

Opłacalność inwestycji w efektywność energetyczną – nie tylko energia i pieniądze



Analiza opłacalności - praktyczny przewodnik z uwzględnieniem korzyści pozaenergetycznych



Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A. (KAPE) jest firmą konsultingową działającą w obszarze efektywnego zarządzania energią. Na rynku istnieje od 1994 roku. Firma oferuje m.in. kompleksowe, niezależne doradztwo w zakresie optymalizacji produkcji i zużycia energii oraz wykonuje audyty dla branży przemysłowej i budownictwa. Prowadzi krajowe i międzynarodowe projekty edukacyjne oraz świadczy usługi dla jednostek samorządu terytorialnego, związane z realizacją gospodarki niskoemisyjnej. KAPE promuje europejskie standardy w zakresie prawidłowego gospodarowania energią oraz wspiera przedstawicieli biznesu we wdrażaniu strategii dekarbonizacji.



Projekt KNOWnNEBs miał na celu opracowanie nowej metodologii wykonywania audytów energetycznych w przedsiębiorstwach, uwzględniającej korzyści pozaenergetyczne. www.kape.gov.pl/knownnebs

Autorzy:

mgr inż. Marek Zaborowski

dr hab. inż. Arkadiusz Węglarz

mgr Karolina Loth-Babut

mgr Marta Mazurkiewicz



Współfinansowane przez Unię Europejską w ramach projektu nr 101076494. Wyrażone poglądy i opinie są wyłącznie poglądami autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy Unii Europejskiej lub CINEA. Ani Unia Europejska, ani organ finansujący nie ponoszą za nie odpowiedzialności.

Opłacalność inwestycji w efektywność energetyczną – nie tylko energia i pieniądze



Analiza opłacalności - praktyczny przewodnik z uwzględnieniem korzyści pozaenergetycznych

Spis treści

Lista akronimów	6
CZĘŚĆ I – Od użyteczności do opłacalności - ramy łączenia finansów z korzyściami pozaenergetycznymi (Non Energy Benefits – NEBs).....	7
Czy wszystko musi się opłacać?	8
Formy użyteczności według klasyków marketingu.....	10
Perspektywy inwestorów.....	12
Perspektywy funkcjonalne	13
Perspektywa motywacyjna	14
Model behawioralny firmy	15
Wnioski	15
Analiza kosztów i korzyści - opłacalność i efektywność	15
Analiza kosztów i korzyści jako narzędzie oceny.....	18
Efekty zewnętrzne	20
Rodzaje kosztów zewnętrznych – zrozumieć ukryte konsekwencje działalności gospodarczej.....	23
Jak internalizować koszty zewnętrzne? Od teorii do praktyki.....	25
Analiza efektów pozaenergetycznych – efekty zewnętrzne i CBA.....	27
CZĘŚĆ II – ELEMENTY ANALIZY FINANSOWEJ I OPŁACALNOŚĆ.....	30
Koszty	31
Koszty transakcyjne (transaction costs).....	31
Koszty inwestycyjne (CAPEX).....	32
Koszty operacyjne (OPEX).....	32
Inne koszty i korzyści finansowe.....	33
Koszty pozaenergetyczne.....	33
Przychody	33
Przychody operacyjne (direct revenues).....	33
Przychody finansowe	34
Przychody nadzwyczajne (np. jednorazowe, nieoperacyjne).....	34
Przychody z dotacji inwestycyjnych (czasem księgowane osobno).....	34
Przychody z działalności pomocniczej lub ubocznej.....	34
Korzyści pozaenergetyczne.....	35
Podatki, amortyzacja i jej rola w analizach finansowych inwestycji	35
Przepływy pieniężne projektów energetycznych	36
Oszczędności kosztowe – logika efektywności energetycznej	40
Prosty czas zwrotu inwestycji (SPBT).....	42
Zalety prostego czasu zwrotu.....	43
Ograniczenia i wady SPBT	43

Stopa dyskontowa – definicja, zastosowanie i związek z inflacją	44
Jak oblicza się wartość bieżącą przy użyciu stopy dyskontowej	46
Zdyskontowany czas zwrotu (DPBT)	48
Wskaźnik zwrotu z inwestycji ROI (Return On Investment)	51
Czas życia inwestycji	53
NPV (Net Present Value)	55
IRR (Internal Rate of Return)	58
Porównanie ROI, IRR i NPV	60
Ceny energii –inflacja i konsekwencje dla analizy inwestycji	61
Analiza wrażliwości	64
Analiza ryzyka	69
CZĘŚĆ III - korzyści i koszty pozaenergetyczne	74
Definicja i logika podejścia	79
Standard i metodologia – EN 17463 (VALERI) i KNOWnNEBs	80
Typologia korzyści pozaenergetycznych	80
Negatywne efekty i koszty ukryte (NEEs)	90
Wycena efektów pozaenergetycznych	92
Ceny hedoniczne (hedonic prices)	93
Ceny ukryte (Shadow Prices)	95
Transfer wartości (Value Transfer)	96
Wycena warunkowa (Contingent Valuation Method)	97
Eksperymenty metody wyboru (Choice Experiments)	98
Gotowość do zapłaty (Willingness to Pay (WTP) / Willingness to Accept (WTA)	99
Metoda przydziału wartości (Value Allotment Method - VAM)	100
Opłaty i kary środowiskowe	101
Koszty uniknięte (Avoided Costs)	102
Ceny hedoniczne (Hedonic Pricing)	104
Metoda „kosztu zastąpienia” (Replacement Cost Method)	105
Analiza wielokryterialna (Multicriteria Analysis - MCA	106
Zadowolenie z życia/subiektywny dobrostan (SWB)	
Life Satisfaction/Subjective Well-Being (SWB)	107
Metody eksperckie (Expert Elicitation Methods)	108
Delphi Method	109
Panele ekspertów (Expert Panels/Roundtables)	109
Osąd ekspercki (Informed Judgement)	110
Benchmarking ekspercki	110

Lista akronimów

CAPEX	wydatki kapitałowe - to pieniądze, które firma wydaje na zakup, utrzymanie lub ulepszenie swoich środków trwałych, takich jak budynki, pojazdy, sprzęt lub grunty.
IRR	wewnętrzna stopa zwrotu - wskaźnik stosowany w analizie finansowej do oszacowania rentowności potencjalnych inwestycji
NEBs (Non Energy Benefits)	korzyści pozaenergetyczne - to liczne i różnorodne korzyści wynikające z poprawy efektywności energetycznej, oprócz oszczędności energii
NEIs (Non Energy Impacts)	wpływ pozaenergetyczny - korzyści i koszty związane z efektywnością energetyczną i innymi rozproszonymi zasobami energetycznymi oprócz wpływu na energię
NEEs (Non Energy Efforts)	koszty pozaenergetyczne - koszty wdrożenia różnych korzyści wynikających z efektywności energetycznej oprócz oszczędności energii
NPV	wartość bieżąca netto - różnica między wartością bieżącą wpływów pieniężnych a wartością bieżącą wyływów pieniężnych w danym okresie
ROI	zwrot z inwestycji - korzyść (lub zwrot) z inwestycji jest dzielona przez koszt inwestycji
TOOL1	narzędzie obliczeniowe, które pomaga zidentyfikować i określić ilościowo pozaenergetyczne korzyści wynikające ze środków efektywności energetycznej dla firmy
TOOL2	narzędzie obliczeniowe, które wspiera audytorów energetycznych w ocenie inwestycji związanych z energią poprzez uwzględnienie wpływu pozaenergetycznego
VALERI	norma EN 17463: 2021 „Wycena inwestycji związanych z energią”

CZĘŚĆ I – Od użyteczności do opłacalności - ramy łączenia finansów z korzyściami pozaenergetycznymi (Non Energy Benefits – NEBs)

W rozdziale omówiono pojęcie „opłacalności” oraz pokazano, jak w praktyce łączyć rachunek finansowy z oceną korzyści pozaenergetycznych (NEBs). Punktem wyjścia jest koncepcja wartości i użyteczności, ilustrowana prostym przykładem konsumenckim („koszula”) służącym wyjaśnieniu, że decyzje inwestycyjne podejmujemy w określonym kontekście funkcji, celów i ograniczeń poznawczych. W tej części wprowadzamy także perspektywę inwestorów (prywatna, biznesowa i publiczna), rozróżnienie opłacalności ekonomicznej, efektywności ekonomicznej i efektywności finansowej, istotę analizy kosztów i korzyści (CBA) oraz rolę efektów zewnętrznych i ich internalizacji.

Rozdział ma za zadanie pokazać szerokie znaczenie „opłacalności”, wykraczające poza arkusz finansowy tak, aby w dalszych częściach niniejszego opracowania swobodnie włączać NEBs (Non Energy Benefits – korzyści pozaenergetyczne) i NEEs (Non Energy Efforts– koszty pozaenergetyczne) do argumentacji i obliczeń, unikając typowych pułapek (mylenia perspektyw, podwójnego liczenia efektów i pomijania wartości niemierzalnych).

Poruszone problemy i zagadnienia:

- Kontekst decyzji: jak cel, funkcja i ograniczenia poznawcze (heurystyki, „satisficing”) kształtują to, co uznajemy za „warto”
- Perspektywy inwestorów: prywatna, biznesowa i publiczna — różne kryteria, różne horyzonty, różne „benefity”
- Formy użyteczności (produkt–czas–miejsce–posiadanie) oraz ich przekład na mierzalne efekty i NEBs.
- Trzy porządki oceny:
 - opłacalność finansowa (cash flow inwestora),
 - ekonomiczna (szersza wartość, także niemarketowa),
 - efektywność ekonomiczna (relacja efekt/nakład).
- CBA: kiedy wyjść poza finanse inwestora i jak łączyć przepływy pieniężne z wyceną korzyści pozarynkowych?
- Efekty zewnętrzne i ich internalizacja (podatki, ETS, normy) — gdzie nie dublować efektów, a gdzie je dopisywać jako NEBs/NEIs.

- *Spójność analityczna: oddzielanie analizy finansowej od ekonomicznej, jawne ujmowanie NEBs obok przepływów pieniężnych (cash flow), przejrzystość założeń.*

Krótko mówiąc: ta część ustawia ramę pojęciową dla całego opracowania. Dzięki niej, w kolejnych rozdziałach liczby z Excela będą osadzone w pełnej mapie wartości tak, by decyzje inwestycyjne były zarówno policzalne, jak i sensowne z perspektywy użytkownika, biznesu i społeczeństwa.

Czy wszystko musi się opłacać?

Zakup koszuli nie wydaje się działaniem wymagającym głębszej refleksji. Idziemy do sklepu, wybieramy, płacimy – koniec historii. Na przykładzie zakupu koszuli, można pokazać **jak różnorodne mogą być kryteria podejmowania decyzji** i czym jest opłacalność (w szerszym tego słowa znaczeniu). Celowo wybrano przykład oderwany od problematyki energetycznej, żeby uniknąć niepotrzebnych dyskusji – to tylko przykład, służący pokazaniu mechanizmu.

Koszula numer jeden: do pracy

Założmy, że szukasz koszuli do pracy. Jej funkcja jest jasno określona: musi być schludna, dobrze skrojona, najlepiej łatwa do uprasowania. Powinna wpisywać się w nieformalny lub formalny „dress code” miejsca, w którym pracujesz. Ale to nie wszystko. Oczekujesz też, że będzie „komunikować” twój profesjonalizm, stanowisko, a może nawet aspiracje. Taka koszula spełnia więc kilka funkcji: **użytkową** (bo musisz ją nosić), ale również **społeczną i reprezentacyjną** (bo ma coś o tobie mówić). Innymi słowy bardziej „opłaca się” do biura kupić koszulę „pod krawat” niż kraciastą flanelówkę. Do pracy w zespole informatyków flanelówka może się sprawdzić lepiej.

Koszula numer dwa: na wakacje

Zupełnie inna historia to koszula na urlop. Tu kluczowe są inne cechy: **przewiewność, wygoda, łatwość czyszczenia i może jeszcze zdolność do ukrywania plam po pizzy. Estetyka? Tak, ale raczej wesółą i swobodną niż oficjalną. Ta koszula nie musi robić wrażenia, lecz zapewnić komfort i lekkość. Jej wartość użytkowa definiowana jest zupełnie inaczej niż w przypadku tej „do pracy”. Poprzednia, oficjalna biała koszula raczej na wakacjach się nie przyda.**

Koszula numer trzy: na dyskotekę

Tu wchodzimy w świat estetyki, emocji i komunikacji społecznej. Koszula na imprezę musi przyciągać uwagę, podkreślać walory sylwetki, być zgodna z estetyką grupy, do której chcemy przynależeć. Funkcja użytkowa schodzi na drugi plan. Liczy się wrażenie – a niekiedy nawet efekt spektakularny. Kupując tę koszulę, inwestujemy w coś trudniejszego do zmierzenia: atrakcyjność i reakcje odpowiedniej płci.

Koszula numer cztery: ostatnia

Na koniec przykład szczególny: koszula kupowana do trumny. Tu nie liczy się trwałość, wygoda, krój ani nawet wygląd w codziennym sensie. Jej funkcja jest czysto symboliczna – ma zapewnić godny wygląd w momencie pożegnania. To, co ważne w tej sytuacji, to wyrażenie powagi, tradycji i szacunku. I choć to nadal „koszula”, jej użyteczność jest odmienna, i nie ma kompletnie znaczenia dla osoby, która ją ma na sobie. „Inwestorem” jest rodzina. Warto pamiętać, że w niektórych kulturach, przy tej specjalnej okazji, opłacało się nie tylko inwestowanie w kosztowne koszule, ale również np. udusić jedną z kochanek oraz zabić konie i służbę (Herodot, *Dzieje*, ks. IV, 71–72).

Z punktu widzenia klasycznej ekonomii, każda z tych decyzji odzwierciedla proces przypisywania a potem **maksymalizacji użyteczności** – jednej z najbardziej fundamentalnych kategorii w teorii konsumenckiego wyboru. Użyteczność (ang. *utility*) to subiektywna wartość, jaką przypisujemy danemu dobru lub usłudze. Jak mówi teoria, konsumenci wybierają zestawy dóbr w taki sposób, by przy ograniczonym budżecie uzyskać **maksymalną korzyść/satysfakcję**.

Wybierając koszulę:

- Do pracy – maksymalizujesz **użyteczność społeczną i funkcjonalną**.
- Na wakacje – **komfort i relaks**.
- Na dyskotekę – **atrakcyjność i samoekspresję**.
- Do trumny – **symbolikę i rytuał (przy czym jej wartość nie jest mierzalna dla osoby, która ma koszulę na sobie)**.

W rzeczywistości więc, nie kupujemy tylko „koszuli” jako rzeczy, ale funkcję, jaką ma ona dla nas pełnić w danym kontekście. Zatem nie pytamy: „Czy to się opłaca?” w sensie księgowym. Raczej pytamy: „Czy za wydane pieniądze osiągnę efekt, o który mi chodzi?”. To subtelne, ale bardzo istotne przesunięcie znaczeniowe. „Opłacalność”

w potocznym sensie nie zawsze oznacza **zysk finansowy**. Często oznacza po prostu **relację między wydatkiem a efektem, którego oczekujemy**.

W tym ujęciu utylitarnym „opłacalność” staje się nie tyle wskaźnikiem finansowym, ile **narzędziem racjonalizacji decyzji**. Mówimy: „warto było kupić” nie tylko wtedy, gdy na czymś zarobiliśmy, ale również wtedy, gdy osiągnęliśmy **subiektywnie ważny rezultat** – nawet jeśli nie da się go łatwo zmierzyć.

Formy użyteczności według klasyków marketingu

W literaturze marketingowej i ekonomicznej wyróżnia się cztery podstawowe formy użyteczności ekonomicznej:

- Użyteczność formy (Form utility) – wartość wynikająca z cech fizycznych i jakości produktu (np. fason, materiał koszuli).
- Użyteczność czasu (Time utility) – dostępność produktu w odpowiednim momencie (np. ekspresowy zakup przed ważnym spotkaniem).
- Użyteczność miejsca (Place utility) – łatwość dostępu do produktu (np. dostępność stacjonarna, online, w naszej miejscowości).
- Użyteczność posiadania (Possession utility) – łatwość wejścia w posiadanie i użycia produktu (np. czy trzeba prasować, czy można od razu założyć).¹

W praktyce każda z tych form może dominować w różnych sytuacjach – i kreować odmienne motywacje zakupowe. Użyteczność i motywacja są wieloaspektowe: różne cechy produktu mogą w różnym stopniu wpływać na decyzję. Co więcej, większość codziennych wyborów zapada... bez świadomej refleksji (decyzje często podejmujemy półautomatycznie lub intuicyjnie, kierując się uproszczonymi regułami czy heurystykami – nie zaś systematyczną analizą).

„Czy to się opłaca?” na to pytanie mamy rzadko jedną, a jeszcze rzadziej obiektywną odpowiedź. W praktyce podejmujemy decyzje na przecięciu dwóch porządków: twardej **ekonomii** (modele, wskaźniki, kalkulatory) i **psychologii behawioralnej** (nawyki, skróty myślowe, emocje). Gdy brakuje czasu i informacji, nie maksymalizujemy — raczej wybieramy „wystarczająco dobre” opcje, wspierając się intuicją i uproszczeniami. To

¹ Investopedia (b.d.) What Are the 4 Types of Economic Utility? [online] Dostęp: <https://www.investopedia.com/ask/answers/032615/what-are-four-types-economic-utility.asp> [dostęp: 19.09.2025].

działa sprawnie na co dzień, ale bywa kosztowne, gdy decyzja dotyczy inwestycji, których skutki rozciągają się na lata.

Dlatego pytanie o „opłacalność” warto rozumieć szerzej niż tylko NPV czy IRR (o których też jest mowa w kolejnych rozdziałach). Proces wyboru pompy ciepła czy fotowoltaiki jest podobny do zakupu koszuli: liczą się nie tylko liczby, ale też komfort, estetyka, niezależność, prestiż — czyli **korzyści pozaenergetyczne (NEBs)**.

Poniżej w skrócie zestawiono mechanizmy, które sprawiają, że decyzje odchylają się od „czystej” racjonalności.

- **Ograniczona racjonalność (bounded rationality)** według Herberta Simona: Ludzie, mając ograniczone zdolności poznawcze, często nie optymalizują wyborów, tylko wybierają **wystarczająco dobre** rozwiązanie – tzw. *satisficing*²
- **Heurystyki i błędy poznawcze** (Kahneman & Tversky): Zamiast kompleksowej analizy, stosujemy szybkie reguły poznawcze, np. heurystykę dostępności czy reprezentatywności – co prowadzi do skrótów myślowych, ale i błędów³
- **System 1 i System 2** (Kahneman): System 1 działa szybko, intuicyjnie i automatycznie – często bierze górę. System 2 analizuje wolniej i wymaga wysiłku, dlatego rzadko go uruchamiamy, szczególnie przy „codziennych” decyzjach⁴
- **Cognitive miser** – mózg jako oszczędny poznawczo: Unikamy wysiłku umysłowego, stosując skróty, nawet jeśli prowadzi to do błędów lub suboptymalnych decyzji⁵

Gdy pytamy, czy coś się „opłaca”, rzadko precyzujemy, według jakiego kryterium dokonujemy oceny. „Księgowi” chcą znać konkretne wskaźniki: NPV, IRR, SPBT – ale czy to wystarczy? Opłacalność zakupu koszuli nie zależy wyłącznie od ceny, lecz od całego zestawu cech, emocji i kontekstu społecznego. To samo dotyczy inwestycji w obszarze transformacji energetycznej: w termomodernizację, pompę ciepła czy panele fotowoltaiczne.

² The Decision Lab (b.d.) Bounded rationality. [online] Dostęp: <https://thedecisionlab.com/biases/bounded-rationality> [dostęp: 19.09.2025]

³ Kahneman, D. (2003) Judgement and choice: Mapping bounded rationality. [PDF] Iowa State University. Dostęp: <https://faculty.sites.iastate.edu/tesfatsi/archive/tesfatsi/JudgementAndChoice.MappingBoundedRationality.DKahneman2003.pdf> [dostęp: 19.09.2025].

⁴ Kahneman, D. (2011) Thinking, fast and slow. New York: Farrar, Straus and Giroux. Wikipedia (b.d.) Thinking, fast and slow. [online] Dostęp: https://en.wikipedia.org/wiki/Thinking_Fast_and_Slow [dostęp: 19.09.2025].

⁵ Wikipedia (b.d.) Cognitive miser. [online] Dostęp: https://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_miser [dostęp: 19.09.2025].

Zaczęliśmy od koszuli, ponieważ ten przykład pokazuje, że za prostym wyborem kryją się złożone mechanizmy wartościowania. Takie same – choć bardziej zakamuflowane – funkcjonują przy decyzjach inwestycyjnych: nie wszystko, co wartościowe, daje się łatwo zmierzyć w złotych, ale niemal wszystko można oszacować, porównać, a w końcu – uzasadnić ekonomicznie. I właśnie tego – rozpoznawania, wartościowania i włączania NEBs do analizy – uczymy się w tym opracowaniu.

Perspektywy inwestorów

Tradycyjny podział inwestorów – na przedsiębiorców, osoby prywatne i instytucje publiczne – odpowiada na pytanie „Kto inwestuje?”. Jednak dla analizy ekonomicznej i dla zrozumienia mechanizmów rynkowych równie ważne jest pytanie „Z jakiej perspektywy inwestuje?”. To rozróżnienie przesunęło akcent z tożsamości inwestora na jego motywację, funkcję i rolę w systemie gospodarczym. Określenie motywacji i potrzeb pozwala na zdefiniowanie korzyści dla inwestora, wynikających z przeprowadzenia inwestycji.

Rysunek 1. chatgpt.com 2025



Perspektywy funkcjonalne

Perspektywa inwestora biznesowego

Biznes kieruje się przede wszystkim rentownością – „excelowe” wskaźniki NPV, IRR i prosty okres zwrotu decydują o dalszym działaniu. Według klasycznych modeli z teorii inwestycji, firma podejmuje działania, jeśli zwrot jest mierzalny i relatywnie szybki.

I właśnie tego – rozpoznawania, wartościowania i włączania NEBs do analizy – uczymy się w tym opracowaniu. Klasyczna wizja Adama Smitha, w której działa „niewidzialna ręka rynku”, zakłada, że prywatny interes jednostek prowadzi do najlepszego rezultatu społecznego. Margaret Thatcher, idąc tym tropem, uznawała, że usługi publiczne powinny być prywatyzowane, skoro sektor prywatny potrafi dostarczać je taniej i sprawniej. Jednak praktyka pokazuje, że przekazanie niektórych usług w ręce prywatne może skutkować spadkiem jakości, a czasem wręcz zanikiem ich dostępności. Dobrym przykładem jest Poczta Polska: z jednej strony utrzymywanie instytucji poczty, w epoce kurierów prywatnych wydaje się anachroniczne, z drugiej jednak, w sytuacjach kryzysowych możliwość powszechnego, kontrolowanego kanału komunikacji z obywatelami nabiera strategicznego znaczenia. Usługi poczty mogą mieć wartość nie tylko finansową, ale strategiczną i systemową. W tym sensie logika działania instytucji – zarówno publicznych, jak i prywatnych – nie może opierać się wyłącznie na kryterium zysku. Nawet przedsiębiorstwa, szczególnie większe, kierują się regulacjami, reputacją czy zobowiązaniami CSR (Corporate Social Responsibility – społeczna odpowiedzialność biznesu: dobrowolne działania firm na rzecz ludzi, środowiska i ładu korporacyjnego, wykraczające poza sam zysk). To przybliża ich praktykę do podejścia interesariuszy (stakeholder approach, Freeman), w którym decyzje są kompromisem pomiędzy finansową efektywnością a pozafinansowymi wartościami.

Perspektywa „Kowalskiego”

Fizyczna osoba, przystówiowy Kowalski, może inwestować z różnych powodów. Czasem cele mają charakter finansowy: kupno ziemi jako lokata kapitału lub panele słoneczne jako inwestycja z przewidywanym zyskiem. Ale w praktyce dla Kowalskiego główną motywacją są **potrzeby życiowe**:

- zapewnienie codziennego dostępu do żywności i koniecznych usług,

- lepsze wykształcenie dzieci,
- zdrowe odżywianie,
- wyjazdy, komfort mieszkania,
- podniesienie prestiżu i komfortu życia.

Dla takiego inwestora *opłacalność* oznacza nie tylko zwrot z inwestycji, ale wpływ na dobrostan życiowy. Proste obliczenia mogą zatem niewystarczająco uchwycić kontekst wartości emocjonalnej, zdrowotnej czy rodzinnej. Dobrym przykładem jest kupowanie drogich i luksusowych samochodów w nadziei, że zakup poprawi wizerunek właściciela.

Perspektywa inwestora publicznego (administracja państwowa, samorządy etc.)

Instytucje publiczne operują według innych priorytetów i kryteriów:

- dbają o dobre życie obywateli – służbę zdrowia, edukację, bezpieczeństwo,
- budują infrastrukturę, także taką, która merytorycznie nie zwróci się finansowo, ale zaspokoi społeczne potrzeby (np. mieszkania socjalne dla ubogich energetycznie).

To typowe działanie w ramach logiki dobrostanu publicznego, gdzie rentowność ekonomiczna może być drugorzędna, a Excel często okazuje się niewystarczającym narzędziem oceny wartości strategicznych. W tym kontekście inwestycje mogą być nieopłacalne w sensie finansowym – ale korzystne, zatem „opłacalne” społecznie.

Perspektywa motywacyjna

Perspektywa motywacyjna pozwala uchwycić różnorodność inwestorów w kategoriach ich celów, horyzontu czasowego, podejścia do ryzyka oraz oczekiwanych efektów (finansowych i pozafinansowych). Inwestorzy mogą więc być klasyfikowani nie tylko poprzez swój status instytucjonalny, ale także poprzez to, jaką wartość chcą tworzyć i w jaki sposób uczestniczą w procesie inwestycyjnym. Można wyróżnić kilka motywacyjnych typów profili inwestorów⁶ – od indywidualistów, przez poszukiwaczy przygód, aż po strażników kapitału. Dwupoziomowe spojrzenie na inwestycję: prywatną, publiczną i biznesową pomaga zrozumieć, dlaczego kryteria opłacalności są **wielowymiarowe**.

