*, 150, 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.187>
19. Klepacka, A., Florkowski, W., Meng, T. (2018). Clean, accessible, and cost-saving: Reasons for rural household investment in solar panels in Poland. *Resources, Conservation and Recycling*, 139, 338-350. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.004>
20. Klepczarek, E. (2012). Dualistyczny model poznawczy i heurystyki Daniela Kahnemana i Amosa Tversky'ego. *Gospodarka w Praktyce i Teorii*, 2(31), 59-60. <https://doi.org/10.18778/1429-3730.31.05>
21. Krakowski, R. (2014). Fotowoltaika szansą dla regionu. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, 37(3), 85-93.
22. Kunreuthera, H., Polis, A., Spelmeyer, Q. (2021). Addressing Biases that impact homeowners' adoption of solar panels. *Climate Policy*, 22(8), 993-999. <https://doi.org/10.3386/w28678>
23. Laskowska, A. (2017). Problematyka inwestowania ekologicznego na rynku ekonomii w teorii ekonomii. *Acta Universitatis Nicolai Copernici, Ekonomia*, 48(2), 159-173. [https://doi.org/10.12775/AUNC\\_ECON.2017.010](https://doi.org/10.12775/AUNC_ECON.2017.010)
24. Lazaroiu, A.C., Gmal, O., M., Strejoiu, C.V., Lazaroiu, G. A. (2023). Comprehensive Overview of Photovoltaic Technologies and Their Efficiency for Climate Neutrality. *Sustainability*, 15, 16297. <https://doi.org/10.3390/su152316297>
25. Litvine, D., Wüstenhagen, R. (2011). Helping "light green" consumers walk the talk: Results of a behavioural intervention survey in the Swiss electricity market. *Ecol. Econ.*, 70, 462-474. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.10.005>
26. Mundaca, L., Samahita, M. (2020). What drives home solar PV uptake? Subsidies, peer effects and visibility in Sweden. *Energy Res. Soc. Sci.*, 60, 101319. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101319>
27. Nagaj, R. (2015). Zniekształcenia poznawcze gospodarstw domowych na rynku detalicznym energii elektrycznej w Polsce. *Rynek Energii*, 2(117), 25-31.
28. Nagaj, R. (2016). *Regulacja rynku energii elektrycznej w Polsce – ex ante czy ex post*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.
29. Nagaj, R. (2018). Behavioral methods used to study consumer behaviour on the electricity market. *Rynek Energii*, 136, 3-8.
30. Polowczyk, J. (2012). *Zarządzanie strategiczne w przedsiębiorstwie w ujęciu behawioralnym*. Poznań: Wyd. UE w Poznaniu.
31. Rahardja, F.A., Chen, S.C., Rahardja, U. (2022). Review of Behavioral Psychology in Transition to Solar Photovoltaics for Low-Income Individuals. *Sustainability*, 14, 1537. <https://doi.org/10.3390/su14031537>
32. Rakitta, M., Wernery, J. (2021). Cognitive Biases in Building Energy Decisions. *Sustainability*, 13(17), 1-21. <https://doi.org/10.3390/su13179960>
33. Raue, M., Scholl, S. G. (2018). *The use of heuristics in decision-making under risk and uncertainty*. In: M. Raue, E. Lerner, B. Streicher (Eds.), *Psychological perspectives on risk and risk analysis – theory, models and applications*. Springer.



34. *Rynek Fotowoltaiki w Polsce 2022*. Warszawa: Instytut Energetyki Odnawialnej.
35. *Rynek Fotowoltaiki w Polsce 2023*. Warszawa: Instytut Energetyki Odnawialnej.
36. Sangroya, D., Nayak, J. (2017). Factors influencing buying behaviour of green energy consumer. *J. Clean. Prod.*, 151, 393-405. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.010>
37. Seidl, R., Moser, C., Blumer, Y. (2017). Navigating behavioral energy sufficiency. Results from a survey in Swiss cities on potential behavior change. *PLoS ONE*, 12(10), e0185963. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185963>
38. Siwiec, D., Pacana, A. (2021). Model of Choice Photovoltaic Panels Considering Customers' Expectations. *Energies*, 14(5977), 2-32. <https://doi.org/10.3390/en14185977>
39. *Snapshot of Global PV Markets 2023*. Report IEA-PVPS T1 – 44:2023, [https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2023/04/IEA\\_PVPS\\_Snapshot\\_2023.pdf](https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2023/04/IEA_PVPS_Snapshot_2023.pdf) (data odczytu: 8.03.2024).
40. Stankowska, M. (2021). *Zastosowanie behawioralnego modelu oporu społecznego w procesie rozwoju sieciowej infrastruktury elektroenergetycznej*. Warszawa: CeDeWu.
41. Streimikiene, D. (2023). Use of Nudges for Promotion of Sustainable Energy Consumption in Households *Contemporary Economics*, 17(1), 1-9. <https://doi.org/10.5709/ce.1897-9254.495>
42. Szczerbowski, R. (2015). Możliwości wykorzystania źródeł odnawialnych w energetyce prosumenckiej. *Logistyka*, 4, CD 3, 9824-9830.
43. Szyszka, A. (2009). *Finanse behawioralne. Nowe podejście do inwestowania na rynku kapitałowym*. Poznań: Wyd. UE w Poznaniu.
44. Tytko, R. (2019). Fotowoltaika zintegrowana z budynkiem – instalacje BIPV. *Aura*, 6, 20-23.
45. Wierzbowski, M., Filipiak, I., Lyzwa, W. (2017). Polish energy policy 2050 – An instrument to develop a diversified and sustainable electricity generation mix in coal-based energy system. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 74, 51-70. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.046>
46. Zaleśkiewicz, T. (2003). *Psychologia inwestora giełdowego. Wprowadzenie do finansów behawioralnych*. Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
47. Zhai, P., Williams, E. (2012). Analyzing consumer acceptance of photovoltaics (PV) using fuzzy logic model. *Renew. Energy*, 41, 350-357. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.11.041>
48. Zygan, M. (2013). Ekonomia behawioralna – wprowadzenie do problematyki. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego*, 32, 9-22.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>) allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.