⁶ Bailard, T.E., Biehl, D.D. i Kaiser, R.W. (1986) Personal money management. Chicago: Science Research Associates.

Zarówno jednostki, jak i organizacje funkcjonują w warunkach ograniczonej racjonalności (*bounded rationality*)⁷. Oznacza to, że zdolność przetwarzania informacji, przewidywania konsekwencji i porównywania alternatyw jest w praktyce ograniczona. Zamiast maksymalizować użyteczność w sensie czysto ekonomicznym, decydenci często stosują strategię „satisficing” – wybierają rozwiązania wystarczająco dobre, które spełniają minimalne kryteria, choć niekoniecznie są optymalne. W praktyce biznesowej przekłada się to na fakt, że arkusz kalkulacyjny ukazuje szkielet obliczeń finansowych, ale nie odzwierciedla pełnego kontekstu decyzyjnego, obejmującego czynniki społeczne, polityczne czy psychologiczne.

Model behawioralny firmy

W firmach decyzje nie są podejmowane przez jednego maksymalizującego racjonalistę, ale przez koalicję różnych grup interesów, prowadząc do kompromisów. Dla inwestycji technicznych oznacza to, że nawet jeżeli arkusz kalkulacyjny pokazuje zysk, to ostateczna decyzja może zależeć od opinii klientów, regulatorów, pracowników czy lokalnej społeczności⁸.

Wnioski

1. Arkusz kalkulacyjny to nie wszystko – skuteczna analiza inwestycji technicznej wymaga uwzględnienia różnych perspektyw i interesariuszy.
2. Należy pytać „Czy to się opłaca?” z punktu widzenia zarówno perspektywy funkcjonalnej jak i motywacyjnej.
3. Uwzględnienie wielu wymiarów to krok do pełniejszego rozumienia NEBs – korzyści wykraczających poza prosty bilans finansowy – i sposobu, w jaki powinny być uwzględniane w analizie projektów efektywności energetycznej.

Analiza kosztów i korzyści - opłacalność i efektywność

Opłacalność ekonomiczna to pojęcie, które w potocznym języku bywa używane szeroko jako synonim „wartości”, „sensu działania” czy „zysku”. W ekonomii ma

⁷ Simon, H.A. (1957) *Models of man: Social and rational – Mathematical essays on rational human behavior in a social setting*. New York: Wiley. Zob. też: Wikipedia (b.d.) Bounded rationality. [online] Dostęp: https://en.wikipedia.org/wiki/Bounded_rationality [dostęp: 19.09.2025].

⁸ Cyert, R.M. i March, J.G. (1963) *A behavioral theory of the firm*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. Zob. też: Wikipedia (b.d.) A Behavioral Theory of the Firm. [online] Dostęp: https://en.wikipedia.org/wiki/A_Behavioral_Theory_of_the_Firm [dostęp: 19.09.2025]; EconStor (b.d.) A Behavioral Theory of the Firm (digital archive). [online] Dostęp: <https://www.econstor.eu/handle/10419/187429> [dostęp: 19.09.2025].

jednak bardziej precyzyjne znaczenie, związane z oceną relacji między **nakładami a korzyściami**, wyrażonymi najczęściej w kategoriach pieniężnych.

Opłacalność ekonomiczna to zdolność przedsięwzięcia do generowania korzyści ekonomicznych przekraczających poniesione nakłady inwestycyjne i operacyjne – w zadanym czasie i przy danym poziomie ryzyka.

Na tym etapie warto wprowadzić istotne rozróżnienie: między opłacalnością ekonomiczną, a często mylonymi z nią pojęciami efektywności ekonomicznej oraz efektywnością finansowej.

Opłacalność ekonomiczna

Dotyczy ogólnej korzyści netto płynącej z inwestycji – z uwzględnieniem **wszystkich efektów** pieniężnych i niepieniężnych możliwych do oszacowania w kategoriach ekonomicznych. Może zawierać np. wartość zdrowia publicznego, skrócenie czasu dojazdu, poprawę komfortu życia – także, jeśli nie pojawiają się bezpośrednio na fakturze.

To klasyczne ujęcie *analizy kosztów i korzyści* (Cost-Benefit Analysis, CBA), szczególnie istotne w projektach publicznych i społeczny⁹.

Efektywność ekonomiczna

To relacja między rezultatami a nakładami, czyli stopień, w jakim wykorzystujemy zasoby do osiągnięcia celów. Może, ale nie musi, być wyrażona w pieniądzu.

Przykład: zbudowano dwa budynki, ale

- a) w jednym wykorzystano tańsze materiały i mniej roboczogodzin, wykonano gorszy projekt,
- b) w drugim wykonano ładniejszy projekt, wykorzystano lepsze materiały i zadbano o jakość.

Pomimo tego, że pierwszy budynek jest tańszy, to ten drugi może być atrakcyjniejszy pod względem ekonomicznym, a niewykluczone, że będzie bardziej opłacalny w sensie czysto finansowym.

⁹ European Commission, DG REGIO (2014) Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. Bruksela: European Commission. Dostęp: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/120c6fcc-3841-4596-9256-4fd709c49ae4>. [dostęp: 19.09.2025].

Efektywność finansowa

Koncentruje się na czysto finansowym zwrocie z inwestycji – interesuje nas to, czy inwestor odzyska zainwestowane środki, i z jakim zyskiem, na podstawie przepływów pieniężnych, które realnie trafią do jego kieszeni.

To typowe podejście w projektach prywatnych, np. przy inwestycjach ESCO, leasingu czy kredycie ekologicznym.

Tabela 1. Rozróżnienie pojęć: opłacalność ekonomiczna, efektywność ekonomiczna i efektywność finansowa

Pojęcie	Kryterium	Uwzględniane elementy	Typowy odbiorca analizy
Opłacalność ekonomiczna	Korzyści > koszty	Wpływy pieniężne + efekty społeczne	Państwo, JST, NGO, duże firmy
Efektywność ekonomiczna	Efekt/nakład	Skuteczność wykorzystania zasobów	Eksperti, inżynierowie, audytorzy
Efektywność finansowa	Zwrot z inwestycji (ROI)	Wpływy pieniężne do inwestora	Prywatni inwestorzy, banki, fundusze inwestycyjne

Źródło: opracowanie własne KAPE, 2025

Jeśli będziemy mówić o opłacalności finansowej, to będziemy odnosić się wyłącznie do pieniędzy – do tego, ile trzeba zainwestować, oraz jakie finansowe przychody inwestycja wygeneruje w określonym czasie. To podejście typowe dla sektora prywatnego, funduszy, banków i przedsiębiorców.

Natomiast, gdy mówimy o opłacalności ekonomicznej, to mamy na myśli pojęcie znacznie szersze. Uwzględniamy nie tylko twarde przepływy finansowe, ale również:

- efekty zewnętrzne,
- wartości społeczne,
- wpływ na jakość życia, zdrowie, środowisko,
- a nawet trudne do wyceny zmiany w zachowaniu lub mentalności użytkowników.

Taka opłacalność bywa trudna do ujęcia w arkuszu kalkulacyjnym – ale nie jest to niemożliwe. Właśnie dlatego powstały narzędzia analizy CBA, scenariusze wielokryterialne (MCA) czy podejścia do wyceny korzyści pozaenergetycznych (NEBs). I właśnie tym – **jak mierzyć to, co z pozoru niemierzalne** – zajmiemy się w dalszej części tego materiału.

Analiza kosztów i korzyści jako narzędzie oceny

Analiza kosztów i korzyści (ang. *Cost-Benefit Analysis*, CBA) wywodzi się z „ekonomii dobrobytu”¹⁰ i została pierwotnie opracowana jako narzędzie do oceny projektów publicznych w USA w XIX i XX wieku, zwłaszcza w kontekście inwestycji hydrotechnicznych (np. budowy tam i kanałów). Przełomowe zastosowanie miało miejsce w 1936 r. w ramach amerykańskiej ustawy o rzekach i portach, gdzie nakazano wykazywać, że **korzyści społeczne przewyższają koszty realizacji inwestycji**.

Z czasem metoda została rozwinięta i ustandaryzowana – najpierw w sektorze publicznym, a później również w sektorze prywatnym, szczególnie w kontekście inwestycji infrastrukturalnych, środowiskowych i społecznych.

Analiza kosztów i korzyści (CBA) to strukturalna metoda oceny projektów inwestycyjnych, której celem jest określenie, czy łączne korzyści wynikające z przedsięwzięcia przewyższają jego koszty, **z punktu widzenia całego społeczeństwa** (a nie tylko inwestora). Ta perspektywa stanowi o różnicy pomiędzy analizą kosztów i korzyści ekonomicznych (punkt widzenia społeczeństwa) a korzyści i kosztów pozaenergetycznych (perspektywa przedsiębiorcy). To rozgraniczenie jest ważne, może być mylone, ponieważ te same czynniki mogą być oceniane z poziomu różnych perspektyw (np. emisje dwutlenku węgla widziane z punktu widzenia społeczeństwa mogą mieć znacznie większą wartość niż te same emisje widziane z punktu widzenia przedsiębiorcy).

W odróżnieniu od klasycznej analizy finansowej, która koncentruje się na wpływach i wydatkach dotyczących jednego podmiotu (np. firmy), CBA uwzględnia także koszty i korzyści zewnętrzne (tzw. *externalities*), wpływające na inne podmioty: obywateli, środowisko, przyszłe pokolenia.

CBA stosowana jest w:

- planowaniu inwestycji publicznych (infrastruktura, transport, energetyka, edukacja),
- ocenie programów społecznych (np. walka z ubóstwem energetycznym, poprawa zdrowia),

¹⁰ Ekonomia dobrobytu (ang. *welfare economics*) to dział ekonomii analizujący, jak alokacja zasobów i podział dóbr wpływają na dobrobyt społeczny; stanowi teoretyczną podstawę metody CBA.

- projektach środowiskowych (np. rekultywacja terenów, poprawa jakości powietrza),
- analizach efektywności energetycznej i odnawialnych źródeł energii, szczególnie, gdy korzyści wykraczają poza oszczędności energii – np. poprawa komfortu, zdrowia, redukcja emisji.

W Unii Europejskiej CBA jest obowiązkowym elementem dokumentacji projektów współfinansowanych ze środków UE (np. funduszy spójności, LIFE, Horizon), jeśli przekraczają określony próg wartości (zwykle 1–5 mln EUR w zależności od sektora i kraju).

Elementy klasycznej CBA:

1. Identyfikacja scenariuszy – m.in. scenariusz z projektem i bez projektu,
2. Identyfikacja kosztów i korzyści – także społecznych, środowiskowych, zdrowotnych,
3. Kwantyfikacja – wyrażenie ich w mierzalnych jednostkach,
4. Wycena monetarna – również dla elementów pozarynkowych (np. WTP – *willingness to pay*).
5. Dyskontowanie – ujęcie wartości pieniądza w czasie.
6. Wskaźniki oceny opłacalności – NPV, IRR, B/C (stosunek korzyści do kosztów).
7. Analiza wrażliwości – sprawdzenie, jak zmiana założeń wpływa na wynik.

Tabela 2. Przykład ujęcia kosztów i korzyści finansowych oraz społecznych w analizie CBA (na przykładzie szkoły)

Element	Koszty / korzyści	Wartość [PLN]
Koszt inwestycji	Koszt (CAPEX)	400 000
Oszczędność energii	Korzyść (finansowa)	10 000/rok
Poprawa komfortu cieplnego	Korzyść (społeczna)	+15 000 (<i>wycena WTP</i>)
Lepsze wyniki uczniów	Korzyść (społeczna)	+10 000 (<i>przyrost PKB</i>)

Źródło: opracowanie własne KAPE, 2025

W tym przykładzie oszczędności energetyczne stanowią mniej niż połowę łącznych korzyści, a projekt staje się opłacalny dopiero wtedy, gdy uwzględnimy NEBs – korzyści pozaenergetyczne.

Najważniejsze punkty

CBA to narzędzie, które pozwala wyjść poza samą opłacalność finansową i zobaczyć wartość inwestycji w szerszym, społecznym i środowiskowym kontekście.

- Analiza CBA jest stosowana do oceny programów i projektów publicznych lub finansowanych przez instytucje publiczne w celu oceny szerszej wartości projektu.
- Jego siłą jest to, że pozwala na monetaryzację „miękkich korzyści”, których nie widzi Excel.
- W kontekście efektywności energetycznej, analiza CBA jest kluczem do uzasadnienia działań, które są technicznie skuteczne, ale tylko pozornie „nieopłacalne”.

CBA (Cost-Benefit Analysis) to klasyczna metoda oceny opłacalności projektów, szczególnie w sektorze publicznym. Celem CBA jest ocena, czy korzyści społeczne danego przedsięwzięcia przewyższają jego koszty – niezależnie od tego, kto je ponosi lub zyskuje.

CBA uwzględnia:

- rynkowe i pozarynkowe koszty i korzyści (tzw. externalities),
- wpływ na wielu interesariuszy (społeczeństwo, środowisko, gospodarkę),
- efekty pośrednie, długofalowe i systemowe.

To narzędzie do systemowego myślenia o inwestycjach z punktu widzenia ogólnego dobrobytu społecznego, a nie tylko finansowego rachunku inwestora.

Efekty zewnętrzne

W tym rozdziale wyjaśniamy pojęcie i znaczenie efektów zewnętrznych. Ich zrozumienie pozwoli na uniknięcie w prowadzonych analizach podwójnego liczenia efektów (część z nich jest już uwzględniona w prawodawstwie, normach czy opłatach za korzystanie ze środowiska). Pojęcie efektów zewnętrznych jest jednym z fundamentalnych pojęć w ekonomii i polityce ochrony środowiska.

Rysunek 2. Chatgpt.com 2025



Termim kosztów (efektów) zewnętrznych (ang. *external costs, externalities*) wywodzi się z ekonomii neoklasycznej i zostało szerzej spopularyzowane na początku XX wieku, choć jego korzenie sięgają jeszcze XIX wieku. Jednym z pierwszych ekonomistów, który opisał to zjawisko, był Alfred Marshall w swojej książce *Principles of Economics* (1890), ale Arthur C. Pigou był tym, który je sformalizował i nadał znaczenie polityczne. W swojej pracy *The Economics of Welfare* (1920), Pigou pokazał, jak działalność gospodarcza może wpływać na osoby trzecie – pozytywnie.

Niezauważanie takich „efektów” prowadzi do tzw. nieefektywności rynkowej.

Przykłady efektów zewnętrznych:

- Kotłownia węglowa produkuje tanie ciepło, ale jednocześnie zanieczyszcza powietrze, powodując choroby – koszty zdrowotne ponosi społeczeństwo (a nie producent właściciel kotłowni).
- Wisła w swoim górnym biegu zanieczyszczana była i jest przede wszystkim przez **zlewnię Przemyszy** (Czarna i Biała), skąd Wisła dostawała i wciąż dostaje ładunek zanieczyszczeń **z kopalń, hut i koksowni**: zasolone wody pokopalniane oraz metale ciężkie i inne ścieki przemysłowe. Obecnie kopalnie posiadają odpowiednie pozwolenia (NIK 2025).

- Transport drogowy może generować hałas i emisje, które nie są uwzględnione w cenie paliwa, samochodu czy biletu autobusowego.

Pojęcie kosztów zewnętrznych jest fundamentem nowoczesnej polityki środowiskowej i energetycznej. Do mechanizmów służących uwzględnieniu kosztów zewnętrznych (internalizacji) należą:

- Wprowadzenie podatków ekologicznych (np. podatek węglowy),
- Systemy handlu emisjami (np. EU ETS),
- Koncepcja „zanieczyszczający płaci” (*polluter pays principle*),

Stanowią też uzasadnienie dla interwencji państwowych i subsydiów dla działań przynoszących korzyści zewnętrzne (np. OZE, termomodernizacja).

Korzyść zewnętrzna powstaje wtedy, gdy działanie poprawia dobrobyt innych, a „sprawca” nie otrzymuje za to wynagrodzenia. Oznacza to, że z punktu widzenia społeczeństwa, tego typu działania są niedoinwestowane, bo rynek nie wynagradza ich proporcjonalnie do ich pełnej wartości.

Przykład

Jeśli inwestor wykonuje termomodernizację albo remont elewacji budynku, to nie tylko zmniejsza swoje rachunki za energię, ale też:

- poprawia estetykę otoczenia – sąsiedzi, przechodnie, lokalna społeczność korzystają z ładniejszej przestrzeni,
- wzrasta atrakcyjność okolicy – wyższe ceny nieruchomości w sąsiedztwie, lepszy wizerunek dzielnicy,
- może się poprawić poczucie bezpieczeństwa i komfortu – odnowione, zadbane budynki zmniejszają poczucie degradacji przestrzeni.

Korzyści zewnętrzne są ważne z punktu widzenia gospodarki, ponieważ nie są w pełni wynagradzane przez rynek. To „niedocenienie” sprawia, że:

- prywatne podmioty inwestują w nie mniej, niż byłoby społecznie optymalne,
- uzasadnia to subsydia, dopłaty, zachęty podatkowe, regulacje promujące pozytywne działania.

Między innymi to właśnie dlatego państwa inwestują w edukację, zdrowie, zieloną infrastrukturę czy innowacje – bo prywatny sektor nie zrealizuje ich samodzielnie w odpowiedniej skali.

Rodzaje kosztów zewnętrznych – zrozumieć ukryte konsekwencje działalności gospodarczej

Współczesna gospodarka nie funkcjonuje w próżni – każda decyzja inwestycyjna, produkcyjna czy konsumpcyjna wywiera skutki, które wykraczają poza granice bilansu finansowego przedsiębiorstwa. Właśnie te nieujęte w cenach rynkowych skutki uboczne nazywamy kosztami zewnętrznymi (*external costs, externalities*). Są one ponoszone nie przez sprawcę, lecz przez osoby trzecie – mieszkańców, środowisko naturalne czy całe społeczeństwo. W tej części przyjrzymy się najważniejszym formom, jakie mogą przybierać koszty zewnętrzne.

Koszty środowiskowe – rachunek dla natury

Najbardziej oczywistym i często przytaczanym rodzajem kosztów zewnętrznych są skutki działalności gospodarczej, które **obciążają środowisko naturalne**.

Zaliczyć do nich można m.in.:

- zanieczyszczenie powietrza, w tym emisje pyłów zawieszonych (PM10, PM2.5), dwutlenku siarki, tlenków azotu, a także CO₂ – który jako gaz cieplarniany przyczynia się do globalnego ocieplenia,
- zanieczyszczenie wód i gleby przez ścieki, nawozy i odpady przemysłowe, które zagrażają ekosystemom, wodzie pitnej i bezpieczeństwu żywności,
- hałas i wibracje, generowane zwłaszcza przez transport i przemysł ciężki, mające wpływ zarówno na ludzi, jak i na dzikie zwierzęta,
- degradacja krajobrazu, np. przez chaotyczne zagospodarowanie przestrzenne, infrastrukturę energetyczną czy przemysłową – szczególnie dotkliwa w obszarach przyrodniczo cennych lub turystycznych,
- utrata bioróżnorodności, wynikająca z niszczenia siedlisk naturalnych i postępującej antropopresji.

Są to koszty, które nie pojawiają się na fakturze, ale których skutki obserwujemy w postaci ginących gatunków, coraz częstszych ekstremalnych zjawisk pogodowych, pogarszającego się stanu zdrowia społeczeństwa.

Koszty zdrowotne – niewidzialny ciężar systemu ochrony zdrowia

Wiele działań gospodarczych, zwłaszcza w energetyce, transporcie i przemyśle, generuje skutki, które uderzają bezpośrednio w zdrowie ludzi. To m.in.:

- wzrost zachorowań i przedwczesnych zgonów na skutek wdychania zanieczyszczonego powietrza – problem dotyczący szczególnie miast i aglomeracji,
- problemy psychiczne, stres i zaburzenia snu, spowodowane m.in. przez hałas komunikacyjny, światło w nocy, nadmierną gęstość zabudowy czy brak zieleni.
- narażenie na substancje toksyczne, takie jak metale ciężkie czy związki rakotwórcze obecne w glebie, wodzie lub produktach spożywczych.

Te koszty są często ukryte – ponoszą je zarówno pacjenci, jak i całe systemy opieki zdrowotnej, które muszą radzić sobie z chorobami będącymi skutkiem działań ekonomicznych.

Koszty społeczne i przestrzenne – uciążliwości codziennego życia

Niektóre skutki uboczne działalności gospodarczej przejawiają się nie tyle w fizycznym zniszczeniu, co w pogorszeniu jakości życia, zwłaszcza w przestrzeni miejskiej i zurbanizowanej. Możemy tu mówić o:

- korkach i zatorach komunikacyjnych, które generują straty czasu, zwiększają emisję i pogarszają komfort życia,
- wypadkach drogowych, które powodują koszty leczenia, rehabilitacji, utraty produktywności czy nawet życia,
- hałasie i natężeniu ruchu, które wpływają na dobrostan mieszkańców, zmniejszając wartość nieruchomości i przyczyniając się do tzw. „ucieczki klasy średniej” z miast,
- dzielnicach zdegradowanych, które tracą atrakcyjność przez bliskość infrastruktury przemysłowej, składowisk odpadów czy źródeł hałasu.

Choć pozornie są to „subiektywne” koszty, ich wpływ na społeczną spójność, mobilność i zdrowie publiczne jest coraz lepiej udokumentowany.

Koszty makroekonomiczne – konsekwencje dla całej gospodarki

Skumulowane efekty zewnętrzne przekładają się w końcu na koszty makroekonomiczne i fiskalne, ponoszone przez całe państwo i jego instytucje. To m.in.:

- rosnące wydatki publiczne – na leczenie chorób cywilizacyjnych, przeciwdziałanie smogowi czy adaptację do zmian klimatu,
- spadek produktywności społeczeństwa, wynikający z absencji chorobowej, wykluczenia społecznego czy gorszej kondycji psychicznej,

- katastrofy klimatyczne i ich skutki ekonomiczne – susze, powódzie, migracje wewnętrzne i zewnętrzne, konieczność odbudowy infrastruktury.

Wszystkie te elementy wpływają na tempo wzrostu gospodarczego, stabilność systemu finansów publicznych i konkurencyjność gospodarki w długim okresie.

Koszty zewnętrzne to nie abstrakcja – to realne straty, które dotyczą ludzi, środowisko i państwo, choć nie są widoczne w bilansach firm czy decyzjach rynkowych. Ich identyfikacja, wycena i internalizacja, (czyli włączenie ich do rachunku ekonomicznego, np. przez podatki, regulacje lub mechanizmy rynkowe) to fundament odpowiedzialnej polityki publicznej, szczególnie w obszarze energii, transportu i klimatu.

Jak internalizować koszty zewnętrzne? Od teorii do praktyki

W ekonomii środowiska (oraz klimatu i energii) kluczowym problemem są koszty zewnętrzne – negatywne skutki działań gospodarczych, za które nikt nie płaci. W konsekwencji zostają one przerzucone na społeczeństwo. Obciążenie ich skutkami (lub kosztami) sprawcy prowadzi do efektywniejszych, sprawiedliwszych i zrównoważonych decyzji (internalizacja efektów zewnętrznych). Oto przykładowe strategie, jakie rozwinęła praktyka – od klasyki po nowoczesne podejścia:

Podatki Pigou’a (Pigovian taxes)

To fundament – podatek ustawiony na poziomie krańcowego kosztu zewnętrznego, czyli wartość szkodliwego efektu z każdej dodatkowej jednostki emisji czy produkcji. Dzięki temu, producent płaci pełną „społeczną cenę”.

- Zalety: efektywność rynkowa, elastyczność, przychód budżetowy.
- Wyzwania: wymaga precyzyjnej wyceny szkody, by uniknąć obciążeń społecznie niesprawiedliwych.

Przykłady: podatek węglowy, opłaty za plastik i opakowania.

System handlu uprawnieniami (Cap and Trade)

Rząd wprowadza limit emisji, a firmy otrzymują lub kupują uprawnienia do emisji. Mogą ze sobą handlować, co wprowadza elastyczność i nagradza tańszą redukcję emisji.

- Plusy: kontrolowany poziom emisji, rynkowe dopasowanie, zachęty do innowacji.
- Minusy: złożone zarządzanie i ryzyko spekulacji.

Regulacje (Command and Control)

To bezpośrednie narzucenie norm, np. limitów emisji, wymogów technologicznych, zakazów.

- Plusy: natychmiastowy i wymierny efekt.
- Minusy: brak elastyczności, może hamować innowacje i ignorować różnice kosztowe między przedsiębiorstwami.

Subsydia do pozytywnych działań

Tu stosuje się odwrotność podatków – doświadcza się działania poprzez nagradzanie, czyli zmniejszanie kosztów tych aktorów, którzy przynoszą korzyści zewnętrzne.

- Forma: dopłaty, kredyty podatkowe, ulgi, dotacje.
- Przykłady: wsparcie technologii OZE, edukacji czy infrastruktury recyklingowej.

Prawa własności i negocjacje (podejście Coase'a)

Ronald Coase zwrócił uwagę, że jeśli **prawa są jasno określone**, to strony mogą się samodzielnie dogadać i osiągnąć efektywne rozwiązanie bez interwencji państwa. Znaczenie: jeśli koszt negocjacji jest niski i szkody konkretne (np. hałas, woda), to kooperacja może być szybsza i tańsza niż regulacje.

Edukacja i zmiana norm społecznych

Edukacja jest nietechnicznym, ale potężnym mechanizmem: **budowanie świadomości i wzmacnianie kultury zrównoważonego zachowania**, np. recyklingu, oszczędzania wody, ograniczenia plastiku skutecznie prowadzi do internalizacji „społecznej ceny”.

Gospodarka o obiegu zamkniętym (Circular Economy)

Nowoczesne podejście biznesowe: odpady stają się zasobami. Firmy projektują produkty tak, by można je było odzyskiwać, naprawiać, przetwarzać. Efekt? Teoretycznie problemy zewnętrzne przestają istnieć – są włączone w model biznesowy.

Inne narzędzia sektorowe

To dopasowane mechanizmy – np. systemy kaucji za butelki, opłaty za wodę, depozyty, opłaty środowiskowe za ścieki. Działają skutecznie, bo dopasowane są do potrzeb danego sektora.

W praktyce najlepsze efekty osiąga się przez kompleksowe podejścia:

- Pigou + cap and trade – dają pewność oraz elastyczność kosztową.
- Regulacje + podatki – gwarantują przestrzeganie norm i nagradzają nadmiarowe wysiłki.
- Subsydia + edukacja – budują pozytywne nastawienie do zielonych inwestycji.
- Prawa własności + mediacje – idealne dla lokalnych, konkretnych konfliktów.

Analiza efektów pozaenergetycznych – efekty zewnętrzne i CBA

Przy analizie kosztów i korzyści pozaenergetycznych kluczowe jest ustalenie, **które z nich są już zinternalizowane** – to ułatwia decyzję, gdzie i jak ująć je w arkuszach analizy (CBA). Dobrym przykładem są ambitne standardy ochrony cieplnej budynków: elementy polityki klimatycznej zostały „zaszyte” w wymaganiach technicznych, co realnie wpływa na budżet inwestora. W ten sposób część kosztu zmian klimatycznych została przeniesiona na decyzje projektowe. Jak policzyć efekt końcowy? W projektach termomodernizacyjnych punktem wyjścia jest **audyt energetyczny**, a w nowych budynkach – **szacunek wpływu zaostrzonych norm** na zużycie energii i emisje, który następnie zasila raportowanie realizacji celów krajowych w zakresie efektywności energetycznej i redukcji CO₂.

Uwaga: standardy zwykle **podnoszą przede wszystkim CAPEX** (lepsze przegrody, okna, systemy), jednocześnie **obniżają OPEX** przez mniejsze zużycie energii. Całkowity efekt to **CAPEX i OPEX** zdyskontowane w horyzoncie analizy.

W praktyce inwestycyjnej – zwłaszcza w projektach efektywności energetycznej – coraz częściej okazuje się, że korzyści pozaenergetyczne (NEBs) nie są jedynie dodatkiem, lecz są ważnym, często głównym motywem decyzji inwestycyjnej.

Inwestorzy nie zawsze kierują się jedynie rachunkiem finansowym. W wielu przypadkach to właśnie zwiększenie wydajności produkcji, zmniejszenie uciążliwości codziennego funkcjonowania, poprawa bezpieczeństwa, wygody, zdrowia czy wizerunku staje się kluczowym powodem podjęcia działań modernizacyjnych. Oszczędność energii – choć ważna – bywa jedynie „ubocznym efektem” szerszej zmiany.

NEBs jako warunek opłacalności – przykład szkoły

Rozważmy prosty przykład termomodernizacji szkoły. W wersji minimalnej – skupionej tylko na oszczędności energii – inwestycja może nie wydawać się opłacalna. Ale kiedy uwzględnimy **szersze spektrum efektów**, obraz zmienia się diametralnie:

Tabela 3. Zestawienie kosztów i korzyści inwestycji (na przykładzie szkoły)

Element	Koszty / korzyści	Wartość (PLN)
Koszt inwestycji	Koszt (CAPEX)	-350 000
Oszczędność energii (roczne)	Korzyść (finansowa)	30 000
Poprawa komfortu cieplnego	Korzyść (społeczna)	+15 000 (wycena WTP)
Lepsze wyniki uczniów (roczne)	Korzyść (społeczna)	+10 000 (przyrost PKB)
Mniejsze emisje CO ₂ (roczne)	Korzyść (ekologiczna)	+5 000 (shadow price)
Wartość NPV (10 lat, 4%)	–	38 000

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Po uwzględnieniu dodatkowych korzyści pozaenergetycznych okazuje się, że oszczędności energetyczne stanowią mniej niż połowę łącznych korzyści, a projekt „staje się opłacalny” dopiero po uwzględnieniu NEBs. W tej przykładowej analizie NEBs zostały uwzględnione:

- koszty zewnętrzne w postaci zwiększonego CAPEX,
- koszty zewnętrzne w postaci zmniejszenia emisji CO₂,
- korzyści społeczne w postaci poprawy wykształcenia uczniów,
- korzyść dla „firmy” w postaci poprawy komfortu cieplnego.

Oprócz wymienionych kosztów i korzyści występują korzyści niepoliczalne – takie jak wzrost bezpieczeństwa, poprawa wizerunku szkoły, wpływ na kulturę pracy zarówno uczniów jak i nauczycieli.

UWAGA – to jest ta sama przykładowa tabela, która była przytoczona w kontekście CBA. Zrobiono to celowo, żeby pokazać, że różnica pomiędzy CBA (analiza kosztów i korzyści) i NEE (efekty pozaenergetyczne) polega na przyjęciu różnej perspektywy, a wyniki obu analiz mogą być podobne. Zrozumienie mechanizmów internalizacji kosztów zewnętrznych pozwala na wykonanie pełniejszej analizy (uwzględniającej elementy polityki państwa) oraz uniknięcie podwójnego finansowania.

Korzyści pozaenergetyczne (NEBs) odnoszą się do „efektów ubocznych” inwestycji w efektywność energetyczną, które:

- nie dotyczą bezpośrednio energii, ale
- stanowią istotną wartość dla użytkownika końcowego lub inwestora.

Typowe NEBs to:

- poprawa komfortu cieplnego lub akustycznego,
- wzrost produktywności lub frekwencji pracowników,
- ograniczenie emisji zanieczyszczeń,
- zmniejszenie ryzyk zdrowotnych lub wizerunkowych,
- zgodność z polityką CSR lub ESG,
- uproszczenie obsługi obiektów (np. brak potrzeby rozpalania pieca węglowego, usuwania popiołu, zatrudniania palacza).

NEBs mogą być **policzalne** (np. przez wycenę WTP, shadow prices, avoided costs), ale często są **niedoszacowane lub pomijane w analizach inwestycyjnych**. Tymczasem to one przesądzają o sensie wielu modernizacji.

Tabela 4. Porównanie podejścia/perspektywy CBA i NEBs

Element	CBA	NEBs
Cel	Ocena ogólnospołecznej opłacalności	Wartość dodatkowa dla użytkownika/inwestora
Zakres	Wszystkie koszty i korzyści (także zewnętrzne)	Efekty uboczne nieenergetyczne inwestycji
Perspektywa	Spółeczeństwo (makroekonomiczna)	Użytkownik, inwestor, organizacja (mikroekonomiczna)
Waloryzacja	Monetarna i niemonetarna (przeliczona)	Często jako oszacowanie wartości subiektywnej
Zastosowanie	Projekty publiczne, strategie, fundusze UE	Projekty prywatne i publiczne (NEBs jako uzupełnienie CBS)
Charakter	Sformalizowany, ustandaryzowany	Elastyczny, jakościowy i ilościowy

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

NEBs i CBA to narzędzia komplementarne, a nie konkurujące ze sobą. W praktyce dobrze przygotowana analiza efektywności projektu powinna:

- uwzględniać NEBs jako element danych wejściowych do CBA,
- lub traktować NEBs jako osobny moduł uzasadnienia inwestycji z punktu widzenia interesariusza.

W projektach modernizacji, zwłaszcza w sektorze publicznym, NEBs są realnymi, decydującymi argumentami – także wtedy, gdy nie pojawiają się w głównej tabeli arkusza kalkulacyjnego.

CZĘŚĆ II – ELEMENTY ANALIZY FINANSOWEJ I OPŁACALNOŚĆ

Ten rozdział porządkuje **podstawy analizy finansowej** tak, aby czytelnik-praktyk mógł poprawnie wtączyć do obliczeń również **korzyści i koszty pozaenergetyczne (Non Energy Benefits – NEBs i Non Energy Efforts – NEEs)**. W praktyce decyzje inwestycyjne zapadają na bazie liczb: przepływów pieniężnych i wskaźników (NPV, IRR, SPBT). Jeśli jednak nie rozumiemy, z czego te liczby się biorą—jak rozróżnić **CAPEX, OPEX, nakłady odtworzeniowe, koszty transakcyjne**, jak traktować **podatki i amortyzację**, oraz jak wyznaczyć **granice projektu**—to nie umiemy ich rzetelnie dodać do modelu efektów, które nie są „czystą energią”, a realnie zmieniają wynik (np. mniejsza awaryjność, krótsze przestoje, lepszy komfort pracy, niższe opłaty środowiskowe).

Rozdział pokazuje co uwzględniać (pełny katalog kosztów i przychodów, także jednorazowych czy pomocniczych), w jakiej konwencji (nominalnej vs. realnej, spójność ze stopą dyskontową) i jak liczyć (budowa tabeli cash flow, dopisywanie wierszy dla NEBs po stronie kosztów/przychodów, oddzielne ujęcie podatku dochodowego). Daje też narzędzia do testowania wrażliwości i ryzyka (scenariusze cen energii, inflacji, CAPEX) oraz wskazuje różnice między projektami dotyczącymi odnawialnych źródeł energii (OZE) i związanymi z efektywnością energetyczną (EE).

Jak korzystać: (1) zdefiniuj granice projektu; (2) skataloguj strumienie finansowe i NEBs; (3) zbuduj spójny cash flow; (4) policz NPV/IRR/SPBT i DPBT; (5) wykonaj analizę wrażliwości. Dzięki temu NEBs stają się elementem tej samej, porównywalnej arytmetyki, co „zwykłe” przepływy.

W najprostszym ujęciu analiza opłacalności finansowej odpowiada na pytanie: „Czy inwestycja zwróci się w zakładanym czasie (wygeneruje dodatni wynik finansowy)?” Czyli zwykła analiza nie obejmuje korzyści pozaenergetycznych, (chyba że są zinternalizowane – o czym była mowa w rozdziale o efektach zewnętrznych).

Podejście analizy kosztów i korzyści opiera się na zestawieniu w czasie wszystkich kosztów i przychodów (lub oszczędności) związanych z inwestycją. Dzięki temu uzyskujemy tzw. przepływy pieniężne (ang. *cash flows*), na podstawie których można przeprowadzić dalsze obliczenia – np. NPV, IRR czy SPBT.

Analiza kosztów i przychodów finansowych w projektach efektywności energetycznej wymaga rozróżnienia kilku grup wydatków i przychodów (lub oszczędności). Koszty transakcyjne zostały umieszczone na pierwszym miejscu z dwóch powodów. Po pierwsze, pojawiają się jeszcze przed samą inwestycją – są więc w naturalny sposób „pierwsze” w czasie. Po drugie, często bywają niedostrzegane lub pomijane w analizach, dlatego warto je tu wyraźnie podkreślić i postawić w świetle reflektorów. Koszty i korzyści pozaenergetyczne w analizie (NEEs i NEBs) są traktowane równorzędnie z kosztami i korzyściami finansowymi stanowiąc uzupełnienie „zwykłej analizy finansowej”, wspierając podejmowanie decyzji inwestycyjnych. Jednak należy pamiętać, że w rozmowach z bankami przedstawia się „zwykłe” analizy finansowe. Inaczej sprawa wygląda przy projektach finansowanych z funduszy publicznych, gdzie często wymagana jest analiza kosztów i korzyści ekonomicznych, społecznych i środowiskowych.

Koszty

Koszty transakcyjne (transaction costs)

To koszty nie tyle samego wykonania inwestycji, co jej przygotowania, koordynacji, ubiegania się o finansowanie, rozliczania, raportowania itp. Wliczamy tu m.in.:

- koszty audytu energetycznego lub ekspertyz,
- przygotowanie dokumentacji do dotacji lub pożyczki,
- obsługę prawną, finansową, konsultingową,
- czas pracy inwestora, załogi związanej z przygotowaniem projektu i związane z tym koszty pośrednie.

Przykład: Dla inwestora planującego inwestycję o wartości 10 000 PLN, koszty projektu i przygotowania wniosków o zezwolenia etc. mogą wynieść np. 2 000 PLN. To aż 20% całkowitych nakładów – bariera, która może zniechęcać do realizacji projektu (to jest przykład – w rzeczywistości koszty i proporcje zależą od rodzaju inwestycji).

Koszty inwestycyjne (CAPEX)

Koszty inwestycyjne (CAPEX) to jednorazowe nakłady ponoszone na zakup, budowę lub modernizację środków trwałych – np. maszyn, instalacji, systemów energetycznych czy infrastruktury technicznej. W kontekście projektów efektywności energetycznej obejmują m.in. koszty zakupu urządzeń, ich montażu, wdrożenia systemów sterowania, a także ewentualne prace budowlane lub instalacyjne. Koszty inwestycyjne są podstawą do analizy opłacalności projektu i mają kluczowy wpływ na takie wskaźniki jak ROI, NPV czy SPBT. W analizie finansowej są rozliczane zazwyczaj w momencie poniesienia, natomiast w ujęciu księgowym mogą być rozłożone w czasie poprzez amortyzację.

Nakłady odtworzeniowe to wydatki związane z utrzymaniem efektywności technicznej i funkcjonalnej zainstalowanych urządzeń lub systemów w dłuższym horyzoncie czasowym. Choć formalnie nie są pełnowartościowym kosztem inwestycyjnym (CAPEX), wykraczają też poza typowe koszty operacyjne (OPEX). Obejmują m.in. okresową wymianę elementów eksploatacyjnych, większe remonty, modernizację podzespołów czy wymianę urządzeń po okresie ich technicznego zużycia. Nakłady te są istotne w analizie finansowej projektów długoterminowych, ponieważ wpływają na całkowity koszt cyklu życia inwestycji oraz mogą znacząco obniżać realne oszczędności w kolejnych latach eksploatacji.

Koszty operacyjne (OPEX)

Koszty operacyjne (OPEX) to powtarzalne wydatki związane z codziennym funkcjonowaniem urządzeń, instalacji lub całego przedsiębiorstwa po zrealizowaniu inwestycji. Obejmują m.in. koszty zużycia energii, materiałów eksploatacyjnych, pracy personelu, serwisu, utrzymania i bieżących napraw. W przypadku projektów efektywności energetycznej OPEX odgrywa kluczową rolę, ponieważ celem takich działań jest zazwyczaj ich istotne ograniczenie – np. poprzez zmniejszenie zapotrzebowania na energię, automatyzację procesów czy zastosowanie trwalszych technologii.

W analizie opłacalności projektów modernizacyjnych koszty operacyjne są ujmowane jako część corocznych przepływów pieniężnych (cash flow) i mają bezpośredni wpływ na oszczędności generowane przez inwestycję. Ich dokładne oszacowanie jest równie

ważne jak określenie kosztów inwestycyjnych, ponieważ nawet relatywnie niewielkie różnice w OPEX mogą w długim okresie znacząco zmienić wartość wskaźników takich jak NPV czy SPBT. Warto przy tym uwzględniać również czynniki zewnętrzne – jak wzrost cen energii czy materiałów, które wpływają na kształtowanie się przyszłych kosztów eksploatacyjnych.

Inne koszty i korzyści finansowe

Do tej kategorii zaliczymy elementy, które nie pasują jednoznacznie do powyższych grup, ale mają wpływ na analizę finansową i cykl życia inwestycji. Mogą to być m.in.:

- koszty ubezpieczeń (np. polisy dla instalacji PV czy pomp ciepła),
- koszty transportu i logistyki,
- opłaty administracyjne i podatkowe (np. opłata skarbową, podatek od nieruchomości w wyniku modernizacji),
- kary umowne, ryzyko kursowe lub inne opłaty finansowe (np. prowizje bankowe, marże kredytowe).

Koszty pozaenergetyczne

Aby uwzględnić koszty pozaenergetyczne należy po prostu dopisać dodatkowy rząd/rzędy w tabeli przepływów finansowych w części „koszty”.

Przychody

Oprócz kosztów istotnym elementem każdej analizy są również przychody, które inwestycja może wygenerować. W zależności od charakteru projektu, mogą to być zarówno stabilne i powtarzalne wpływy z działalności podstawowej, jak i korzyści finansowe wynikające z poprawy płynności czy efektywności zarządzania kapitałem. Warto też uwzględnić przychody o charakterze nadzwyczajnym, które choć trudne do przewidzenia, mogą mieć istotny wpływ na całkowity bilans inwestycji.

Przychody operacyjne (direct revenues)

Bezpośrednie przychody związane z działalnością przedsiębiorstwa, które mogą wzrosnąć dzięki inwestycji, np.:

- sprzedaż produktów lub usług,
- wynajem powierzchni, sprzętu lub usług,

- sprzedaż energii lub innych zasobów (np. energia z PV, ciepło odpadowe, certyfikaty energetyczne)

Przychody finansowe

Dochody niezwiązane bezpośrednio z działalnością operacyjną, ale mogące wystąpić w wyniku poprawy sytuacji finansowej lub płynności firmy, np.:

- odsetki od środków pieniężnych ulokowanych na lokatach, rachunkach oszczędnościowych, obligacjach,
- dywidendy lub inne wpływy kapitałowe, jeśli firma reinwestuje zyski z oszczędności.

Przychody nadzwyczajne (np. jednorazowe, nieoperacyjne)

Nie wynikają ani z działalności podstawowej, ani finansowej – mają charakter jednorazowy lub losowy. Przykłady:

- odszkodowania,
- darowizny,
- przychody z umorzenia zobowiązań,
- nieoczekiwane zyski z wygranych spraw sądowych,
- zbycie składników majątku trwałego (jeśli nie jest to działalność podstawowa firmy).

Przychody z dotacji inwestycyjnych (czasem księgowane osobno)

- Np. dotacje na środki trwałe – nie są bezpośrednimi przychodami operacyjnymi ani finansowymi, ale są ujmowane w rachunku zysków i strat przez amortyzację tych środków, a więc pojawiają się stopniowo. W analizie przepływów pieniężnych (cash flow) są traktowane jako przychody jednorazowe (CAPEX).

Przychody z działalności pomocniczej lub ubocznej

Gdy Jeśli firma ma np. stołówkę, przedszkole, wynajmuje salę konferencyjną itd. Przychody te są czasem klasyfikowane jako inne przychody operacyjne, jeśli nie stanowią głównej działalności.

Zyski ze sprzedaży aktywów trwałych

Jeśli firma sprzeda np. starą maszynę, budynek lub samochód za kwotę wyższą niż wartość księgowa, powstaje przychód ujmowany jako „zysk ze zbycia rzeczowych aktywów trwałych”.

Korzyści pozaenergetyczne

Aby uwzględnić korzyści pozaenergetyczne należy po prostu dopisać dodatkowy rząd/rzędy w tabeli przepływów finansowych w części „przychody”. Należy przy tym pamiętać, że analiza korzyści pozaenergetycznych jest wykonywana z perspektywy inwestora, a zatem nie jest przedmiotem zainteresowania komercyjnych instytucji finansowych (przynajmniej na razie).

Podatki, amortyzacja i jej rola w analizach finansowych inwestycji

Amortyzacja jako narzędzie księgowe, a nie koszt ekonomiczny

W celach podatkowych nie można uwzględniać bezpośrednio wydatków na maszyny i urządzenia (jako tzw. *upfront costs*, czyli koszty początkowe). Wydatki typu CAPEX należy amortyzować.

Amortyzacja księgowa to sposób rozliczania kosztu zakupu lub wytworzenia środka trwałego albo wartości niematerialnej i prawnej w czasie. W praktyce oznacza to, że jeśli firma kupuje np. maszynę, budynek albo licencję, to nie zalicza całego wydatku od razu w koszty, tylko „rozkłada” go na kilka lat.

Zgodnie z polskimi przepisami podatkowymi (2025 r.), środek trwały o wartości początkowej przekraczającej **10 000 zł** musi zostać wprowadzony do ewidencji i podlegać amortyzacji. Natomiast środki trwałe o wartości poniżej tego progu mogą zostać zaliczone bezpośrednio do kosztów uzyskania przychodów lub objęte jednorazową amortyzacją (czyli pojawić się bezpośrednio jako koszty początkowe).

Amortyzacja jest formalnym sposobem uwzględnienia wydatków typu CAPEX w obliczeniach podatkowych. Nie jest to rzeczywisty koszt w rozumieniu

ekonomicznym – nie wiąże się z wpływem środków pieniężnych, lecz jedynie z rozłożeniem poniesionego wcześniej wydatku inwestycyjnego na określony czas, zgodnie z przepisami podatkowymi lub bilansowymi.

W modelach finansowych i analizach opłacalności amortyzacja nie wpływa na przepływy pieniężne (cash flow) brutto, ale ma znaczenie przy analizach netto – uwzględniających opodatkowanie. Amortyzacja pozwala dany wydatek „włożyć w koszty”, obniżyć podstawę opodatkowania, a tym samym zmniejszyć wysokość podatku dochodowego.

Amortyzacja zmniejsza dochód do opodatkowania, a zatem zmniejsza również podatek dochodowy do zapłacenia, co przekłada się na wzrost wartości cash flow netto (netto, czyli po opodatkowaniu).

Warto jednak podkreślić, że jest to efekt wtórny, zależny od poziomu przychodów **i występujący wyłącznie w scenariuszach, w których podatek dochodowy rzeczywiście występuje.**

W warunkach inflacyjnych wartość „korzyści podatkowej” generowanej przez amortyzację z czasem realnie maleje. Oznacza to, że wartość podatkowa przyszłych odpisów amortyzacyjnych w ujęciu zdyskontowanym jest niższa, a tym samym korzyść podatkowa z amortyzacji jest zawsze mniej warta niż koszt poniesiony na początku (dlatego im krótszy okres amortyzacji podatkowej tym korzystniej). W praktyce w tabeli przepływów finansowych praktykuje się wydzielenie osobnej pozycji „Podatek dochodowy” (zalecane w analizie finansowej netto).

Zysk przed opodatkowaniem = oszczędności – OPEX – amortyzacja (jeśli uwzględniona „w pamięci” jako koszt księgowy).

Przepływy pieniężne projektów energetycznych

W analizach opłacalności inwestycji często zakłada się, że wszystkie przepływy finansowe – przychody, koszty, nakłady inwestycyjne – są wydzielone i odnoszą się bezpośrednio do konkretnego projektu. Takie podejście pozwala porównać różne

warianty inwestycyjne, ale nie zawsze oddaje rzeczywisty wpływ przedsięwzięcia na działalność gospodarczą inwestora.

Dobrym przykładem jest biogazownia rolnicza, której celem może być przeróbka odpadów organicznych, takich jak zużyta słoma, odchody zwierzęce czy resztki roślinne. Taka instalacja, poza produkcją energii elektrycznej (sprzedawanej lub wykorzystywanej na miejscu), generuje również poferment – wysokiej jakości nawóz organiczny.

Efekty takiej inwestycji wykraczają więc poza ramy prostego modelu finansowego:

- gospodarstwo może obniżyć wydatki na nawozy sztuczne,
- może również sprzedawać nadmiar nawozu jako produkt uboczny,
- dodatkowo ogranicza koszty utylizacji odpadów organicznych,
- poprawia niezależność energetyczną i stabilność działalności rolniczej.

Jeśli analiza obejmuje wyłącznie produkcję energii i koszt instalacji, to nie uwzględni rzeczywistego wpływu projektu na rentowność gospodarstwa. Tymczasem to właśnie te „rozszerzone” efekty decydują o opłacalności inwestycji w praktyce – zarówno ekonomicznej, jak i strategicznej.

Zatem pierwszym etapem, który często wydaje się oczywisty i niewymagający głębszego zastanowienia, jest określenie granic projektu oraz wszystkich efektów finansowych, które towarzyszą danemu przedsięwzięciu.

Obliczanie opłacalności inwestycji energetycznych zależy od rodzaju projektu – inaczej wygląda w przypadku odnawialnych źródeł energii, a nieco inaczej w przypadku projektów efektywności energetycznej..

W przypadku inwestycji w odnawialne źródła energii – takie jak instalacje fotowoltaiczne, biogazownie czy turbiny wiatrowe – model finansowy jest stosunkowo oczywisty.

Występują wszystkie typowe nakłady inwestycyjne: obejmujące m.in. zakup technologii, projektowanie, montaż i przyłączenie do sieci. Operacyjne – konserwacja, serwis gwarancyjny, remonty etc.

W analizie przepływów pojawiają się bezpośrednie przychody operacyjne wynikające ze sprzedaży wytworzonej energii elektrycznej (lub ciepłej) do sieci, odbiorcy końcowemu lub w ramach mechanizmów rynkowych, takich jak kontrakty PPA (Power Purchase Agreements).

Dzięki temu analiza opłacalności inwestycji w OZE może być prowadzona w sposób klasyczny — poprzez porównanie kosztów inwestycyjnych z prognozowanymi strumieniami przychodów.

W praktyce projekty OZE nie muszą opierać się tylko na sprzedaży energii, ale również mogą obejmować autokonsumpcję, czyli zużywanie wyprodukowanej energii na potrzeby własne. Przykładem takiej inwestycji może być produkcja prądu z gazu wysypiskowego – gdzie wytworzona energia jest zużywana przez MPO.

W takim przypadku nie występują bezpośrednie wpływy finansowe, ale pojawia się zmniejszenie kosztów zakupu energii z zewnątrz. Z punktu widzenia finansowego ma to analogiczny efekt jak przychód, ponieważ poprawia wynik operacyjny przedsiębiorstwa (poprzez uniknięcie wydatku).

W takich modelach przychodem jest uniknięty koszt zakupu energii, (podobnie jak w projektach efektywności energetycznej).

Innymi elementami analizy projektów OZE mogą być:

- Systemy wsparcia i dotacje (np. aukcje OZE, programy „Mój Prąd”, „Energia Plus”) – wpływają na opłacalność i skracają okres zwrotu.
- Koszty i przychody z certyfikatów (zielone) – jako element uzupełniający cash flow.
- Wskaźniki emisji unikniętej CO₂ – coraz częściej wymagane przy finansowaniu z funduszy ESG lub zielonych obligacji.
- Ryzyka operacyjne i regulacyjne – np. taryfy gwarantowane, zmienność polityki klimatycznej, warunki przyłączenia do sieci.

W przeciwieństwie do projektów wytwarzania energii (OZE), **inwestycje w efektywność energetyczną** nie generują nowych strumieni przychodów ze sprzedaży, lecz prowadzą

do zmniejszenia wydatków operacyjnych. Zysk nie polega więc na tym, że „więcej się sprzedaje”, lecz że mniej się płaci – głównie za energię. Analiza opłacalności takich przedsięwzięć musizatem uwzględniać tę specyfikę i odpowiednio przekształcać „uniknięty koszt” w formę równoważną przychodowi.

Przykłady typowych działań w tym zakresie to: termomodernizacja budynków, wymiana źródeł ciepła, modernizacja systemów wentylacyjnych i chłodniczych, instalacja oświetlenia LED, wdrażanie systemów automatyki budynkowej czy wymiana urządzeń na energooszczędne. Każdy z tych projektów wiąże się z określonymi kosztami inwestycyjnymi oraz spodziewanym zmniejszeniem kosztów operacyjnych. Głównymi efektami finansowymi są oczywiście uniknięte koszty zakupu energii, czyli różnica między stanem „przed” i „po” modernizacji. Mogą pojawić się również dodatkowe korzyści operacyjne, jak zmniejszenie awaryjności, poprawa komfortu pracy, lepsze zarządzanie zużyciem energii czy skrócenie czasu obsługi. Dodatkowo, część projektów EE może kwalifikować się do uzyskania białych certyfikatów lub innych form wsparcia, które przekładają się na dodatkowy przychód lub zmniejszenie CAPEX-u.

W analizie przepływów pieniężnych oszczędności traktowane są jako równoważnik przychodu i pojawiają się jako dodatni element cash flow. Kluczowym założeniem pozostaje tu trajektoria cen energii w przyszłości, ponieważ rzeczywista opłacalność inwestycji zależy m.in. od tego, czy koszty, których unikamy, będą rosły, malały czy utrzymają się na stałym poziomie.

Tabela 5. Przykład uwzględnienia oszczędności z tytułu zmniejszenia zużycia energii w tabeli przepływów finansowych

	Rok 0	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 4
Capex (koszt modernizacji)	15 000				
Koszt energii					
Razem koszty	15 000	-	-	-	-
Oszczędność energii		5 000	5 000	5 000	5 000
Razem przychody	-	5 000	5 000	5 000	5 000
CF	-15 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Skumulowany CF	-15 000	-10 000	-5 000	-	5 000

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Na wynik finansowy wpływają również różnego rodzaju mechanizmy wsparcia. Projekty efektywnościowe mogą być współfinansowane z programów krajowych lub unijnych, takich jak „Czyste Powietrze”, „Energia Plus”, Fundusz Termomodernizacji czy system białych certyfikatów. Część inwestycji może korzystać z ulg podatkowych – np. jednorazowej amortyzacji, co dodatkowo wpływa na przepływy.

Tabela 6. Przykład uwzględnienia dotacji i oszczędności z tytułu zmniejszenia zużycia energii w tabeli przepływów finansowych

	Rok 0	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 4
Capex (koszt modernizacji)	15 000				
Koszt energii					
Razem koszty	15 000	-	-	-	-
Oszczędność energii		5 000	5 000	5 000	5 000
Dotacja	5 000				
Razem przychody	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
CF	-10 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Skumulowany CF	-10 000	-5 000	-	5 000	5 000

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Coraz większe znaczenie w finansowaniu mają również wskaźniki środowiskowe, takie jak uniknięte emisje CO₂. Są one istotne przy ubieganiu się o środki dotacyjne, zielonych obligacji czy produktów bankowych opartych na kryteriach zrównoważonego rozwoju.

Analiza finansowa, stosowana najczęściej w projektach EE, zwykle opiera się na dość wąsko zakreślonych granicach projektu. Uwzględnia bezpośrednie przepływy finansowe związane z kosztami i oszczędnościami energii – a więc nie obejmuje tzw. efektów dodatkowych, takich jak wzrost wartości nieruchomości, poprawa komfortu, produktywności czy wizerunku firmy. Choć efekty te mogą mieć znaczenie strategiczne, to w tradycyjnej analizie często pozostają poza granicami projektu. Ich uwzględnienie wymaga odrębnego podejścia – np. analizy CBA lub rozszerzonej analizy ekonomicznej, co zostanie omówione w kolejnych rozdziałach.

Oszczędności kosztowe – logika efektywności energetycznej

Choć tradycyjna analiza efektywności energetycznej skupia się na unikniętych kosztach zakupu energii, ta sama logika może być z powodzeniem zastosowana do

innych kategorii kosztów operacyjnych. W każdej sytuacji, gdy inwestycja prowadzi do trwałego obniżenia przyszłych wydatków – nawet jeśli nie pojawia się nowy przychód – możemy potraktować te oszczędności jako równoważnik przychodu w analizie finansowej.

Do najczęstszych i najbardziej istotnych oszczędności należą np.

- zmniejszenie kosztów zużycia mediów, ale także wodę, sprężone powietrze, chłód technologiczny, a w niektórych przypadkach – np. w przemyśle – także surowce chemiczne czy pomocnicze.
- ograniczenie kosztów pracy lub serwisu: Automatyzacja procesów, cyfryzacja, zastosowanie bardziej niezawodnych lub łatwiejszych w obsłudze technologii może zmniejszyć zapotrzebowanie na pracę ręczną, obsługę techniczną, a także częstotliwość przeglądów i napraw.
- niższe koszty przestojów i awarii: Inwestycje zwiększające niezawodność systemów mogą prowadzić do znaczącego zmniejszenia strat związanych z przestojami produkcyjnymi, awariami infrastruktury technicznej lub utratą ciągłości działania.
- oszczędności podatkowe i finansowe, w tym:
 - ulgi inwestycyjne (np. podatkowa ulga termomodernizacyjna),
 - przyspieszona lub jednorazowa amortyzacja,
 - dotacje lub bezzwrotne wsparcie,
 - możliwość zaliczenia kosztów modernizacji do kosztów uzyskania przychodu.
- niższe opłaty środowiskowe i administracyjne: Efektywniej działające systemy (np. odpylania, chłodzenia, uzdatniania ścieków) mogą zmniejszyć koszty wynikające z opłat za emisje, składowanie odpadów, zużycie wody czy korzystanie ze środowiska.
- Zmniejszenie ryzyka i kosztów zgodności z przepisami: Projekty podnoszące standard środowiskowy, higieniczny, przeciwpożarowy lub techniczny mogą pozwolić na uniknięcie potencjalnych kar, przestojów wynikających z decyzji administracyjnych lub kosztownych działań naprawczych.

Oszczędności kosztowe (nieenergetyczne) nie muszą być jedynie efektem ubocznym projektów EE. Mogą stanowić odrębne przedsięwzięcia inwestycyjne, projektowane i analizowane w sposób analogiczny, ale o innych celach i granicach.

Przykładowo:

- projekt odzysku wody szarej w hotelu może obniżyć koszty mediów wodno-kanalizacyjnych,
- wdrożenie systemu zarządzania energią w fabryce może skrócić czas przestojów i zredukować straty operacyjne,
- cyfrowa archiwizacja i automatyzacja obiegu dokumentów może obniżyć koszty pracy biurowej i materiałów eksploatacyjnych,
- inwestycja w bardziej odporne materiały w procesie produkcji może zmniejszyć liczbę reklamacji i strat produkcyjnych,
- modernizacja systemu chłodzenia może obniżyć koszty zużycia energii i wody, ale też przedłużyć żywotność urządzeń.

W każdym z tych przypadków istnieje możliwość:

- zdefiniowania granicy projektu (co analizujemy, co pomijamy),
- oszacowania strumieni oszczędności jako równoważników przychodów,
- zastosowania typowych narzędzi analizy opłacalności – takich jak NPV, IRR, SPBT.

Prosty czas zwrotu inwestycji (SPBT)

Prosty czas zwrotu jest najprostszym i najbardziej intuicyjnym wskaźnikiem analizy opłacalności inwestycyjnej: prostym. SPBT to liczba lat, po których skumulowane przepływy pieniężne netto pokrywają całkowity koszt inwestycji. Moment, w którym suma oszczędności (lub przychodów) zrówna się z początkowym nakładem, nazywany jest breakpointem. Od tej chwili projekt zaczyna przynosić czysty zysk.

Wzór jest prosty:

$$\text{SPBT} = \frac{\text{Suma kosztów (CAPEX + OPEX)}}{\text{Średnioroczna oszczędność lub przychód netto}}$$

CAPEX – nakłady inwestycyjne,

OPEX – koszty operacyjne.

Breakpoint to punkt równowagi finansowej – w przepływach pieniężnych pojawia się wartość dodatnia. Wszystkie nadwyżki po tej dacie stanowią realny zysk z inwestycji.

Zalety prostego czasu zwrotu

1. Jasność i prostota - SPBT jest wyjątkowo łatwy do obliczenia: wystarczy podzielić nakład inwestycyjny przez roczną oszczędność lub przychód netto. Dzięki temu zrozumienie wskaźnika nie wymaga zaawansowanej wiedzy finansowej.
2. Szybka ocena płynności i ryzyka - krótki czas zwrotu oznacza mniejsze ryzyko i szybszy powrót gotówki. To istotne zwłaszcza w firmach z ograniczoną płynnością lub przy niepewnych warunkach rynkowych.
3. Możliwość porównywania projektów - SPBT pozwala szybko zestawić alternatywne projekty pod względem czasu, po jakim „się spłacają”, i wybrać ten najbardziej efektywny pod względem krótkoterminowego zwrotu.
4. Użyteczność w decyzjach operacyjnych - nadaje się szczególnie do prostych projektów lub tam, gdzie czas jest ważniejszy niż długoterminowa rentowność – np. w pilnych modernizacjach energetycznych.

Ograniczenia i wady SPBT

1. Pomija wartość pieniądza w czasie - SPBT nie uwzględnia faktu, że 1 zł dzisiaj ma większą wartość niż 1 zł za pięć lat. Brak dyskontowania może prowadzić do mylnych ocen.
2. Ignoruje przepływy po okresie zwrotu - SPBT traktuje wszystkie przepływy po breakpoint jako nieistotne, przez co może faworyzować szybkie, ale mniej dochodowe projekty kosztem bardziej rentownych długoterminowo.
3. Upraszcza rzeczywistość - rzeczywiste przepływy pieniężne bywają nieregularne, sezonowe lub zmienne. SPBT zakłada zwykle stały roczny przychód lub oszczędność.
4. Nie ocenia ryzyka ani kosztu kapitału - wskaźnik ten ignoruje wpływ finansowania zewnętrznego, stóp procentowych, inflacji i ryzyka operacyjnego.

Tabela 7. Przykład: Nakład inwestycyjny (CAPEX) = 40 000 PLN, Roczne oszczędności = 8 000 PLN

Koszty												
Koszty	Bazowa PLN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Koszt środka efektywności energetycznej - CAPEX	40 000	-40 000										
Całkowite płatności bez nakładów nieenergetycznych		-40 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Całkowite płatności z nakładami nieenergetycznymi		-40 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Przychody												
Parametr	Bazowa PLN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Oszczędności kosztów energii	8 000		8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
Całkowite płatności (z NEB)		0	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Przepływy pieniężne (bez NEB)		-40 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
Skumulowane przepływy pieniężne (bez NEB)		-40 000	32 000	24 000	16 000	8 000	0	8 000	16 000	24 000	32 000	40 000

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

W tym przypadku na początku 5 roku inwestycja osiąga punkt zwrotu. Od tego momentu każda kolejna złotówka to zysk.

SPBT opiera się na przepływach pieniężnych (CF), ale **ich nie dyskontuje** – liczy tylko, kiedy suma rocznych wpływów „dogoni” początkowy wydatek.

Stopa dyskontowa – definicja, zastosowanie i związek z inflacją

Dyskontowanie to podstawowe narzędzie służące do porównywania wartości pieniądza w czasie. Zgodnie z intuicją – złotówka dziś jest warta więcej niż złotówka za pięć lat. Powody są proste: inflacja, ryzyko, koszt alternatywny kapitału. W analizach inwestycyjnych stosuje się więc tzw. współczynnik dyskontujący (ang. *discount factor*), który pozwala sprowadzić przyszłe przepływy pieniężne do wartości obecnej (*present value*).

Stopa dyskontowa to kluczowy parametr używany w analizie finansowej i ekonomicznej do przeliczania wartości przyszłych przepływów pieniężnych na ich wartość bieżącą. Umożliwia ona porównywanie wartości pieniądza w różnych momentach czasu – co jest niezbędne przy ocenie opłacalności inwestycji, wycenie aktywów, analizie kosztów i korzyści, a także przy podejmowaniu decyzji finansowych i gospodarczych rozciągniętych w czasie. Dyskontowanie pozwala uwzględnić czynnik czasu, to że kwota, którą otrzymamy w przyszłości, nie ma tej samej wartości co ta sama nominalna kwota dostępna dzisiaj. Wynika to z wielu czynników: możliwości inwestowania dostępnych środków, niepewności co do przyszłości, preferencji czasowych ludzi (skłonność do konsumpcji teraz zamiast później), a także inflacji, która obniża siłę nabywczą pieniądza.

Stosując stopę dyskontową, inwestor, analityk czy decydent może odpowiedzieć na pytanie: ile wart jest dziś przyszły zysk, koszt lub oszczędność – czyli obliczyć wartość bieżącą (PV, ang. Present Value) na podstawie znanej wartości przyszłej (FV, ang. Future Value). Proces ten nosi nazwę dyskontowania, a jego matematycznym przeciwieństwem jest kapitalizacja, czyli obliczanie przyszłej wartości kapitału na podstawie wartości obecnej.

Nominalna stopa dyskontowa odzwierciedla minimalny oczekiwany zysk inwestora (koszt kapitału + ryzyko). Przykład: kredyt na 8% rocznie przy inflacji 5% – te 8% to właśnie stopa nominalna. Im wyższe ryzyko, tym nominalna stopa dyskontowa jest wyższa (premia za ryzyko).

Inflacja to czynnik erodujący siłę nabywczą pieniądza – ma bezpośredni wpływ na realną wartość przyszłych przepływów pieniężnych. Aby umożliwić porównywanie wartości niezależnie od wpływu inflacji, wprowadzono pojęcie rzeczywistej (realnej) stopy dyskontowej.

W odróżnieniu od **nominalnej stopy procentowej**, która uwzględnia wartość pieniądza łącznie z inflacją, **rzeczywista stopa** przedstawia „czysty” efekt zysku, eliminując wpływ zmian cen, czyli dotyczy obliczeń w **cenach realnych**. Dzięki temu możliwe jest porównywanie projektów i inwestycji w warunkach różnych scenariuszy inflacyjnych – co jest szczególnie istotne przy długoterminowych analizach (np. w energetyce, infrastrukturze, budownictwie).

Wzór pozwalający wyliczyć realną stopę dyskontową (oznaczaną jako r_r) z nominalnej stopy r i stopy inflacji i to:

$$r_r = \frac{r - i}{1 + i}$$

To tzw. formuła Fischera, stosowana w analizach makroekonomicznych i inwestycyjnych.

W **sierpniu 2025 r.**, według danych GUS publikowanych przez **Narodowy Bank Polski**, inflacja CPI w Polsce wyniosła **2,9% r/r**. Oznacza to, że przy nominalnym oprocentowaniu kredytu bankowego na poziomie **13%**, realna stopa procentowa – obliczona zgodnie ze wzorem Fishera – kształtuje się na poziomie około **9,8%**.

Jak oblicza się wartość bieżącą przy użyciu stopy dyskontowej

Standardowy wzór na dyskontowanie – przy założeniu rocznej kapitalizacji – ma postać:

$$PV = \frac{FV}{(1 + r)^n}$$

gdzie:

- PV – wartość bieżąca,
- FV – wartość przyszła,
- r – stopa dyskontowa (np. 0,05 dla 5%),
- n – liczba okresów (lat).

Dla kapitalizacji częstszej niż raz w roku (np. miesięcznej), stosuje się wersję rozszerzoną:

$$PV = \frac{FV}{\left(1 + \frac{r}{k}\right)^{k \times n}}$$

gdzie k to liczba kapitalizacji w ciągu roku (np. 12 dla miesięcznej).

Z matematycznego punktu widzenia, wartość bieżąca kwoty 1000 zł za rok, przy współczynniku dyskontującym 5%, wynosi:

$$PV=1000 \text{ PLN}/(1+5\%)=952,38 \text{ PLN}$$

Współczynnik dyskontujący wyznacza się najczęściej na podstawie:

- oczekiwanej inflacji,
- stopy procentowej wolnej od ryzyka (np. obligacje skarbowe),
- premii za ryzyko,
- stopy zwrotu z alternatywnych inwestycji (np. koszt kapitału firmy).

Inflacja a dyskontowanie – przykład empiryczny

Tabela poniżej pokazuje, jak zmieniała się wartość 1000 zł z upływem lat (od roku 2020 do 2023) w ujęciu realnym, po uwzględnieniu inflacji:

Tabela 8. Przykład zmiany wartości pieniędzy w miarę upływu czasu

Rok	Inflacja roczna (%)	Współczynnik dyskonta	Wartość 1000 zł po inflacji (PLN)
2020	referencyjny	1.000	1000,00
2021	3,4%	0.9671	967,10
2022	4,9%	0.9197	919,70
2023	12,6%	0.8038	803,80

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Czyli 1000 PLN włożony do szuflady, przez cztery lata stracił 20% swojej wartości).

Dyskontowanie:

- pomaga porównywać wartość pieniądza w czasie, ale jego mechaniczne stosowanie może dawać złudne poczucie pewności,
- **traci na znaczeniu przy niestabilnych warunkach makroekonomicznych**, takich jak inflacja czy szokowe zmiany cen surowców,
- wymaga zawsze analizy wrażliwości i przemyślenia alternatywnych scenariuszy,
- nie może być jedynym kryterium podejmowania decyzji.

Nie należy traktować współczynnika dyskontującego jako dogmatu, lecz jako hipotezę o przyszłości, którą należy testować, podważać i korygować w świetle nowych danych.

Zdyskontowany czas zwrotu (DPBT)

Podczas gdy prosty czas zwrotu (SPBT) pozwala szybko oszacować, po ilu latach inwestycja się „zwróci”, jego podstawową wadą jest **pomijanie wartości pieniądza w czasie**. W odpowiedzi na ten problem stosuje się **zdyskontowany czas zwrotu**, czyli **DPBT (Discounted Payback Time)**.

DPBT określa, po ilu latach suma zdyskontowanych (czyli urealnionych) przepływów pieniężnych netto pokryje całkowite nakłady inwestycyjne i operacyjne. To znaczy: nie liczy się tu sama nominalna wysokość przychodów lub oszczędności, lecz ich wartość „dzisiejsza” – uwzględniająca inflację, koszt kapitału i preferencje czasowe inwestora.

Jak obliczyć DPBT?

Wzór nie jest zamknięty, bo zależy od sumowania **rocznych przepływów netto zdyskontowanych**:

1. Obliczamy wartość zdyskontowaną każdego roku:

$$DCF_t = \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

gdzie:

- CF_t – przepływ netto w roku t ,
- r – stopa dyskontowa (realna lub nominalna),
- t – numer roku.

2. Sumujemy $\sum DCF_t$ aż do momentu, gdy osiągnie wartość nakładów:

$$\sum_{t=1}^n DCF_t \geq \text{Nakłady}$$

Moment „ n ” to właśnie **DPBT** – liczba lat, po których inwestycja się zwraca.

Breakpoint w ujęciu zdyskontowanym

Tak jak w SPBT, **breakpoint** to moment, w którym przepływy netto zrównują się z kosztami, ale w DPBT warunek ten dotyczy **przepływów zdyskontowanych**. Dopiero,

gdy ich suma przekroczy wartość nakładów, można mówić o „realnym” czasie zwrotu – w ujęciu ekonomicznym.

Zalety DPBT

1. Uwzględnia zmianę wartości pieniądza w czasie

DPBT wykorzystuje przepływy zdyskontowane, dzięki czemu bardziej realistycznie odzwierciedla rzeczywisty moment zwrotu inwestycji.

2. Lepsza ocena ryzyka i wartości ekonomicznej

DPBT pokazuje, jak długo inwestor faktycznie „czeka na zwrot” – z uwzględnieniem kosztu pieniądza, inflacji i ryzyk alternatywnych.

3. Korzystniejszy dla inwestycji długoterminowych

W przeciwieństwie do SPBT, DPBT faworyzuje projekty, które mogą mieć większy zwrot w czasie, nawet jeśli wymagają dłuższego okresu spłaty.

Przykład – inwestycja w fotowoltaikę

Założmy, że w 2020 roku inwestor prywatny instaluje system fotowoltaiczny, ponosząc **koszt 100 000 zł**. Zawiera jednocześnie umowę z operatorem sieci, który przez **5 kolejnych lat będzie mu płacił 25 000 zł rocznie** w ramach kontraktu z gwarantowaną ceną (feed – in - tariffs).

Stopa dyskontowa: **8% rocznie**

SPBT: $= 100\,000\text{ PLN} / 25\,000\text{ PLN/rok} = 4\text{ lata}$

DPBT – obliczenie na podstawie wartości zdyskontowanych:

Tabela 9. Przykład ilustrujący obliczanie DPBT

Rok	Przepływ nominalny	Współczynnik dyskonta (8%)	Przepływ zdyskontowany	Skumulowany przepływ
2021	25 000 zł	0,9259	23 148 zł	23 148 zł
2022	25 000 zł	0,8573	21 433 zł	44 581 zł
2023	25 000 zł	0,7938	19 845 zł	64 426 zł
2024	25 000 zł	0,7350	18 375 zł	82 801 zł
2025	25 000 zł	0,6806	17 015 zł	99 816 zł

DPBT ≈ ok. 5 lat – obliczony w ten sposób pełny zwrot nakładów następuje pod koniec **piątego roku**, w odróżnieniu od SPBT = 4 lata.

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Co pokazuje DPBT?

- DPBT jest **bardziej realistyczny niż SPBT**, bo uwzględnia utratę siły nabywczej pieniędzy.
- Zmniejsza ryzyko **przecenienia efektywności projektu** – co często ma miejsce w warunkach inflacji.
- Pokazuje, że nawet **stałe przychody** mogą mieć **coraz mniejsze znaczenie ekonomiczne z każdym kolejnym rokiem**.

Przykład tabeli przepływów pieniężnych

Tabela 10. Przykład zdyskontowanego czasu zwrotu (DPBT) w warunkach uwzględniających inflację oraz stałe nominalne oszczędności energii

Koszty													
Koszty	Bazowa PLN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Koszt środka efektywności energetycznej - CAPEX	40 000	- 40 000											
Całkowite płatności bez nakładów nieenergetycznych		-40 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Całkowite płatności z nakładami nieenergetycznymi		-40 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Przychody													
Parametr	Bazowa PLN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oszczędności kosztów energii	8 000		8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Całkowite płatności (z NEB)		0	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Przepływy pieniężne (bez NEB)		-40000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Skumulowane przepływy pieniężne (bez NEB)		-40000	32000	24000	16000	8000	0	8000	16000	24000	32000	40000	40000
Wartość bieżąca (bez NEB)		-40000	7619	7265	6911	6582	6268	5970	5685	5415	5157	4911	4677
Wartość bieżąca (z NEB)		-40000	7619	7265	6911	6582	6268	5970	5685	5415	5157	4911	4677
NPV (skumulowana wartość bieżąca) (bez NEB)		-40000	-32 381	-25 125	-18 214	-11 632	-5 364	606	6 291	11 706	16 863	21 774	26 451

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

W analizie porównano dwa zestawy danych:

- Nominalne przepływy pieniężne: oszczędności energii po 8000 PLN rocznie,
- Zdyskontowane przepływy pieniężne: te same wartości, ale pomniejszone o inflację (czyli uwzględniające wartość pieniądza w czasie).

Nakłady inwestycyjne (CAPEX): 40 000 PLN

Oszczędności roczne (nominalne): 8 000 PLN

Stopa dyskontowa 5%

- Wiersz 89: *Skumulowane przepływy pieniężne* – suma nominalna rocznych oszczędności.
- Wiersz 91: *Wartość bieżąca* – zdyskontowane oszczędności w danym roku.
- Wiersz 92: *Skumulowana wartość bieżąca* – suma wartości zdyskontowanych narastająco.

Wyznaczenie DPBT: Patrzymy na wiersz 95 (Skumulowana wartość bieżąca) – tam, gdzie wartość jest większa od zera – ten czas to właśnie zdyskontowany czas zwrotu nakładów. Wartość 606 pojawia się w roku 6, co oznacza, że po uwzględnieniu dyskontowania inwestycja zwraca się w 6 roku. To pokazuje, czym różni się od SPBT (wiersz 89), gdzie przepływy nominalne osiągnęły zero już w roku 5.

Wskaźnik zwrotu z inwestycji ROI (Return On Investment)

Wskaźnik ROI (Return on Investment) to jedno z najczęściej stosowanych narzędzi w ocenie efektywności inwestycji. Jego popularność wynika z prostoty – w jednym ujęciu liczbowym pokazuje, jak duży zwrot przyniosły poniesione nakłady. Używa się go zarówno w biznesie, jak i w praktyce codziennej, bo pozwala szybko odpowiedzieć na pytanie: „czy to się opłacało?”.

Warto jednak podkreślić, że klasyczny ROI nie uwzględnia zmiany wartości pieniądza w czasie. Oznacza to, że liczy się go na podstawie przepływów **nominalnych**, czyli niezdyskontowanych. To zasadnicza różnica wobec takich narzędzi jak NPV czy IRR, które biorą pod uwagę zmieniającą się wartość pieniądza, a przez to lepiej oddają realną opłacalność projektów – zwłaszcza tych długoterminowych.

Wzór klasycznego ROI:

$$ROI_t = \frac{\text{Przychody} - \text{Koszty}}{\text{Koszty}} \times 100\%$$

W literaturze można spotkać różne rozszerzenia, takie jak DROI (Discounted ROI) czy Real ROI. Czasem również IRR określa się jako formę „dyskontowanego ROI”. Warto

jednak pamiętać, że nie są to klasyczne interpretacje wskaźnika i trzeba je wyraźnie odróżniać, by uniknąć nieporozumień.

W praktyce przyjmuje się więc, że:

- **ROI** to wskaźnik szybki i intuicyjny, ale uproszczony,
- **NPV i IRR** to narzędzia bardziej precyzyjne, które uwzględniają czas i ryzyko.

ROI opiera się na niezdyskontowanych przepływach pieniężnych, co czyni go łatwym do obliczenia, ale ograniczonym przy długich horyzontach inwestycyjnych. Dlatego najlepiej traktować go jako punkt wyjścia i zawsze zestawiać z innymi miernikami, które dają pełniejszy obraz zwrotu z inwestycji.

Przykład – termomodernizacja budynku

Rozważmy inwestycję w docieplenie domu jednorodzinnego: ocieplenie ścian i stropu oraz likwidację mostków cieplnych. Całkowity koszt prac (CAPEX) wynosi **50 000 zł**. Dzięki termomodernizacji budynek zużywa rocznie o **14 000 kWh gazu mniej**, co przy cenie 0,350 PLN/kWh (rok 2025) daje początkową oszczędność rzędu **4 900 zł rocznie**.



Policzmy teraz prosty wskaźnik ROI, zakładając, że oszczędność roczna pozostaje stała na poziomie 4 900 zł przez 20 lat (bez inflacji, bez dyskontowania):

$$\text{ROI} = (4\,900 \text{ PLN} \times 20 \text{ lat}) / 50\,000 \text{ PLN} \times 100\% = 196\%$$

Wynik sugeruje, że inwestycja „podwaja” zainwestowany kapitał, co brzmi bardzo atrakcyjnie.

Przykład – plantacja drzew

Wyobraźmy sobie, że ktoś inwestuje **10 000 zł** w zakup działki i posadzenie drzew, które mają zostać sprzedane na drewno po **30 latach**, po tym czasie przychód netto ze sprzedaży ma wynieść **50 000 PLN**.



$$\text{ROI} = \frac{50\,000 \text{ PLN} - 10\,000 \text{ PLN}}{10\,000 \text{ PLN}} \times 100\% = 500\%$$

Na pierwszy rzut oka wynik wygląda fantastycznie – pięciokrotny zwrot z inwestycji! Problem pojawia się, gdy weźmiemy pod uwagę czas:

- 50 000 zł za 30 lat nie ma tej samej wartości co dziś. Przy stopie dyskontowej np. 6% rocznie wartość bieżąca tej kwoty to zaledwie około 8 300 zł (a koszt inwestycji wyniósł 10 000 PLN), co oznacza, że

z punktu widzenia zmiany wartości pieniądza w czasie inwestycja przyniesie stratę, mimo że ROI pokazuje imponujący wynik.

To klasyczna sytuacja, w której ROI „wprowadza w błąd”, bo pomija czas oczekiwania na zysk i zmianę realnej siły nabywczej pieniędzy.

Czas życia inwestycji

Czas życia inwestycji (ang. lifetime) to jedno z kluczowych pojęć w analizie opłacalności. Określa, jak długo dane urządzenie, system lub infrastruktura zachowuje swoje właściwości użytkowe zanim zostanie wymienione, wycofane z eksploatacji lub stanie się nieefektywne. W zależności od rodzaju inwestycji, czas życia może być szacowany w oparciu o:

- dane techniczne producentów,
- analizy branżowe,
- doświadczenia eksploatacyjne,
- gwarancje i certyfikaty jakości,
- wartości standardowe przygotowywane na potrzeby analiz ekonomicznych.

Deklarowana trwałość a rzeczywisty czas życia

Producenci często podają projektowaną trwałość w dokumentacji technicznej – np. 25 lat dla instalacji PV lub 20 lat dla dobrej jakości pompy ciepła. W praktyce jednak realna trwałość może być krótsza lub dłuższa – zależy to od warunków użytkowania, jakości montażu, konserwacji, czy nawet technologicznych zmian (np. wycofania części zamiennych). Na przykład w praktyce solary mogą funkcjonować znacznie dłużej niż 20 lat, chociaż ich wydajność spada w miarę upływu czasu.

Amortyzacja techniczna a amortyzacja księgowa

W analizach finansowych często mylone są dwa pojęcia:

- **Amortyzacja techniczna** – odpowiada realnemu zużyciu urządzenia i określa średni czas, po którym sprzęt zostanie wymieniony z powodu utraty swojej funkcjonalności lub efektywności.
- **Amortyzacja księgowa** – to sposób rozłożenia kosztu zakupu inwestycji na kolejne lata w celach podatkowych, zgodnie z przepisami.

Amortyzację księgową określa się na podstawie **Ustawy o podatku dochodowym od osób prawnych i fizycznych**, a konkretne stawki znajdują się w **załączniku nr 1 (wykaz stawek amortyzacyjnych)**. Są one jednak często oderwane od rzeczywistej trwałości – przykładowo samochód amortyzuje się 5 lat, ale w praktyce może być eksploatowany przez 15.

Co ważne, w rachunku przepływów pieniężnych **amortyzacja księgowa nie odzwierciedla wartości zdyskontowanej**, lecz odpisuje wartość nominalną w czasie. Mimo to, jeśli nie dysponujemy lepszymi danymi, może ona służyć jako bardzo duże **przybliżenie realnej trwałości**, lub być traktowana jako dolna granica okresu użytkowania.

Tabela 11. Przykładowe wartości trwałości i amortyzacji podatkowej (Polska)

Inwestycja	Trwałość techniczna (lata)	Amortyzacja podatkowa w Polsce (%)	Kod KŚT (przykład)
Termomodernizacja (ocieplenie budynku)	20–30	2,5% (budynek)/ indywidualna	103
Okna (wymiana)	20–30	10%.	611
Pompa ciepła	15–20	10%	429
Kompresor	8–12	14%	424
Maszyna CNC	10–15	14%	492
Wiertarka ręczna (intensywnie używana)	1	20–25%	629
Lodówka (AGD)	10–12	10–20%	632
Samochód osobowy	10	20%	741

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Określenie czasu życia inwestycji to kluczowy element analizy. Ma on bezpośredni wpływ na:

- kalkulację NPV,
- porównywanie wariantów,
- ustalenie okresu zwrotu,
- oszacowanie kosztów eksploatacyjnych i wymiany.

Trwałość/czas życia inwestycji nie powinien być mylony z okresem analizy. Np. instalacja PV może być eksploatowana przez 20 lat i więcej, natomiast okres analizy finansowej może obejmować np. 10 lat. Analizowanie opłacalności w okresie dłuższym niż trwałość projektu nie ma sensu.

NPV (Net Present Value)

NPV jest jednym z kluczowych narzędzi analizy finansowej. Jego istotą jest sprowadzenie wszystkich przyszłych przepływów pieniężnych związanych z projektem do wartości bieżącej, a następnie porównanie ich z nakładem początkowym. W odróżnieniu od wskaźników procentowych (ROI, IRR), NPV podaje wynik w jednostkach pieniężnych (np. PLN, EUR), dzięki czemu od razu pokazuje, o ile wzrośnie (lub zmaleje) majątek inwestora.

NPV oblicza się przy zastosowaniu ogólnego wzoru:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

gdzie:

- CF_t – przepływ pieniężny netto w roku t ,
- r – stopa dyskontowa,
- t – liczba okresów,
- I_0 – nakład początkowy inwestycji.

Interpretacja:

- $NPV > 0 \rightarrow$ inwestycja tworzy wartość dodaną,
- $NPV = 0 \rightarrow$ inwestycja „wychodzi na zero”,
- $NPV < 0 \rightarrow$ inwestycja generuje stratę w wartości bieżącej.

NPV nominalne i realne

W praktyce obliczeń NPV można używać dwóch podejść:

- **NPV nominalne**
 - przepływy CF_t wyrażone w cenach bieżących (uwzględniają inflację, wzrost cen energii, eskalację kosztów),
 - stopa dyskontowa r również nominalna (np. 10% rocznie),
 - wynik: wartość dodana wyrażona w bieżących pieniądzach.
- **NPV realne**
 - przepływy CF_t wyrażone w cenach stałych (bez inflacji),
 - stopa dyskontowa r_{real} , czyli stopa skorygowana o inflację,
 - wynik: wartość podana w „dzisiejszej sile nabywczej pieniądza”.

Przykład

Właściciel budynku jednorodzinnego decyduje się na termomodernizację, którą realizuje firma ESCO w modelu umowy o poprawę efektywności energetycznej. Zgodnie z kontraktem ESCO ponosi początkowy koszt inwestycji w wysokości 40 000 PLN (rok 0), a właściciel budynku zobowiązuje się do wnoszenia corocznych opłat w wysokości 15 000 PLN przez 3 kolejne lata. Kwota ta jest stała i nie podlega żadnej indeksacji w czasie trwania umowy. Taki układ pozwala właścicielowi uniknąć poniesienia nakładu początkowego, a także uniknąć ryzyka związanego z eksploatacją.

Sprawdźmy, kto **na takim kontrakcie faktycznie by zyskał w ciągu trzech lat – właściciel budynku czy firma ESCO?**

Tabela 12. Przykład obliczenia zdyskontowanych przepływów w celu sprawdzenia opłacalności projektu

Rok	Rok 0 [PLN]	Rok 1 [PLN]	Rok 2 [PLN]	Rok 3 [PLN]
Przepływ pieniężny	-40 000	15 000	15 000	15 000
Skumulowane przepływy	-40 000	-25 000	-10 000	5 000
Przepływy zdyskontowane	-40 000	-26 000	-12 920	-720

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Skumulowane przepływy finansowe

Rząd „Skumulowane przepływy finansowe” mówi, jak wygląda bilans inwestycji w kolejnych latach, gdy zliczamy wszystkie przepływy od początku kontraktu.

- Rok 0: -40 000 PLN → inwestycja startowa (koszt ESCO).
- Rok 1: -25 000 PLN → po pierwszej płatności klienta (15 000 PLN) bilans ESCO zmniejsza się z -40 000 do -25 000 PLN.
- Rok 2: -10 000 PLN → po drugiej płatności bilans dalej maleje.
- Rok 3: +5 000 PLN → po trzeciej płatności projekt „wychodzi na plus” i kończy się dodatnim wynikiem 5 000 PLN.

Przepływy zdyskontowane

Ten wiersz pokazuje wartość kontraktu po uwzględnieniu **nominalnej stopy dyskontowej**, która wynosi tu ok. 7,1% (wynikającej z realnej stopy 3% powiększonej o inflację 4%). Oznacza to, że przepływy pieniężne z przyszłych lat są dyskontowane nie tylko ze względu na koszt alternatywny kapitału i ryzyko, ale także ze względu na utratę wartości pieniądza przez inflację.

- W roku 0 inwestycja wynosi -40 000 PLN.
- W roku 1 płatność 15 000 PLN zdyskontowana nominalnie daje już mniej, dlatego wynik bilansu to -26 000 PLN (a nie -25 000 PLN).
- W roku 2 wynik spada do -12 920 PLN.
- W roku 3, mimo że nominalnie projekt zakończył się prostym zyskiem +5 000 PLN, po dyskontowaniu daje stratę **-720 PLN**.

Dla firmy ESCO: kontrakt przy prostym sumowaniu wygląda korzystnie (+5 000 PLN), ale po uwzględnieniu ryzyka i inflacji bilans spada do poziomu ujemnego. Firma powinna rozważyć zmianę warunków – np. indeksację rat lub wydłużenie okresu kontraktu – aby chronić swoją marżę i ograniczyć ryzyko spadku realnej wartości zysków.

Przypomnienie - wzór Fishera na stopę realną

Zależność między stopą nominalną, inflacją i stopą realną opisuje równanie Fishera:

$$r_{real} = \frac{1 + r_{nom}}{1 + i} - 1$$

gdzie:

- r_{nom} – nominalna stopa procentowa,
- i – stopa inflacji.

Częstym błędem jest traktowanie tej formuły jako ścisłego wzoru. To tylko **przybliżenie**, poprawne przy niskich wartościach inflacji i stóp procentowych.

Nominalne NPV częściej stosuje się w finansach korporacyjnych, bo odpowiada faktycznym przepływom pieniężnym. NPV realne jest częściej używane w analizach ekonomicznych i projektach długoterminowych, bo eliminuje wpływ inflacji. Niezależnie od przyjętej metody, kluczowe jest zachowanie spójności między przepływami a stopą dyskontową:

- nominalne przepływy, nominalna stopa dyskontowa, nominalne NPV,
- realne przepływy, realna stopa dyskontowa, realne NPV.

Mieszanie konwencji (np. przepływy nominalne liczone realną stopą) prowadzi do błędnych wniosków. Spójność powinna być utrzymana także w przypadku podawania kilku wskaźników np. IRR i NPV.

IRR (Internal Rate of Return)

IRR to taka stopa dyskontowa r , dla której wartość bieżąca netto (NPV) inwestycji = 0. Inaczej mówiąc, to stopa dyskontowa, przy której suma zdyskontowanych przepływów pieniężnych (przychody – koszty) dokładnie równoważy nakład początkowy.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0$$

gdzie:

- CF_t – przepływ pieniężny w roku t ,
- r – stopa dyskontowa, przy której NPV jest równe „0” czyli IRR
- t – rok,
- n – liczba okresów

Najprostszym sposobem obliczenia IRR jest użycie odpowiedniej funkcji w arkuszu kalkulacyjnym. Można również oszacować wartość IRR metodą kolejnych przybliżeń. W ujęciu praktycznym IRR jest odpowiednikiem rocznego oprocentowania inwestycji. Jeżeli projekt ma $IRR = 12\%$, oznacza to, że w sensie finansowym zachowuje się jak lokata, która przynosi 12% zysku w skali roku.

IRR może również wyznaczać granicę między opłacalnością a nieopłacalnością inwestycji. Jeśli oczekiwana stopa zwrotu inwestora lub koszt kapitału jest niższy niż IRR, projekt się opłaca. Jeśli wyższy – projekt należy odrzucić.

IRR bywa używany, jako uniwersalny wskaźnik porównawczy dla różnych projektów inwestycyjnych. Umożliwia ocenę, który projekt daje wyższą „stopę zwrotu” niezależnie od wartości nominalnych nakładów.

UWAGA

IRR nominalny uwzględnia prognozowaną dynamikę cen (np. inflację, wzrost cen energii), a IRR realny pokazuje stopę zwrotu po wyeliminowaniu wpływu inflacji. W analizie należy porównywać IRR i koszt kapitału w tej samej konwencji (nominalnej lub realnej).

Porównanie ROI, IRR i NPV

Tabela 13. Porównanie ROI, IRR i NPV

ryterium	ROI (Return on Investment)	IRR (Internal Rate of Return)	NPV (Net Present Value)
Definicja	Prosty wskaźnik zwrotu: zysk / nakład inwestycyjny.	Stopa dyskontowa, przy której $NPV = 0$. Pokazuje „wewnętrzną” rentowność projektu.	Wartość bieżąca zdyskontowanych przepływów pieniężnych minus nakłady początkowe.
Uwzględnia czas wartości pieniądza?	☒ Nie – traktuje pieniądź w różnych latach tak samo	☒ Tak – przez dyskontowanie przepływów.	☒ Tak – wszystkie przepływy są dyskontowane.
Uwzględnia skalę inwestycji?	☒ Nie – 100% ROI może oznaczać zarówno 100 zł, jak i 1 mln zł.	☒ Czasem mylący przy projektach o różnych skalach i nieregularnych przepływach.	☒ Tak – pokazuje wartość dodaną w zł/euro.
Zalety	• Prosty w obliczeniu i zrozumieniu. • Daje szybki obraz opłacalności.	• Umożliwia porównanie projektów o różnym czasie trwania. • Uwzględnia czasową wartość pieniądza.	• Najbardziej „ekonomiczny” wskaźnik. • Pokazuje bezwzględną wartość korzyści w pieniądzu. • W pełni spójny z teorią finansów.
Wady	• Ignoruje czas. • Może być mylący dla długich projektów.	• Czasem wiele rozwiązań lub brak rozwiązań. • Trudny do policzenia ręcznie. • Nie mówi o skali projektu.	• Wymaga założenia stopy dyskontowej. • Wynik zależy od prognoz inflacji, kosztu kapitału.
Kiedy stosować	• W analizach wstępnych. • Przy prostych inwestycjach krótkoterminowych.	• Do porównania projektów alternatywnych. Gdy chcemy mieć „oprocentowanie” projektu.	• W analizach finansowych i ekonomicznych. • Przy ocenie opłacalności w strategiach projektu długoterminowych.
Relacje	• ROI jest uproszczoną miarą, nie zawsze spójną z NPV/IRR.	• IRR to stopa, przy której $NPV = 0$. • Jeśli $IRR > \text{koszt kapitału} \rightarrow NPV > 0$.	• NPV pokazuje wartość dodaną, a IRR odpowiada stopie zwrotu, przy której ta wartość spada do zera.

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

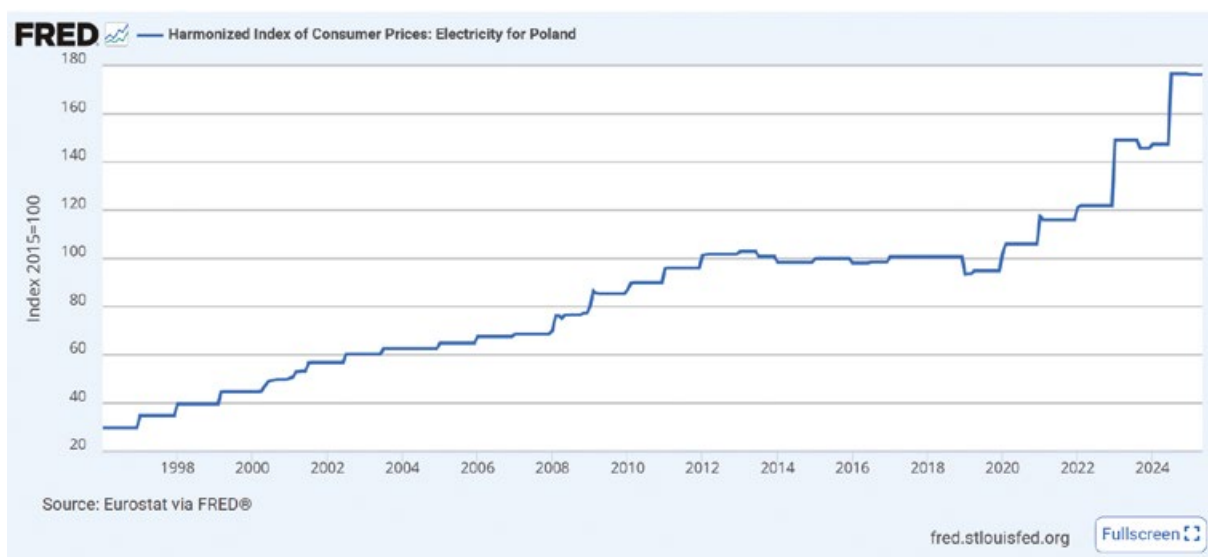
Ceny energii –inflacja i konsekwencje dla analizy inwestycji

Nominalne ceny energii elektrycznej dla gospodarstw domowych w Polsce wzrosły od 1996 roku ponad sześciokrotnie. Wartość indeksu HICP dla energii (Eurostat) wzrosła z poziomu około 25 do poziomu 170 w roku 2024. Szczególnie wyraźne skoki cenowe wystąpiły w dwóch okresach:

- 2006–2008 – w wyniku liberalizacji rynku energii i wzrostu kosztów paliw,
- po 2020 roku – w efekcie kryzysu energetycznego wywołanego pandemią COVID-19 i inwazją Rosji na Ukrainę.

W latach 2013–2019 nominalne ceny pozostawały praktycznie stabilne.

Rysunek 3. Zmiany nominalnych cen energii elektrycznej



Źródło: <https://fred.stlouisfed.org/series/CP0451PLM086NEST>

Nominalne vs. realne ceny

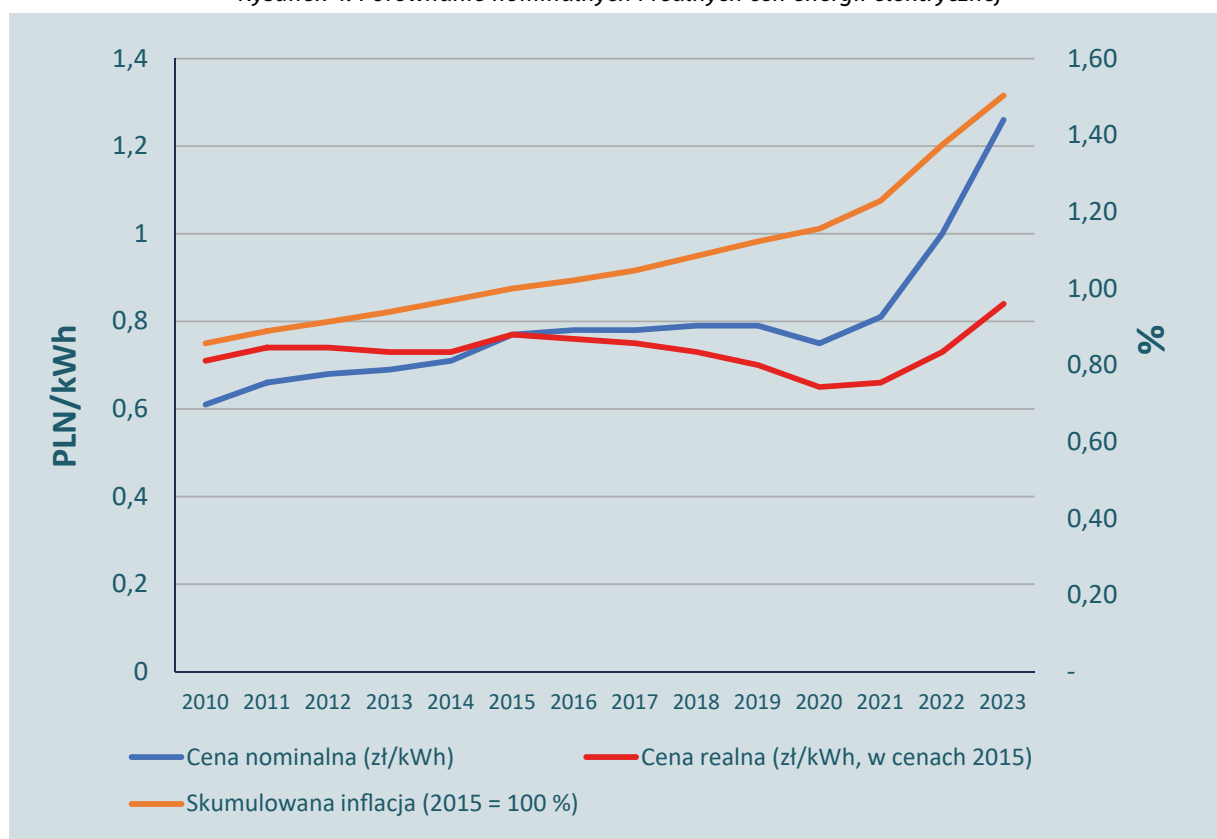
Nominalna cena energii to wartość widoczna na rachunku, co roku coraz wyższa. Dla analizy inwestycyjnej kluczowe są jednak realne ceny, czyli skorygowane o siłę nabywczą pieniądza. Przykładowo: cena nominalna może rosnąć, ale jeśli inflacja rośnie szybciej od cen energii, to realnie energia może tanieć!

Analiza danych z lat 2010–2024 (w zł/kWh w cenach stałych z 2015 roku) pokazuje, że realna cena energii przez większość dekady utrzymywała się na zbliżonym poziomie. W latach 2010–2020 odnotowano spadek realnych cen, wynoszący średnio $-0,92\%$ rocznie. To oznacza, że pomimo stopniowego wzrostu cen nominalnych, energia

była realnie coraz tańsza – co miało duże znaczenie dla opłacalności inwestycji w odnawialne źródła energii ale też w efektywność energetyczną.

Dopiero po 2020 roku – w wyniku szoków geopolitycznych i rynkowych – realne ceny zaczęły rosnąć. Nawet jednak w 2024 roku, pomimo skokowego wzrostu nominalnego, realny koszt energii był jedynie o ok. 10% wyższy niż w 2015 roku. Średnioroczna realna zmiana w latach 2015–2024 wyniosła ok. +1,22%.

Rysunek 4. Porównanie nominalnych i realnych cen energii elektrycznej



Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Tabela 14 Dane historyczne (nominalne vs. realne ceny energii w Polsce)

Rok	Skumulowana inflacja (2015 = 100)	Cena nominalna (zł/kWh)	Cena realna (zł/kWh, w cenach 2015)
2010	85,7	0,61	0,71
2011	88,9	0,66	0,74
2012	91,3	0,68	0,74
2013	93,9	0,69	0,73
2014	96,9	0,71	0,73
2015	100	0,77	0,77
2016	102,1	0,78	0,76

2017	104,7	0,78	0,75
2018	108,5	0,79	0,73
2019	112,3	0,79	0,7
2020	115,6	0,75	0,65
2021	122,9	0,81	0,66
2022	137,5	1	0,73
2023	150,4	1,26	0,84
2024	161,8 (szacunek)	1,39 (szacunek)	0,86
2025	168,8 (prognoza)	1,43 (prognoza)	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Prognozy historyczne a rzeczywistość

W prognozach z poprzednich dekad rysowano zupełnie inne scenariusze. W latach 2010 i 2015 instytucje takie jak Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA), EBOR czy Bank Światowy zakładały raczej stabilizację cen energii, z niewielkimi wzrostami wynikającymi głównie z kosztów emisji i transformacji energetycznej. Prognozy te rzadko uwzględniały możliwość gwałtownych skoków cen, co pokazuje, jak istotne jest testowanie scenariuszy alternatywnych i konserwatywnych w analizie opłacalności. Prognozowanie cen energii na 10 lat do przodu to, nie ukrywajmy, „wróżenie z fusów”. Poniższa tabela nie stanowi rekomendacji, lecz próbę porządkowania możliwych ścieżek zmian – z podziałem na scenariusze (co jest przydatne w analizie wrażliwości i ryzyka).

Tabela 15. Cztery przykładowe scenariusze zmian cen energii elektrycznej w przyszłości

Scenariusz	Średnioroczny wzrost ceny realnej	Uwagi
Spadkowy	–0,5% rocznie	Ceny realne maleją wraz z taniejącą technologią: PV, magazyny, elektrociepłownie biomasowe
Konserwatywny	0,00%	Ceny stałe – np. przy intensywnym rozwoju OZE i stabilizacji ETS
Bazowy (referencyjny)	+0,75% rocznie	Umiarkowany wzrost kosztów systemowych, CAPEX i rezerw mocy
Wzrostowy	+1,5% rocznie	Ryzyko inwestycyjne, niedobory mocy, niestabilne ceny ETS

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

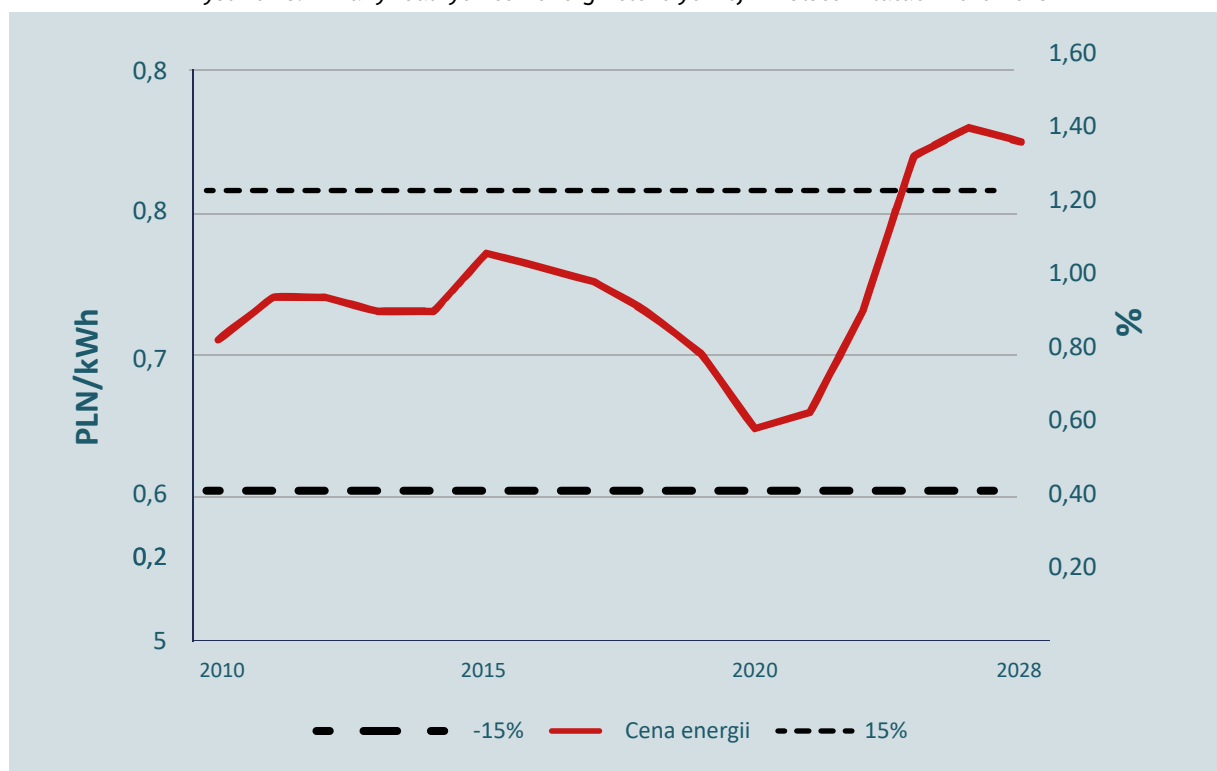
Analiza wrażliwości

W każdej analizie opłacalności projektu energetycznego przyjmujemy pewne założenia: ile kosztuje inwestycja, jakie będą oszczędności, jaka jest cena energii, jaka stopa dyskontowa. Problem w tym, że **rzeczywistość rzadko udaje się przewidzieć, a założenia nie „zachowują” się liniowo, tak jak zwykle zakładamy w arkuszu kalkulacyjnym**. Wrażliwość to podatność opłacalności na zmianę takich czynników jak CAPEX, inflacja, oprocentowanie kredytów, etc.

Przykład 1.

Wyobraź sobie, że jest rok 2010 i masz przyjąć jakieś założenia dotyczące wzrostu cen energii elektrycznej do roku 2020. Może przyjąłbyś 2-5% wzrostu cen energii rok do roku ponad inflację? Byłbyś w błędzie, bo w tym czasie realne ceny energii spadły o ok. 13%, ale w latach 2020-2024 wzrosły o 35%. Gdybyśmy analizowali opłacalność termomodernizacji w perspektywie 2010-2020 i przyjęli scenariusze zmian np. -15% + 15% to moglibyśmy określić czy dana inwestycja będzie opłacalna przy wahaniu cen kluczowego kosztu operacyjnego i pomimo wahań cen nie byłibyśmy w błędzie!

Rysunek 5. Zmiany realnych cen energii elektrycznej w Polsce w latach 2010-2025



Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Przykład

A teraz przenieśmy się do roku 2015 i spróbujmy przewidzieć zmiany cen materiałów budowlanych i polskich wynagrodzeń (z czystej ciekawości). Przygotowując analizę w roku 2015 pewnie przyjęlibyśmy lekki wzrost **realnych cen** materiałów budowlanych i wynagrodzeń i znowu byśmy się pomylili. Ceny materiałów spadły! Ale koszt wynagrodzeń wzrósł znacznie!

Tabela 16. Koszt materiałów budowlanych i pracy. Koszt pracy - 2015=5 349 zł → 2025≈10 700 zł)

Rok	Skumulowana inflacja	Indeks cen materiałów budowlanych	Koszt etatu
2015	100	100	100
2022	131	~130	157
2023	147	~140	172
2024	156	~145	187
2025 Q1	~162	~150	200

Źródło: Oszacowanie własne KAPEna bazie Pulshr, Focus i Eurostatu/TradingEconomics.

Jak pokazują powyższe przykłady przewidywania przyszłości są obarczone błędem. Innymi słowy planując przyszłość raczej na pewno się pomylimy. Ale czy mamy świadomość jak ten „nieunikniony błąd” wpłynie na opłacalność inwestycji? Jakiego rodzaju ryzyko jesteśmy w stanie zaakceptować? Do odpowiedzenia na takie pytania potrzebne jest narzędzie, którym jest analiza wrażliwości.

Analiza wrażliwości to testowanie, **jak zmienia się wynik modelu, gdy zmieniamy jedno z założeń wejściowych (na ile opłacalność inwestycji jest wrażliwa na zmianę)**, przy pozostawieniu reszty założeń bez zmian (tzw. analiza „ceteris paribus”).

W kontekście efektywności energetycznej testujemy np.:

- co się stanie z NPV, jeśli zmieni się cena energii (np. spadnie o lub wzrośnie o 15%),
- jak zmieni się SPBT, jeśli koszt inwestycji wzrośnie (np. o 20%),
- czy IRR nadal będzie dodatni, jeśli oszczędności będą mniejsze niż zakładano.

Analiza wrażliwości pozwala zidentyfikować najbardziej wrażliwe zmienne pomagając przygotować scenariusze alternatywne – np. optymistyczny, realistyczny, pesymistyczny (pesymistyczny scenariusz to taki, w których przyjęto najmniej sprzyjające założenia).

Proces analizy wrażliwości polega na systematycznym badaniu wpływu zmian poszczególnych parametrów wejściowych modelu na wynik końcowy analizy (np. NPV, IRR, SPBT). Analizę wykonuje się ją według następujących kroków:

1. Wybór zmiennej do analizy

Na początku należy wybrać jeden z parametrów modelu, który będzie podlegał modyfikacji. Może to być np. koszt inwestycji, roczny poziom oszczędności energii, cena jednostkowa energii, wartość dodatkowych korzyści (NEBs), stopa dyskontowa itp.

2. Określenie zakresu zmian

Dla wybranej zmiennej należy ustalić zakres zmian, który zostanie przeanalizowany. Najczęściej przyjmuje się przedziały procentowe (np. $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $\pm 30\%$ względem wartości bazowej), choć możliwe jest również zastosowanie przedziałów absolutnych, zależnie od charakteru zmiennej, lub przyjęcie asymetrycznej zmiany (np. $-15\% + 5\%$). Przyjęcie asymetrycznej zmiany oznacza, że ryzyko jej wystąpienia ma charakter asymetryczny. Zmienność można spróbować określić na podstawie danych historycznych, z pewnym marginesem bezpieczeństwa.

3. Przeliczenie wyników dla nowych wartości

Dla każdej skrajnej (np. -15% i $+15\%$) wartości zmienionej należy obliczyć wynik analizy finansowej (np. nową wartość NPV, SPBT, IRR), zakładając, że pozostałe parametry pozostają bez zmian (*analiza typu ceteris paribus*).

4. Porównanie z wariantem bazowym

Wyniki obliczeń należy zestawić z wartościami uzyskanymi w scenariuszu bazowym. Dzięki temu możliwe jest określenie, jak silny wpływ na wynik końcowy ma dana zmienna oraz jaka jest skala wrażliwości modelu na jej zmianę.

5. Powtórzenie procedury dla kolejnych zmiennych

Całą procedurę należy przeprowadzić oddzielnie dla każdego z kluczowych parametrów modelu. Pozwala to zidentyfikować te zmienne, które mają największy wpływ na wynik analizy, a tym samym stanowią główne źródła niepewności i ryzyka.

Przykład

Poniżej przedstawiamy przykładowe wyniki analizy opłacalności dla projektu termomodernizacji hipotetycznego budynku jednorodzinnego. Wyniki pokazujemy równolegle w cenach nominalnych (z przyjętą inflacją CPI = 4%/rok).

- Horyzont analizy = 20 lat (2025–2045), zrównany z trwałością elementów,
- CAPEX: 32 000 zł,
- Oszczędność energii: 14 000 kWh/rok (stała w czasie w ujęciu energetycznym),
- Cena gazu w roku startowym (2025): 0,350 PLN/kWh,
- Rozpatrywane są dwa scenariusze wzrostu cen energii
 - A. realne ceny energii w ciągu dwudziestu lat (realnie) spadną o 10 % (-0,53% rocznie),
 - B. realne ceny energii w ciągu dwudziestu lat (realnie) wzrosną o 30 % (+1,32% rocznie),
- Stopa dyskontowa nominalna = 9%,
- Stopa dyskontowa realna = 3,85%,
- Inflacja = 4%.

Przyjęte „widelki” (-10%, + 30%) świadczą o tym, że bardziej wierzymy we wzrost niż spadek realnych cen energii.

Tabela 17. Roczne tempo zmiany ceny gazu: w kolumnach „Ceny stałe” są to trendy realne (-0,53% oraz +1,32%), a w kolumnach „Ceny nominalne” pokazujemy trendy nominalne wynikające z dodania inflacji 4% (dla +30% daje to ~5,37%/rok)

	Ceny nominalne		
Roczne tempo zmian ceny gazu	-0,53%	0,00%	1,32%
Cena gazu w roku 2025 (PLN/kWh)	0,350	0,350	0,350
Cena gazu w roku 2045 (PLN/kWh)	0,690	0,767	0,997
NPV nom (PLN)	27 213	30 073	38 006
IRR nom (%)	0	6%	8%
SPBT nom (lata)	8,1	7,9	7,5

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Tabela 18. Procentowe zestawienie wyników przykładowej analizy wrażliwości

	-0,53%	1,32%
NPV (PLN)	-11%	21%
IRR (%)	-19%	31%
SPBT (lata)	-3%	5%

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Porównanie wpływu zmian cen na opłacalność projektu pokazuje, że w „najgorszym przypadku”, gdy ceny energii spadną, to wtedy projekt będzie nadal opłacalny, choć jego rentowność spadnie (NPV) o ok. 11%. W przypadku najbardziej optymistycznego scenariusza, opłacalność (NPV) może wzrosnąć o ok. 20%.

W kolejnym kroku Analiza wrażliwości na inflację, dla wartości 2%, 4%, 6%, przy stałym trendzie wzrostu cen gazu o 30% w skali 20 lat (czyli analizowany jest scenariusz najbardziej „optymistyczny z punktu widzenia zysków przedsięwzięcia na rzecz efektywności energetycznej – im bardziej ceny energii rosną, tym bardziej inwestycja jest opłacalna).

Tabela 19. Przykład – wyniki analiza wrażliwości na zmianę inflacji, dla scenariusza „optymistycznego”

	2%	4%	6%
Cena gazu w roku 2025 (PLN/kWh)	0,350	0,350	0,350
Cena gazu w roku 2045 (PLN/kWh)	0,676	0,997	1,459
NPV (PLN)	26 700	38 006	52 205
IRR%	4%	8%	12%
SPBT (lata)	8,2%	7,5%	6,9%

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Wraz ze zwiększaniem inflacji opłacalność przedsięwzięcia wzrasta.

Tabela 20. Wrażliwość projektu na inflację

	2%	+2%
NPV (PLN)	-42%	27%
IRR (%)	-47%	30%
SPBT (lata)	-10%	7%

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Zmiany inflacji o +/- 2% powodują odpowiednio spadek opłacalności o 42% i wzrost opłacalności o 27%.

Analiza ryzyka

Ocena ryzyka jest jednym z podstawowych elementów zarządzania projektami. Jej celem jest nie tylko identyfikacja potencjalnych zagrożeń, ale również określenie ich znaczenia oraz zaplanowanie działań zaradczych (mitigacji). W praktyce najczęściej stosuje się **jakościowo-ilościową macierz ryzyka (tabelkę)**, która pozwala połączyć prostą ocenę ekspercką (np. „niski/średni/wysoki”) z wartościami liczbowymi ułatwiającymi porównania.

Podstawą oceny jest trójstopniowy proces, mający na celu odpowiedzenie na pytania:

- 1. Jak jest prawdopodobieństwo wystąpienia** – jak często dane ryzyko może się zmaterializować? Ocena wyrażona np. w skali 1–5 (gdzie 1 = bardzo niskie, 5 = bardzo wysokie).
- 2. Jaki może być wpływ na projekt** – jakie konsekwencje dla budżetu, harmonogramu, jakości lub efektywności będą miały skutki wystąpienia ryzyka? Również oceniane w skali 1–5.
- 3. Jak jest ocena ryzyka (priorytet)** – obliczana jako iloczyn: *Prawdopodobieństwo* × *Wpływ*. Wynik pozwala wskazać, które ryzyka są krytyczne i wymagają natychmiastowej reakcji, a które można monitorować „w tle”.

Analiza wrażliwości to narzędzie służące do ilościowej analiza ryzyka, jest to proces systematycznego identyfikowania i oceny potencjalnych zagrożeń, które mogą wpłynąć na realizację projektu. Odpowiada na dwa podstawowe pytania:

- Co może pójść nie tak?
- Jak bardzo wpłynie to na wynik projektu?

Niepewność jest nieunikniona — rzeczywistość zawsze odbiega od modelowych założeń. Dlatego analiza ryzyka stanowi cenny element analizy opłacalności. Ryzyko nie oznacza automatycznie zagrożenia — to może być także szansa. Kluczowe jest zrozumienie, które zmienne wpływają najbardziej na wynik (np. NPV, IRR), jak bardzo zmiana jednej z nich może wpłynąć na wynik końcowy i czy projekt „przetrwa” w mniej korzystnych warunkach. Dzięki analizie inwestor może:

- podejmować lepsze decyzje (na przykład wybrać ambitniejszy projekt),
- ocenić odporność projektu na zmiany rynkowe,
- przygotować się na scenariusze alternatywne,
- skuteczniej rozmawiać z interesariuszami i instytucjami finansującymi.

Zwykle analiza ryzyka składa się z dwóch części:

- a) opisowa/jakościowa,
- b) liczbowa/ilościowa analizująca wpływ czynnika ryzyka na wynik finansowy (analiza wrażliwości).

Opisowa/jakościowa analiza ryzyka zwykle przedstawiana jest w formie tabeli.

Tabela 21. Przykład jakościowej analizy ryzyka

Czynnik ryzyka	Prawdopodobieństwo wystąpienia	Skala zagrożenia	Środki zaradcze
Wystąpienie awarii w czasie eksploatacji powodujące straty	Duże	Duża	Zakupienie urządzeń o sprawdzonej jakości, wydłużenie okresu gwarancji lub zakupienie urządzeń tanich o relatywnie niskiej jakości i częstsza ich wymiana

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Można określić kilkanaście głównych rodzajów ryzyka, nie wszystkie nadają się do przeprowadzania analizy wrażliwości w sposób kwantytatywny (ilościowy).

1. Ryzyko techniczne

- obejmuje błędy projektowe, nieprawidłowy dobór technologii, niezgodność z normami, niedostateczną trwałość materiałów, awarie sprzętu czy instalacji, a także ryzyko szybszego niż zakładano starzenia się technologii.
- szczególnie istotne w projektach innowacyjnych, prototypowych lub takich, które opierają się na niedojrzałych technologiach.

2. Ryzyko legislacyjne i regulacyjne

- związane ze zmianami prawa, np. podatkowego, budowlanego, energetycznego, środowiskowego,
- obejmuje również opóźnienia w wydawaniu pozwoleń administracyjnych, zmiany w systemie dotacji i subsydiów oraz nowe regulacje unijne lub krajowe,
- wpływa na koszty, harmonogram i czasem na samą wykonalność projektu.

3. Ryzyko projektowe (zarządcze/organizacyjne)

- wynika z błędów w planowaniu, słabej koordynacji prac, złej komunikacji między zespołami, braku odpowiednich kompetencji lub nadmiernej rotacji personelu,
- obejmuje również przeciążenie zasobów, opóźnienia podwykonawców, brak jednoznacznego lidera projektu.

4. Ryzyko finansowe

- obejmuje wahania kosztów materiałów i robocizny, inflację, stopy procentowe, kursy walutowe,
- ryzyko niedostępności finansowania (np. kredytu, dotacji), problemów z płynnością, bankructwa inwestora,
- w długim okresie kluczowe są również koszty serwisu i eksploatacji, które mogą zaskoczyć.

5. Ryzyko rynkowe

- obejmuje niepewność co do cen i popytu: spadek cen energii, surowców, produktów końcowych,
- ryzyko pojawienia się nowych konkurentów, substytutów, zmiany preferencji klientów,
- w energetyce: np. spadek cen gazu czy prądu obniżający opłacalność inwestycji w efektywność.

6. Ryzyko środowiskowe

- wpływ czynników naturalnych: warunki pogodowe, klęski żywiołowe, zmiany klimatu.

- wymogi środowiskowe: raporty oddziaływania, procedury oceny, konieczność ograniczenia emisji,
- ryzyko oporu społeczności lokalnych związanego z obawami środowiskowymi (np. hałas turbin, ingerencja w krajobraz).

7. Ryzyko społeczne i polityczne

- sprzeciw społeczności lokalnych, brak akceptacji społecznej, protesty NGO,
- zmiana układu politycznego (np. wybory), zmiana priorytetów rządu lub władz lokalnych,
- ryzyko geopolityczne (wojny, sankcje, kryzysy dyplomatyczne).

8. Ryzyko operacyjne (eksploatacyjne)

- dotyczy fazy użytkowania: awarie, nadmierne koszty O&M, brak dostępnych części zamiennych,
- ryzyko błędów obsługi, niedostatecznego przeszkolenia personelu, braku serwisu,
- w długim okresie trudności z modernizacją lub integracją z nowymi technologiami.

9. Ryzyko kontraktowe i prawne

- spory z wykonawcami, dostawcami, inwestorem,
- ryzyko niewypłacalności partnerów,
- niejednoznaczne lub źle skonstruowane umowy, brak zapisów zabezpieczających interes inwestora,
- wydłużające się procesy sądowe.

10. Ryzyko błędnych założeń (analiza/planowanie)

- błędy w prognozach inflacji, cen energii, kosztów pracy,
- przyjęcie zbyt optymistycznych parametrów oszczędności energii czy produkcji,
- nieuwzględnienie ryzyka niepewności w modelu (np. dyskontowanie, scenariusze rynkowe),
- to ryzyko często jest „ukryte”, bo nie wynika z czynników zewnętrznych, tylko z niedoskonałości analizy.

11. Ryzyko innowacyjności / technologiczne przełomy

- pojawia się, gdy technologia szybko się starzeje lub zostaje wyparta przez nową (np. świetlówki kompaktowe przez LED, CD-ROM przez technologie chmurowe etc),

- inwestycja zrealizowana w danej technologii może w krótkim czasie stracić przewagę konkurencyjną.

12. Ryzyko reputacyjne

- związane z postrzeganiem projektu przez klientów, społeczność, media,
- np. inwestycja „eko”, która okazuje się greenwashingiem, może spowodować straty wizerunkowe większe niż finansowe.

13. Ryzyko etyczne i compliance

- obejmuje łamanie norm etycznych, korupcję, konflikty interesów, naruszanie praw pracowników.

14. Ryzyko bezpieczeństwa i cyberbezpieczeństwa

- szczególnie istotne w projektach infrastrukturalnych, IT, energetycznych,
- awaria systemu sterowania, atak hakerski, utrata danych, sabotaż mogą sparaliżować projekt i narazić go na ogromne koszty.

15. Ryzyko logistyczne / łańcucha dostaw

- problemy z dostępnością materiałów, transportem, dostawami (np. pandemia COVID-19, blokady granic, kryzys surowcowy),
- opóźnienia w dostawach wpływają na harmonogram i koszty.

Przykład

Tabela 22. Przykładowa analiza wybranych czynników ryzyka inwestycji polegającej na instalacji pompy ciepła

Czynnik	Prawdopodobieństwo (1–5)	Wpływ (1–5)	Ocena ryzyka (PxW)	Znaczenie	Mitigacja (zarządzanie)
Zmiany cen energii	4	4	16	Wysokie	Analiza scenariuszowa, kontrakty długoterminowe, uwzględnianie marginesów bezpieczeństwa
Ryzyko awarii urządzeń (np. pompa ciepła)	3	3	9	Umiarkowane	Wybór sprawdzonych technologii, regularny serwis, umowy serwisowe
Nierozpoczęcie prac w terminie	4	4	16	Wysokie	Rzetelna selekcja wykonawcy, realistyczny harmonogram, kary umowne, plan rezerwowy
Błędne założenia w analizie (np. oszczędności energii)	4	4	16	Wysokie	Audyt niezależny, analiza wrażliwości, stosowanie konserwatywnych parametrów

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

Wnioski praktyczne

1. **Najbardziej krytyczne ryzyka** nie zawsze są tymi, które intuicyjnie wydają się groźne (np. opóźnienia), ale często są to ryzyka „ukryte” – takie jak błędne założenia marketingowe czy wahania cen energii,
2. **Skale muszą być realistyczne i spójne – jeśli projekt ma 15-20 lat**, zmienność cen energii jest niemal pewna i nie można jej traktować jako marginalnego ryzyka,
3. **Mitigacja musi być konkretna** – najlepiej wskazująca nie tylko działania, ale i kto za nie odpowiada (np. inwestor, wykonawca, serwisant),
4. Warto rozważyć dodanie **kolumny z odpowiedzialnością i statusem** – wtedy tabela staje się praktycznym narzędziem zarządzania, a nie tylko analizą na papierze.

CZĘŚĆ III – korzyści i koszty pozaenergetyczne

Część III pokazuje, że inwestycje w efektywność energetyczną i OZE tworzą wartość nie tylko w kilowatogodzinach. Komfort, zdrowie, produktywność, ciągłość pracy, atrakcyjność i wartość budynków, wizerunek – te efekty pozaenergetyczne (NEIs) często przesądzają o decyzji, zwłaszcza w MŚP, gdzie decyzje podejmuje się jednoosobowo. Przedstawione ujęcie jest spójne z europejską normą EN 17463 (VALERI) i koncepcją Multiple Benefits of Energy Efficiency (IEA).

W rozdziale najpierw uporządkowano pojęcia: NEBs (korzyści pozaenergetyczne) i NEEs (koszty pozaenergetyczne) oraz logikę pełnego bilansu: finanse + NEBs – NEEs. Następnie przedstawiono typologię efektów (komfort i zdrowie, ekonomia i konkurencyjność, środowisko, system energetyczny, społeczeństwo/rynek pracy, produktywność/organizacja, mobilność, wartość nieruchomości) oraz przykłady z praktyki (w tym polskie doświadczenia łączenia termomodernizacji ze smogiem). Wskazano też ramy i standardy: EN 17463 (VALERI) oraz ścieżkę narzędzi KNOWnNEBs (TOOL1 – identyfikacja i porządkowanie NEIs; TOOL2 – monetyzacja i integracja z analizą ekonomiczną).

Praktyczne wykorzystanie

1. W audycie najpierw policz energię i finanse (NPV/IRR/SPBT), **potem dopisz istotne NEBs/NEEs**.
2. Wybieraj metody adekwatne do danych: w MŚP zwykle **koszty uniknięte, ceny cienia**, koszt zastąpienia; przy większych projektach stosowane są droższe metody, np. ankietowe/MCA.
3. Dbaj o wiarygodność (co najmniej dwa źródła), unikaj podwójnego liczenia i oznaczaj niepewność.

W efekcie rozdział jest praktycznym przewodnikiem, który pozwala zintegrować NEIs (Non Energy Impacts - efekty pozaenergetyczne, czyli NEBs i NEEs) z rachunkiem finansowym i pokazać pełną wartość inwestycji.

Efekty pozaenergetyczne, **(NEIs)**, towarzyszą każdej inwestycji w efektywność energetyczną i odnawialne źródła energii. Zwykle, gdy mówiono o działaniach na rzecz efektywności energetycznej uwaga skupiała się na rachunku za energię: ile uda się zaoszczędzić, w jakim czasie zwróci się wydatek. Jednak przecież głównym powodem oszczędzania energii z punktu widzenia polityki klimatycznej była i wciąż jest potrzeba zmniejszania emisji dwutlenku węgla do atmosfery i przeciwdziałanie zmianom klimatu! Innymi słowy z punktu widzenia państwa (i całego globu) podstawowym celem działań na rzecz efektywności energetycznej jest środowiskowa korzyść nie-energetyczna, za którą podążają: wzrost lokalnego rynku pracy czy rozwój nowych, konkurencyjnych technologii.

Obok oszczędności i oczywistego zmniejszenia emisji dwutlenku węgla inwestycjom na rzecz poprawy efektywności energetycznej towarzyszy szerokie spektrum innych **korzyści (i ryzyk)**, które w praktyce decydują o pełnej wartości przedsięwzięcia. Komfort, zdrowie, produktywność, atrakcyjność budynku, wizerunek firmy, a także przestoje w produkcji, koszty organizacyjne czy utrata walorów estetycznych – wszystko to są efekty pozaenergetyczne, które często są kluczowe i przesądzają o tym, jak inwestycja jest postrzegana i oceniana. We współczesnej transformacji energetycznej znaczenie efektów pozaenergetycznych rośnie. Modernizacja budynków czy procesów przemysłowych nie jest dziś tylko kwestią techniczną ani nawet stricte finansową. To często decyzja strategiczna, która wpływa na konkurencyjność przedsiębiorstwa,

komfort życia mieszkańców i odporność systemu energetycznego. Dla małych i średnich przedsiębiorstw, gdzie koszty energii stanowią często zaledwie kilka procent kosztów operacyjnych, to właśnie efekty pozaenergetyczne często decydują o wdrożeniu (lub zaniechaniu wdrożenia) inwestycji. To one stają się „języczkiem u wagi”, bo poprawa wydajności, jakości produkcji, zmniejszenie awaryjności, zwiększenie asortymentu, poszerzenie oferty, ograniczenie ryzyk zdrowotnych czy udział w łańcuchu dostaw firm posiadających politykę CSR mogą mieć większe znaczenie niż sama redukcja kilowatogodzin.

Przykład – powiązanie efektywności energetycznej z problemem smogu

Do połowy ubiegłej dekady w Polsce nie uznawano programów modernizacji budynków jednorodzinnych za efektywną strategię walki ze smogiem. Przełom nastąpił dopiero około lat 2012-2013, kiedy zaczęto łączyć kwestię efektywności energetycznej w budynkach jednorodzinnych z problemem zanieczyszczeń powietrza z małych źródeł spalania (zmniejszenie zużycia energii sprawia, że założenie czystszej, ale źródła staje się wykonalne technicznie i finansowo). W tamtym czasie ważną rolę odegrały argumenty i informacje pokazujące, że w domach jednorodzinnych mieszka około połowa polskiego społeczeństwa, że nie są to wyłącznie gospodarstwa zamożne (czyli kolejny argument pozaenergetyczny dotyczący problemu ubóstwa energetycznego). Jednocześnie zauważono, że termomodernizacja budynków jednorodzinnych to nie tylko walka ze smogiem, ale także szansa rozwojowa dla Polski, poprzez pobudzenie popytu na modernizację, rozwój technologii i usług budowlanych. Te argumenty zostały szerzej opisane m.in. w opracowaniu *Termomodernizacja budynków jednorodzinnych jako instrument poprawy jakości powietrza w Polsce*¹¹.

W roku 2015 Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki wodnej uruchomił pierwszy program wspierający termomodernizację domów jednorodzinnych – **RYŚ**, a później w roku 2015 jego następcę – program **Czyste Powietrze**, który w ciągu kolejnych lat stał się największym i najważniejszym programem ochrony środowiska w Polsce. Program RYŚ był pierwszym programem łączącym efektywność energetyczną w budynkach jednorodzinnych ze smogiem i wieloma korzyściami

¹¹ Zaborowski, M. (red.), Guła, A., Pytliński, Ł., Pawlak, P., Dreger, M., Ścigalski, P., Dworakowska, A., Surówka, M., Sokulska, A., Meluch, B., Śliwiński (2013) Efektywność energetyczna w Polsce. Przegląd 2013. Instytut Ekonomii i Środowiska, Kraków. Dostępne na: <http://open.icm.edu.pl/serwer/api/core/bitstreams/91da06a0-5429-46d6-92e7-743992ef7068/content> [Dostęp: 29 sierpnia 2025].

pozaenergetycznymi. Chociaż pilotażowy i krótkotrwały, program ten wyznaczył nowy kierunek myślenia o modernizacji domów, a w Czystym Powietrzu po raz pierwszy na taką skalę wprost postawiono na zdrowie i jakość powietrza jako główny cel, czyniąc z efektywności energetycznej narzędzie do jego osiągnięcia.

Uwzględnianie efektów pozaenergetycznych jest dziś uznawaną praktyką na poziomie międzynarodowym. Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA) pisze o „**Multiple Benefits of Energy Efficiency**” („Wielorakie korzyści z efektywności energetycznej”), pokazując, że oszczędności energii to część rzeczywistych efektów działań na rzecz oszczędzania energii. Doświadczenia amerykańskie – prace SERA, ACEEE czy wieloletnia ewaluacja programów takich jak Weatherization Assistance Program (Irlandia) – potwierdzają, że ujęcie NEIs daje pełniejszy obraz wartości prowadzonych działań.

W Europie korzyści pozaenergetyczne zostały wprowadzone do praktyki przede wszystkim poprzez standard **EN 17463 (VALERI)**, który wprost zachęca do uwzględniania efektów pozaenergetycznych w analizach finansowych i ekonomicznych. Projekty międzynarodowe wspierane przez Komisję Europejską, takie jak **KNOWnNEBs**, rozwijają to podejście, dostarczając praktycznych narzędzi i gotowych katalogów efektów – od środowiskowych i zdrowotnych po organizacyjne i czasowe.

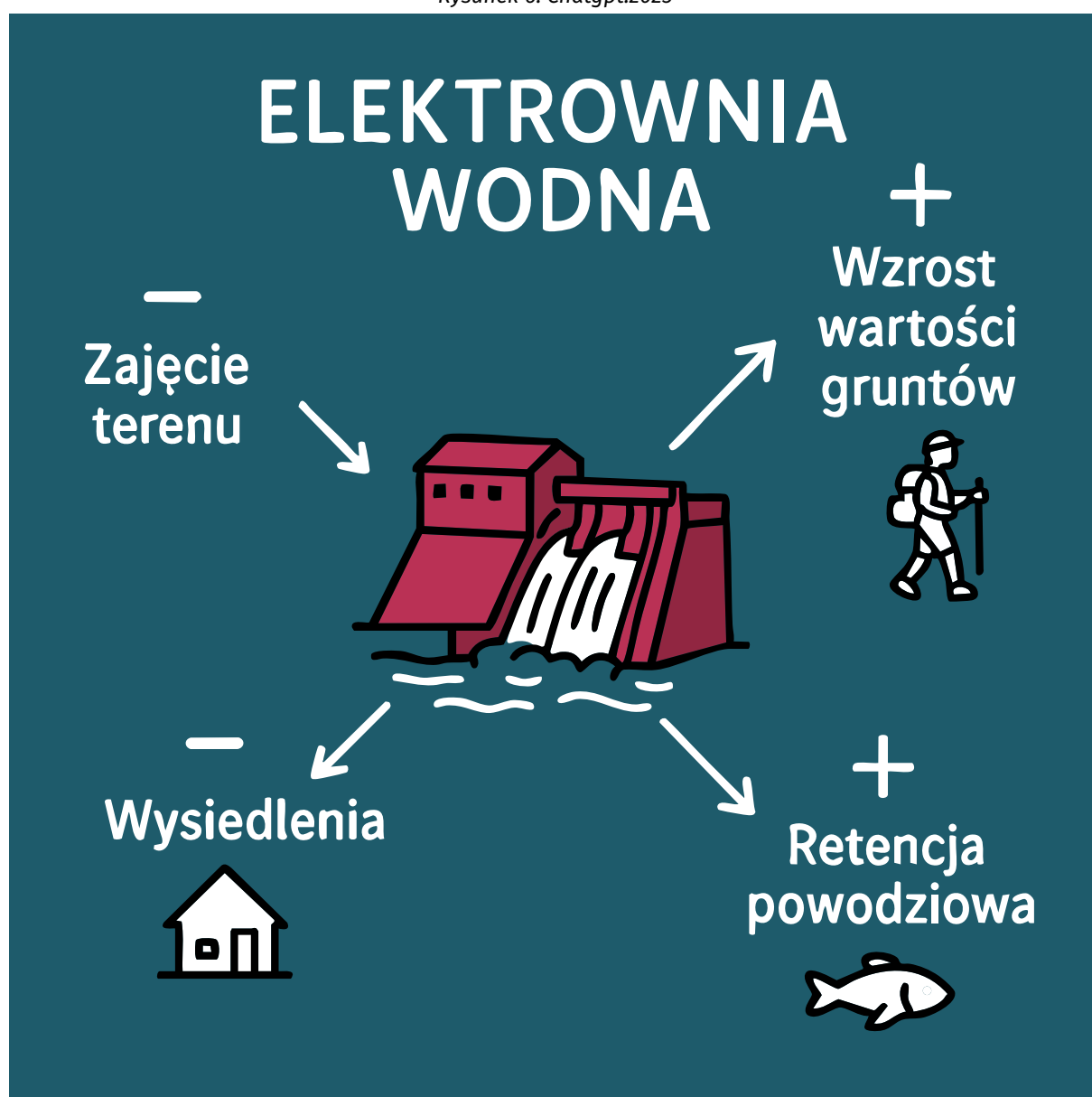
Efekty pozaenergetyczne warto mierzyć i oceniać, ponieważ utarte opinie, opowieści czy anegdoty, choć ciekawe, nie wystarczają w procesie decyzyjnym. Jeśli NEBs i NEEs mają wpływać na wybory inwestorów, banków czy regulatorów, muszą zostać ujęte w liczbach i procedurach, które da się zintegrować z analizą NPV, ROI. Zintegrowane mogą stać się realnym argumentem, a nie jedynie dodatkiem w prezentacji. Takie podejście jest standardem w ewaluacji polityk publicznych, ale coraz częściej trafia też do praktyki audytów i analiz inwestycyjnych dla przedsiębiorstw.

Szacowanie efektów pozaenergetycznych wiąże się z szeregiem wyzwań. Część korzyści ma charakter wysoce subiektywny i trudno je zmierzyć: poczucie bezpieczeństwa, satysfakcja pracowników czy prestiż związany z posiadaniem certyfikatu energetycznego. Inne niosą ryzyko podwójnego liczenia: oszczędności na zdrowiu można liczyć jako mniejsze koszty absencji, ale też jako wyższą produktywność –

trzeba więc uważać, by nie przypisywać wartości wielokrotnie. Dochodzą do tego ograniczenia w dostępie do danych – szczególnie w przypadku małych i średnich firm, gdzie brakuje systematycznych badań i statystyk branżowych. To wszystko sprawia, że wycena NEIs wymaga zarówno metodologii, jak i zdrowego rozsądku.

W kolejnych rozdziałach pokazane będzie, jak szerokie jest spektrum efektów pozaenergetycznych, w jaki sposób można je porządkować i wyceniać, a także, w jaki sposób bilansować **korzyści (NEBs)** i **koszty (NEEs)**. Przedstawione zostaną zarówno przykłady z praktyki międzynarodowej i krajowej, oraz metody identyfikacji i monetarnej wyceny.

Rysunek 6. Chatgpt.2025



Definicja i logika podejścia

Efekty pozaenergetyczne (*non-energy impacts, NEIs*) to wszystkie rezultaty działań efektywnościowych i inwestycji w odnawialne źródła energii, które towarzyszą redukcji zużycia energii, obejmują one:

- korzyści pozaenergetyczne (NEBs, *non-energy benefits*), takie jak poprawa komfortu, zdrowia, produktywności, atrakcyjności budynku czy konkurencyjności firmy,
- koszty i negatywne efekty (NEEs, *non-energy expenses / non-energy externalities*), np. przestoje w produkcji, koszty szkoleniowe, pogorszenie estetyki czy obniżenie komfortu przy odciążeniu sieci.

Wynik netto inwestycji w ujęciu NEBs to suma kosztów inwestycyjnych, eksploatacyjnych, sprzedaż towarów i usług, sprzedaż/oszczędność energii + NEBs – NEEs. Taki bilans daje pełny obraz efektywności.

Raport IEA *Multiple Benefits of Energy Efficiency* (2025) podkreśla, że oszczędności energii to tylko część całego pakietu korzyści. Od 2000 r. w krajach OECD (i partnerów IEA) zmniejszono zużycie energii końcowej o ponad 27 EJ, ale towarzyszące efekty „pozapaliwowe” (NEBs) były często równe lub większe niż same oszczędności.

IEA porządkuje NEBs w pięciu głównych grupach:

1. Komfort i zdrowie – docieplenie budynków poprawia jakość powietrza i redukuje choroby.
2. Ekonomia i konkurencyjność – firmy notują mniej odpadów, mniej przestojów, lepszą jakość.
3. Środowisko – redukcja emisji CO₂ i zanieczyszczeń lokalnych.
4. System energetyczny – mniejsze obciążenie sieci, opóźnienie inwestycji w nowe moce.
5. Społeczeństwo i rynek pracy – miejsca pracy, wyższa wartość nieruchomości, redukcja ubóstwa energetycznego.

NEIs mają długą tradycję ewaluacyjną. Już w latach 90. SERA i ACEEE w USA podkreślały ich wagę, a kolejne dekady przyniosły systematyczne włączenie NEBs do oceny amerykańskich programów, m. in.:

- California Energy Savings Assistance (ESA) – regularne analizy NEIs (CalMac, Low Income Oversight Board),
- New Hampshire – stanowe plany efektywności uwzględniają NEIs dzięki pracom Northeast Energy Efficiency Partnership (NEEP),
- Weatherization Assistance Program (WAP) – przeglądy przygotowywane przez ORNL Weatherization Resource Center pokazują, że NEIs (komfort, zdrowie, bezpieczeństwo) to kluczowa część wartości programu.

Standard i metodologia – EN 17463 (VALERI) i KNOWnNEBs

Na poziomie europejskim ocenę (valuation) inwestycji energetycznych porządkuje norma EN 17463 (VALERI)¹², która wprost zachęca do pełnego ujęcia skutków (w tym NEIs) w analizach projektów energetycznych. Standard jest publikowany przez CEN–CENELEC i dostępny w systemie Itech Standards.

Zrealizowany przez Krajową Agencję Poszanowania Energii S.A. międzynarodowy projekt KNOWnNEBs (KNOWnNEBs - Integration of non-energy benefits into energy audit practices to accelerate the uptake of recommended measures LIFE21-CET-AUDITS www.kapec.gov.pl/knownnebs) rozszerza to podejście o praktyczną sekwencję narzędzi:

- TOOL1 – identyfikacja i ilościowe uporządkowanie NEBs/NEEs (początkowe, coroczne, okresowe),
- TOOL2 – monetyzacja i analiza wraz z NEEs, w logice EN 17463.

KNOWnNEBs podkreśla szczególnie rolę tych narzędzi w sektorze MŚP, gdzie koszty energii stanowią często mniej niż 10% kosztów operacyjnych, a o decyzji wdrożenia decydują NEBs takie jak produktywność, jakość, bezpieczeństwo czy reputacja.

Typologia korzyści pozaenergetycznych

W narzędziu **TOOL1**, opracowanym w ramach projektu **KNOWnNEBs** przyjęto systematyzację efektów pozaenergetycznych w podziale na kilka **głównych kategorii NEBs**. Narzędzie służy do porządkowania rezultatów działań efektywnościowych tak, aby mogły być następnie oceniane jakościowo i ilościowo, a w dalszej kolejności – wyceniane w TOOL2 zgodnie ze standardem **EN 17463 (VALERI)**.

¹² CEN (European Committee for Standardization) (2021) EN 17463:2021. Valuation of Energy Related Investments (VALERI) – General Principles. Brussels: CEN. Dostępne na: https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:70996,6233&cs=1CBAAED0B601177FB7E9EBA1C75E1D8C7 [Dostęp: 29 sierpnia 2025].

Główne kategorie korzyści pozaenergetycznych to:

1. Komfort i warunki życia

Jednym z najważniejszych i najbardziej namacalnych efektów pozaenergetycznych działań efektywnościowych jest **poprawa komfortu użytkowników budynków**. Komfort ten rozumiany jest szeroko: obejmuje stabilność temperatury wewnętrznej, eliminację przeciągów, lepszą jakość powietrza, redukcję wilgoci i pleśni, obniżenie poziomu hałasu czy poprawę oświetlenia i akustyki pomieszczeń. W przeciwieństwie do oszczędności energii, które można precyzyjnie policzyć w kilowatogodzinach i złotych, komfort ma charakter bardziej subiektywny, ale to właśnie on często najsilniej decyduje o pozytywnej percepcji inwestycji przez użytkowników (jest przyjemniej i cieplej). Raport IEA (2025) podkreśla, że w przypadku renowacji mieszkaniowych **90% badań wykazuje poprawę komfortu cieplnego i jakości powietrza**.

W Polsce podobne efekty obserwuje się w ramach programu **Czyste Powietrze**, gdzie wymiana źródeł ciepła i docieplenia prowadzą do zmniejszenia wahań temperatury, eliminacji zimnych ścian i wilgoci, a także do cichszego, bardziej przyjaznego środowiska wewnątrz mieszkań. Choć są to wskaźniki trudniejsze do wyrażenia w złotych, to w praktyce **komfort użytkowników jest często pierwszą odczuwalną zmianą po modernizacji** i dlatego bywa decydującym argumentem w procesie podejmowania decyzji o inwestycji.

2. Zdrowie i satysfakcja życiowa

Drugim kluczowym obszarem efektów pozaenergetycznych są **korzyści zdrowotne i poprawa jakości życia mieszkańców**. Działania z zakresu efektywności energetycznej – takie jak ocieplenie budynków, wymiana stolarki, wentylacja mechaniczna czy nowe źródła ciepła – mają bezpośredni wpływ na zdrowie. Eliminacja wilgoci i pleśni redukuje choroby układu oddechowego, stabilniejsze warunki cieplne zmniejszają ryzyko chorób sercowo-naczyniowych, a lepsze powietrze i oświetlenie pozytywnie wpływają na zdrowie psychiczne¹³.

¹³ Fyfe, C.; Telfar-Barnard, L.; Howden-Chapman, P.; Douwes, J. (2020). Association between home insulation and hospital admission rates: retrospective cohort study using linked data from a national intervention programme. *BMJ* 371:m4571. [Dostęp: 19 X 2025].

W Nowej Zelandii w analizie kohortowej (BMJ 2020) docieplenia wiązały się ze **spadkiem hospitalizacji ogółem o ok. 11%** oraz **oddechowych o ok. 15%**. W osobnym RCT u dzieci z astmą (BMJ 2008) odnotowano **mniej objawów i kontaktów z ochroną zdrowia** oraz **mniej nocy z zaburzeniami snu** po poprawie ogrzewania¹⁴.

W Irlandii (Warmth & Wellbeing): po termomodernizacjach także odnotowano **mniej kontaktów z ochroną zdrowia** (np. średnio o **1,10 mniej** porad GP w 6 miesięcy) i poprawę wskaźników jakości życia oraz komfortu cieplnego. Raport rządowy potwierdza też mniej przyjeżdż do szpitala i recept na leki na choroby układu oddechowego¹⁵.

3. Gospodarka

Kolejną, kluczową kategorią efektów pozaenergetycznych są **korzyści ekonomiczne**, które wykraczają poza zmniejszenie rachunków za energię. Mają one zarówno wymiar mikroekonomiczny (dla gospodarstw domowych, firm czy instytucji), jak i makroekonomiczny (dla całej gospodarki i systemu energetycznego).

Na poziomie makroekonomicznym efektywność energetyczna zwiększa **konkurencyjność gospodarki**. Raport IEA (2025) pokazuje, że przemysł Unii Europejskiej wytwarza dziś **50% więcej wartości dodanej przy 25% mniejszym zużyciu energii** niż w roku 2000. To dowód na to, że inwestycje w efektywność nie tylko zmniejszają koszty, ale też podnoszą produktywność i innowacyjność. Co więcej, każdy **1 USD oszczędności energii** generuje według analiz IEA **co najmniej 1 dodatkowy dolar oszczędności operacyjnych**.

W sektorze nieruchomości korzyścią ekonomiczną jest **wzrost wartości budynków** poddanych termomodernizacji. Badania niemieckie i francuskie wykazują premię cenową rzędu 3–15% dla mieszkań i 13–20% dla biur w przypadku budynków o wysokiej klasie energetycznej. Inwestorzy i najemcy chętniej wybierają obiekty, które są tańsze w eksploatacji, bardziej komfortowe i prestiżowe. W Polsce trend ten zaczyna

¹⁴ Howden-Chapman, P. i in. (2008). Effects of improved home heating on asthma in community dwelling children: randomised controlled trial. BMJ 337:a1411. [Dostęp: 19 X 2025]

¹⁵ Milner, J.; Hutchinson, E.; Hamilton, I.; Armstrong, B.; Wilkinson, P. (2024) Evaluation of the 'Warmth & Wellbeing' scheme on health and wellbeing. Final report to the Department of the Environment, Climate and Communications. Dublin: Government of Ireland. Dostępne na: assets.gov.ie (PDF). [Dostęp: 19 października 2025]

się dopiero ujawniać, szczególnie w kontekście tzw. zielonych hipotek i wymogu świadectw energetycznych, choć brakuje jeszcze dużych badań ilościowych.

4. Społeczne i edukacyjne

Efekty pozaenergetyczne nie ograniczają się do zdrowia czy ekonomii – równie istotne są **korzyści społeczne i edukacyjne**, które mają charakter zarówno materialny, jak i niematerialny.

Jednym z najważniejszych NEBs o charakterze społecznym jest **tworzenie miejsc pracy**. Według analiz IEA, inwestycje w efektywność energetyczną generują średnio od **4 do 22 etatów na każdy 1 mln USD nakładów**, w zależności od sektora. Globalnie oznacza to około **10 milionów miejsc pracy**, co odpowiada blisko 15% całego sektora energetycznego. Są to przy tym miejsca pracy w dużej mierze **lokalne i nieprzenoszalne** – dotyczą instalatorów, doradców energetycznych, serwisantów czy producentów materiałów izolacyjnych. W przeciwieństwie do sektora paliw kopalnych, efektywność wzmacnia gospodarkę lokalną i przyczynia się do jej stabilności.

Efekty społeczne obejmują także **zmniejszenie ubóstwa energetycznego**. Niższe rachunki za energię oznaczają, że więcej rodzin może pozwolić sobie na ogrzanie domu do zdrowej temperatury, co przekłada się nie tylko na zdrowie, lecz również na lepsze warunki życia i poczucie godności. W Polsce program **Czyste Powietrze** pełni tu szczególnie ważną rolę, pomagając gospodarstwom domowym o niższych dochodach zmodernizować źródła ciepła i ocieplić budynki.

Korzyści edukacyjne wynikają zarówno z formalnych działań (kampanie informacyjne, punkty doradcze), jak i z efektu uczenia się poprzez doświadczenie. Osoby, które uczestniczą w programach wsparcia, zyskują **nową świadomość energetyczną**, uczą się zarządzać zużyciem energii i doceniać wartość innowacyjnych rozwiązań technologicznych. W audytach energetycznych dla przedsiębiorstw często właśnie ta **świadomość kadry zarządzającej** jest pierwszym krokiem do szerszych zmian organizacyjnych i inwestycyjnych.

Nie można też zapominać o efektach bardziej miękkich, takich jak **poprawa relacji w społecznościach lokalnych** (np. przy wspólnych programach termomo-

dernizacyjnych w gminach), czy budowa poczucia dumy i prestiżu z posiadania nowoczesnego, ekologicznego budynku. To wszystko sprawia, że efektywność energetyczna staje się nie tylko narzędziem technicznym, ale również **społecznym katalizatorem zmian**.

5. Środowiskowe i ekosystemowe

Jednym z najbardziej oczywistych, ale jednocześnie wielowymiarowych efektów pozaenergetycznych są **korzyści środowiskowe**. Ich znaczenie wykracza poza prostą redukcję emisji CO₂ – obejmują także poprawę jakości powietrza, ograniczenie zużycia zasobów naturalnych, redukcję odpadów, ochronę ekosystemów oraz zmniejszenie presji na infrastrukturę środowiskową.

Na poziomie globalnym IEA wskazuje, że od 2010 r. dzięki działaniom efektywnościowym uniknięto emisji **7 Gt CO₂**, co odpowiada około **20% światowych emisji** w tym okresie. Oznacza to, że efektywność energetyczna pełni funkcję równorzędną wobec rozwoju odnawialnych źródeł energii w walce ze zmianami klimatycznymi.

Efektywność przynosi też efekty w zakresie **oszczędności zasobów nieodnawialnych** – nowoczesne technologie zużywają mniej wody, materiałów eksploatacyjnych czy chemikaliów, co ogranicza presję na środowisko.

Korzyści środowiskowe obejmują także **niższe ryzyko sporów sądowych i kosztów regulacyjnych**, związanych np. z przekroczeniem dopuszczalnych poziomów emisji lub skażeniem środowiska. W dłuższym horyzoncie czasowym oznaczają one też **zachowanie walorów ekosystemowych** – takich jak czystsze powietrze, woda czy gleba, które trudno wycenić wprost, ale które stanowią fundament dla jakości życia i rozwoju gospodarczego.

6. Bezpieczeństwo energetyczne i odporność

Kolejnym kluczowym obszarem, który wprost łączy się z polityką energetyczną i bezpieczeństwem państwa, są **korzyści w zakresie bezpieczeństwa i odporności energetycznej**. Efektywność energetyczna zmniejsza zapotrzebowanie na energię końcową, a tym samym redukuje zależność od importu paliw kopalnych i zwiększa samowystarczalność krajów i regionów.

Raport IEA (2025) podkreśla, że efektywność to **najtańsze i najszybsze źródło nowej energii**: średni czas wdrożenia środków poprawy efektywności wynosi mniej niż rok, podczas gdy budowa nowych elektrowni trwa od 1 do 7 lat. Z perspektywy systemowej oznacza to, że działania efektywnościowe mogą działać jak „pierwsza linia obrony” w sytuacji kryzysu energetycznego, odciążając sieć, zmniejszając popyt szczytowy i zapobiegając blackoutom.

Efektywność przyczynia się również do **zwiększenia odporności lokalnych systemów energetycznych**. Instalacje fotowoltaiczne z magazynami energii, wspierane w Polsce przez program **Mój Prąd**, pozwalają gospodarstwom domowym czy małym firmom utrzymać zasilanie krytycznych odbiorów nawet w czasie awarii sieci. To nie tylko podnosi poziom bezpieczeństwa energetycznego na poziomie mikro, ale także zmniejsza presję na operatorów systemu w momentach szczytowego zapotrzebowania. W szerszym wymiarze efektywność energetyczna oznacza **lepsze zarządzanie ryzykiem cenowym**. To właśnie niższe zapotrzebowanie na energię zmniejsza podatność gospodarki na wahania cen surowców energetycznych na rynkach międzynarodowych. Dla przedsiębiorstw oznacza to stabilniejsze warunki działania i większą przewidywalność kosztów.

Na poziomie społecznym bezpieczeństwo energetyczne ma też wymiar symboliczny – daje obywatelom poczucie, że dostęp do podstawowych usług energetycznych nie jest zagrożony. W kontekście współczesnych kryzysów energetycznych i geopolitycznych ten aspekt staje się szczególnie istotny, a inwestycje w efektywność zyskują dodatkową legitymizację jako narzędzie budowania odporności.

7. Atrakcyjność i wartość nieruchomości

Jednym z efektów pozaenergetycznych, jest wzrost wartości rynkowej budynków po modernizacji energetycznej. W wielu krajach udowodniono, że kupujący i najemcy chętniej wybierają obiekty o wysokiej efektywności, traktując je nie tylko jako tańsze w eksploatacji, ale również jako prestiżowe i bezpieczne inwestycje.

Rysunek 7. Chatgpt.2025



8. Produktywność i organizacja (przemysł, biura)

Efektywność energetyczna wywołuje również bezpośrednie skutki organizacyjne i produktywnościowe, które często przewyższają wartość samych oszczędności energii. W przemyśle modernizacje technologiczne prowadzą nie tylko do redukcji zużycia energii, lecz także do usprawnienia całych procesów produkcyjnych.

9. Transport i mobilność

Efektywność energetyczna w sektorze transportu nie ogranicza się jedynie do niższego spalania paliwa czy oszczędności energii w pojazdach. Jej efekty pozaenergetyczne są szczególnie odczuwalne w środowisku miejskim, gdzie transport odpowiada za znaczną część emisji i uciążliwości dla mieszkańców.

Rysunek 8. Chatgpt.2025



Raport IEA (2025) pokazuje, że największy wkład w oszczędności energii w transporcie przyniosły samochody osobowe, odpowiadając za około 1/6 globalnych oszczędności od 2000 r. Modernizacja silników, wprowadzenie norm efektywności paliwowej i elektryfikacja flot realnie zmieniły nie tylko bilans energetyczny, ale również jakość życia w miastach. Korzyści pozaenergetyczne w obszarze transportu obejmują m.in.:

- redukcję emisji lokalnych zanieczyszczeń (NO_x, PM_{2.5}), co poprawia zdrowie mieszkańców,
- zmniejszenie hałasu komunikacyjnego dzięki elektromobilności i rozwojowi transportu publicznego opartego na napędzie elektrycznym,
- niższe koszty eksploatacji flot dla firm i samorządów,
- zmniejszenie wydatków na paliwo w gospodarstwach domowych – co oznacza, że więcej środków może zostać przeznaczonych na inne potrzeby, takie jak edukacja, zdrowie czy rekreacja,

- lepszy wizerunek firm wdrażających ekologiczny transport, co przekłada się na przewagi konkurencyjne i lojalność klientów.

Efekty pozaenergetyczne obejmują również aspekty społeczne – mniejsze narażenie na choroby, wyższy komfort podróży, a także bardziej równomierny dostęp do usług (np. dzięki elektryfikacji transportu w mniejszych miastach i na obszarach wiejskich). Istotnym elementem jest także większa przewidywalność kosztów życia – brak uzależnienia od wahań cen paliw daje poczucie stabilności finansowej i redukuje stres związany z budżetem domowym.

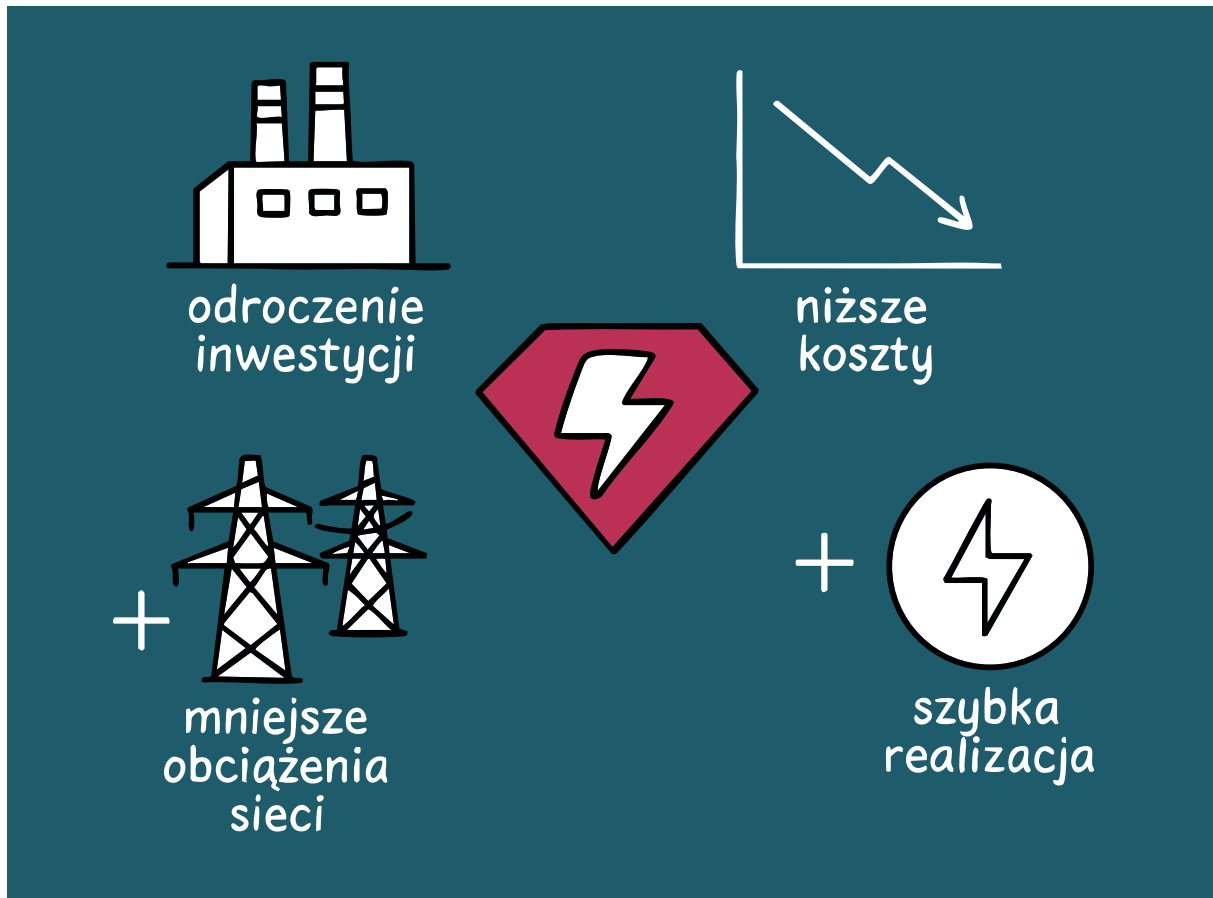
W dłuższej perspektywie inwestycje w efektywność transportu przekładają się na większą integrację społeczną i spójność regionalną, a także na wzrost atrakcyjności miast jako miejsc do życia i prowadzenia działalności gospodarczej. W tym sensie transport efektywny energetycznie nie tylko chroni środowisko i zdrowie, lecz także działa jak narzędzie polityki społecznej – poprawiając dostępność usług, wyrównując szanse rozwojowe i wzmacniając lokalne wspólnoty.

10. Koszty i sieci

Efektywność energetyczna wpływa również na koszty funkcjonowania całego systemu energetycznego. W tym wymiarze najważniejszym efektem jest możliwość odroczenia lub uniknięcia kosztownych inwestycji w nowe moce wytwórcze i modernizację sieci przesyłowych.

Z analiz IEA (2025) wynika, że koszt unikniętej energii dzięki efektywności jest ponad dwukrotnie niższy niż koszt wytworzenia tej samej energii w nowych elektrowniach. Co więcej, średni czas wdrożenia środków efektywnościowych to mniej niż rok, podczas gdy budowa nowych bloków energetycznych trwa od 1 do 7 lat. Oznacza to, że efektywność może pełnić funkcję „szybkiej rezerwy”, odciążając system w momentach kryzysowych i zapobiegając blackoutom.

Rysunek 9. Chatgpt.2025



Korzyści systemowe obejmują:

- zmniejszenie zapotrzebowania szczytowego, co redukuje konieczność uruchamiania najdroższych i najbardziej emisyjnych źródeł rezerwowych,
- niższe obciążenia sieci przesyłowych i dystrybucyjnych, co ogranicza straty techniczne i zmniejsza ryzyko awarii,
- opóźnienie lub uniknięcie inwestycji w nowe linie i stacje transformatorowe, co przynosi oszczędności operatorom i odbiorcom energii.

Efektywność energetyczna ma także wymiar społeczny w kontekście systemu. Stabilniejsza sieć oznacza mniejsze ryzyko przerw w dostawach energii dla szpitali, szkół, gospodarstw domowych i przedsiębiorstw. Obniżenie zapotrzebowania w szczycie pozwala także utrzymać niższe ceny energii – bo nie trzeba uruchamiać kosztownych mocy szczytowych, które windowałyby ceny na rynku hurtowym.

W tym sensie efektywność działa jak mechanizm solidarnościowy, korzyści kosztowe rozkładają się na wszystkich odbiorców – również tych, którzy nie zainwestowali jeszcze we własne modernizacje. Dzięki temu poprawa efektywności energetycznej

staje się wspólnym dobrem, które wzmacnia zarówno system energetyczny, jak i gospodarkę oraz codzienne życie obywateli.

Negatywne efekty i koszty ukryte (NEEs)

Efekty pozaenergetyczne (NEIs) kojarzą się zazwyczaj z dodatkowymi korzyściami – poprawą komfortu, zdrowia, konkurencyjności czy jakości środowiska. Jednak obok pozytywów istnieje również druga strona medalu: **koszty i negatywne efekty (NEEs)**. Ich systematyczna analiza jest przydatna do uniknięcia zafałszowania oceny inwestycji i nadmiernego optymizmu w prognozach. W praktyce typologia NEEs jest w dużej mierze podobna do tej, którą stosuje się w przypadku NEBs – z tą różnicą, że zamiast korzyści pojawiają się potencjalne obciążenia.

Komfort i warunki życia (negatywy)

- Czasowy spadek komfortu podczas prac (hałas, kurz, przerwy w ogrzewaniu),
- DSM (np. francuskie „effacement”): celowe ograniczenia zużycia → niższy komfort,

Przykład: świetlówki kompaktowe (czy LEDy na wczesnym etapie rozwoju) o „zimnym” świetle sprawiły, że komfort w mieszkaniach się pogorszył, a lampy sodowe w ulicznym oświetleniu (żółte monochromatyczne światło) przekłamują obraz przestrzeni.

2) Zdrowie i satysfakcja życiowa

- Hałaśliwe/uciążliwe prace → pogorszenie dobrostanu psychicznego.
- Ryzyka po termomodernizacji przy złej wentylacji („zbyt szczelny dom”).
- Stres od wysokich kosztów startowych/skomplikowanych dotacji.

Przykład: zbyt szczelne okna i niedogrzanie prowadziły do powstawania pleśni i grzybów, a w konsekwencji chorób układu oddechowego i alergii.

3) Ekonomiczne (uczestnik + system)

- Wysokie CAPEX i ryzyko nieodzyskania przy zmianach cen energii.
- Koszty szkoleń i reorganizacji procesów.
- Dodatkowe opłaty regulacyjne (utyliczacja baterii, PV, izolacji).
- Po stronie systemu: inwestycje sieciowe przy masowej elektryfikacji.

Przykład: przejście na EV = niższe OPEX, ale wysoki próg wejścia (auto + ładowarka domowa), a w konsekwencji pomniejszenie dochodu rozporządzalnego.

4) Społeczne i edukacyjne

- Wykluczenie tych, których nie stać na inwestycję (nierówności energetyczne).
- Lokalne konflikty (sprzeciw wobec turbin wiatrowych/farm PV).
- Biurokracja zniechęcająca beneficjentów.

Przykład: „cyfrowe wykluczenie” przy taryfach dynamicznych, smart-licznikach i aplikacjach.

5) Środowiskowe i ekosystemowe

- Utylizacja odpadów po termomodernizacji (styropian, wełna, stare urządzenia).
- Przeniesienie presji środowiskowej (np. wydobywanie surowców do baterii).
- Zanieczyszczenia wtórne z niskiej jakości materiałów.

Przykład: zaostrożenie norm dla kotłów/pieców drzewnych → w przedsiębiorstwach przetwórstwa drewna tania biomasa przestaje być paliwem a rośnie strumień odpadów – przesunięcie problemu, nie jego likwidacja.

6) Bezpieczeństwo i odporność

- Wrażliwość na awarie złożonych systemów.
- Cyberzagrożenia w cyfrowym zarządzaniu energią.
- Braki części w łańcuchach dostaw → dłuższe przestoje.

7) Atrakcyjność i wartość nieruchomości

- Zła termomodernizacja może obniżyć wartość (utrata detali, gorsza estetyka).
- Nadmierne zadłużenie pogarsza płynność finansową właściciela.

Przykład: wymiana stolarki → utrata unikalnej (zniekształconej) optyki szkła ciągniętego; ocieplenia zabytków „kasujące” detale architektoniczne.

8) Produktywność i organizacja

- Przestoje podczas instalacji.
- Okres uczenia się nowych systemów → spadek wydajności.
- „Uzależnienie” od technologii zmniejsza elastyczność wobec rynku.

Przykład: szkolenia i wdrożenia to realny koszt czasu pracy (nie w rachunku za energię).

9) Transport i mobilność

- Koszty infrastruktury ładowania i modernizacji sieci.
- Gorsza dostępność EV na obszarach wiejskich (sprawiedliwość terytorialna).
- Uciążliwości budowy (prace drogowe, hałas).

10) System energetyczny (koszty i sieci)

- Konieczność dostosowania sieci do nowych profili zużycia (np. nocne ładowanie EV).
- **Rebound effect:** tańsza eksploatacja → większe użycie (np. klimatyzacja).
- Dodatkowe koszty operatorów, gdy EE nie idzie w parze z rozbudową sieci.

Przykłady: masowe PV → przeciążenia sieci, spadki napięć, **paradoks Jevonsa** w przemyśle (spadek kosztu jednostkowego → wzrost wolumenu → mniejszy niż oczekiwano efekt środowiskowy).

Wycena efektów pozaenergetycznych

Rozdział ten prezentuje szereg metod identyfikacji i wyceny efektów pozaenergetycznych, ułożonych alfabetycznie tak, aby umożliwić czytelnikowi szybkie odnalezienie interesującego podejścia. Każda metoda została przedstawiona w sposób spójny – z krótkim opisem, listą zalet i wad, wskazaniem źródeł wiarygodnych danych oraz przykładem zastosowania (w miarę możliwości odnoszącym się do sektora MŚP lub modernizacji budynków).

Należy jednak pamiętać o kilku ogólnych zasadach:

- Sprawdzanie źródeł: wartości przyjmowane w analizie powinny, jeśli to możliwe, pochodzić z kilku niezależnych źródeł (np. raporty branżowe + dane urzędowe).
- Ostrożność w stosowaniu metod ankietowych: w przypadku małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) rzadko jest możliwe prowadzenie własnych badań ankietowych czy eksperymentów wyboru. Dlatego praktyczniejsze bywają metody oparte na danych zastępczych (shadow prices, avoided costs, replacement cost).
- Dobór metod do kontekstu: nie wszystkie podejścia nadają się dla każdego przypadku. W audycie MŚP najczęściej sprawdzą się proste metody rynkowe (koszty uniknięte, ceny cienia, koszt zastąpienia), a metody wymagające roz-

budowanych baz danych (hedonic pricing) czy dużych prób badawczych (CVM, choice experiments) mogą być trudniejsze do zastosowania.

Rola eksperta energetycznego: informacje zawarte w tym materiale mają pomóc w uzupełnieniu analizy finansowej (przeprowadzaniu analizy opłacalności uwzględniającej NEI). Ekspert, przygotowując audyt, powinien w pierwszej kolejności oszacować standardowe efekty energetyczne i finansowe inwestycji (oszczędności energii, koszty, NPV, SPBT), a następnie rozważyć, które z przedstawionych w dalszej części metod pozwalają ująć także dodatkowe efekty pozaenergetyczne. Wartości te można następnie dopisać w tabeli przepływów pieniężnych jako dodatkowe korzyści lub koszty – jednorazowe (upfront) lub coroczne – podobnie jak korzyści wynikające produkcji czy ze zmniejszenia zużycia energii.

W rozdziale omówiono zarówno metody ilościowe, jakościowe, rynkowe, jak i eksperckie. Każda z nich ilustrowana jest przykładem – od prostych wycen kosztów unikniętych w zakładzie przetwórczym, po analizy rynkowe wartości nieruchomości z certyfikatami energetycznymi. Na końcu rozdziału przedstawiono metody eksperckie, które mogą być użyte wtedy, gdy brakuje twardych danych, a decyzja wymaga wsparcia specjalistów.

Ceny hedoniczne (hedonic prices)

Metoda hedoniczna polega na analizie cen rynkowych dóbr (najczęściej nieruchomości), aby wyodrębnić wpływ poszczególnych cech, w tym środowiskowych i energetycznych, na wartość rynkową. Jeśli dwa budynki są podobne, ale jeden ma wyższą efektywność energetyczną, zapewnia lepszą jakość powietrza wewnątrz lub znajduje się w cichszej okolicy, różnica w cenie rynkowej może być przypisana właśnie tym cechą i traktowana jako efekt pozaenergetyczny.

Zalety:

- opiera się na realnych transakcjach rynkowych, a nie deklaracjach,
- wiarygodna dla inwestorów i banków, bo pokazuje bezpośrednie przełożenie na wartość aktywów,
- dobrze nadaje się do analiz budynków i MŚP (np. właściciel/najemca biura, hali).

Wady/ograniczenia:

- wymaga dużych i jasnych zbiorów danych o transakcjach,

- trudność w oddzieleniu efektów różnych cech (np. lokalizacja vs. energooszczędność),
- mało przydatna w miejscach o małej liczbie transakcji (np. małe gminy).

Wiarygodne dane posiadają następujące cechy:

- pochodzą z rzetelnych baz transakcyjnych (np. rejestr cen i wartości nieruchomości, dane banków),
- są aktualne i reprezentatywne dla danego rynku (np. ceny w regionie, nie w całej Polsce),
- są opublikowane przez uznane instytucje (np. RICS, raporty branżowe, publikacje naukowe).

Przykładowe źródła:

- RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors) – raporty nt. wpływu certyfikacji budynków na ceny rynkowe.
- Knight Frank, CBRE, JLL – analizy rynków biurowych, mieszkalnych i magazynowych (w tym „green premium”).
- Publikacje naukowe (np. badania Maastricht University nt. certyfikatów BREEAM/LEED).

W Polsce uzyskanie przydatnych danych jest praktycznie niemożliwe.

Przykład zastosowania

Raport Knight Frank wskazuje, że budynki posiadające zielone certyfikaty osiągają 8-18% wyższe ceny sprzedaży, a w przypadku najbardziej prestiżowych certyfikatów – także 3-13% wyższą stawkę czynszu¹⁶.

Z kolei przegląd rynków komercyjnych (Deepki, International Journal of Sustainable Built Environment, 2017) pokazuje, że w Wielkiej Brytanii certyfikaty BREEAM wiążą się z 22,1% wyższymi czynszami i 14,7% wyższymi cenami sprzedaży nieruchomości w porównaniu z obiektami niecertyfikowanymi¹⁷, (co może także oznaczać, że są po prostu lepiej utrzymane i zarządzane)

¹⁶ Knight Frank, Green Building Value: Do green-rated buildings add a premium to sales price?, Research Report, 2021, <https://www.knightfrank.com/research/article/2021-09-29-green-building-value-do-green-rated-buildings-add-a-premium-to-sales-price>

¹⁷ [2] Deepki, From green premium to brown discounting: the impact of ESG performance on asset value, International Journal of Sustainable Built Environment, 2017, <https://www.deepki.com/blog/from-green-premium-to-brown-discounting-the-impact-of-esg-performance-on-asset-value/>

Ceny ukryte (Shadow Prices)

Ceny ukryte/dualne - to metoda, w której do inwestycji przypisuje się wartości ekonomiczne dóbr i usług, które nie mają ceny rynkowej – np. czyste powietrze, zdrowie mieszkańców, cisza. W praktyce oznacza to użycie oficjalnych wskaźników (np. opłaty za emisję CO₂, koszt społeczny hałasu, utracone dni pracy z powodu chorób), aby policzyć dodatkowe korzyści lub koszty projektu.

Zalety:

- pozwala systematycznie „wyciągnąć z ukrycia” skutki, które normalnie umykają analizie finansowej,
- opiera się na oficjalnych stawkach, co ułatwia akceptację wyników,
- pozwala porównywać projekty o różnym charakterze (np. PV vs. modernizacja kotła).

Wady/ograniczenia:

- stawki różnią się między źródłami, więc wyniki mogą być rozbieżne,
- niektóre efekty trudno przełożyć na cenę (komfort, estetyka),
- wymaga ostrożności, by nie dublować efektów.

Skąd brać wiarygodne dane?

- oficjalnie publikowane przez instytucję publiczną lub międzynarodową,
- stosowane w polityce lub regulacjach (np. w analizach KE, OECD, WHO),
- aktualizowane i oparte na badaniach empirycznych.

Przykładowe źródła:

1. Komisja Europejska (DG REGIO, DG CLIMA) – np. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects (zalecane ceny cienia emisji CO₂ i kosztów czasu pracy)¹⁸.
2. WHO (Światowa Organizacja Zdrowia) – raporty nt. kosztów zdrowotnych zanieczyszczeń powietrza i absencji chorobowej¹⁹.
3. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) – bazy danych dotyczące kosztów środowiskowych, np. kosztów hałasu w transporcie²⁰.

¹⁸ European Commission, Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, 2014 (updated 2021).

¹⁹ WHO, Economic cost of health impacts of air pollution, Geneva 2018, <https://www.who.int/airpollution/en/>

²⁰ OECD, Cost-Benefit Analysis and the Environment: Further Developments and Policy Use, Paris 2018.

4. Krajowe dokumenty rządowe – np. w Polsce: Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE) publikuje stawki opłat za emisje i raporty o kosztach środowiskowych.

Przykład zastosowania:

MŚP prowadzące drukarnię w budynku biurowym decyduje się na modernizację instalacji wentylacyjnej z odzyskiem ciepła. Oprócz oszczędności energii cieplnej, w analizie użyto „shadow price” dla absencji pracowników związanej z chorobami układu oddechowego. Według danych WHO średni koszt dnia chorobowego w Polsce to ok. 120 EUR (utracona produktywność + koszty społeczne). Modernizacja pozwala zmniejszyć liczbę dni absencji o 20 rocznie (poprawa jakości powietrza w biurze).

Wartość efektu pozaenergetycznego = $20 \times 120 \text{ EUR} = 2400 \text{ EUR/rok} \approx 10\,300 \text{ PLN/rok}$ (przy kursie 4,3 PLN/EUR).

Tak wyliczone efekty pozaenergetyczne występują co roku przez okres eksploatacji inwestycji, zwiększając jej opłacalność ekonomiczną.

Transfer wartości (Value Transfer)

Metoda polega na „przenoszeniu” wartości efektów pozaenergetycznych oszacowanych w innym badaniu (np. w innym kraju, regionie czy projekcie) i zastosowaniu ich w nowym kontekście, z odpowiednimi korektami (dochód per capita, ceny, struktura demograficzna).

Zalety:

- szybka i relatywnie tania — nie wymaga prowadzenia własnych ankiet,
- pozwala korzystać z bogatej bazy gotowych danych (WHO, OECD, KE),
- doskonałe narzędzie do wstępnych szacunków (programy, wiele projektów).

Wady/ograniczenia:

- ryzyko niedopasowania wartości do lokalnych realiów,
- wymaga korekt (PKB per capita, koszty leczenia),
- mniej wiarygodna niż dane lokalne.

Skąd brać wiarygodne dane?

- Bazy międzynarodowe (EVRI, OECD),
- Raporty KE i WHO,
- Metaanalizy naukowe,
- Krajowe raporty (NFOŚiGW, ministerstwa, KOBIZE).

Wycena warunkowa (Contingent Valuation Method)

CVM to metoda ankietowa, w której respondentom przedstawia się hipotetyczny scenariusz (np. poprawa jakości powietrza w budynku, zmniejszenie hałasu, modernizacja ogrzewania) i pyta, ile byliby gotowi za to zapłacić (Willingness to Pay, WTP) albo jaką rekompensatę musieliby otrzymać za rezygnację z tego efektu (Willingness to Accept, WTA). Dzięki temu można przypisać wartość pieniężną efektom pozaenergetycznym, które nie mają ceny rynkowej.

Zalety:

- pozwala wycenić efekty, których inaczej nie da się „złapać” (np. komfort cieplny, czystsze powietrze, redukcja hałasu),
- daje bezpośrednią wartość pieniężną – łatwą do włączenia w analizę kosztów i korzyści,
- szeroko stosowana i dobrze opisana w literaturze (akceptowalna dla instytucji publicznych).

Wady/ograniczenia:

- wyniki mogą być obciążone subiektywnością (respondenci deklarują więcej/mniej niż realnie zapłaciliby),
- trudność w konstruowaniu realistycznych scenariuszy (zbyt abstrakcyjne → mało wiarygodne),
- kosztowne badania (ankiety, reprezentatywność próby).

Skąd brać wiarygodne dane?

- Własne badania ankietowe prowadzone na reprezentatywnej próbie mieszkańców/użytkowników,

- Badania porównawcze w literaturze naukowej (np. średnie WTP dla komfortu cieplnego w UE),

Przykład zastosowania:

Na potrzeby analizy modernizacji biurowca przeprowadzono ankietę wśród pracowników jednego z MŚP wynajmujących powierzchnię. W ankiecie opisano hipotetyczną sytuację: „Wyobraźmy sobie, że po modernizacji zimą w biurze panuje stabilna temperatura i nie występują przeciągi. O ile byliby Państwo skłonni zmniejszyć swoje miesięczne wynagrodzenie za takie warunki?”. Średnia deklaracja wyniosła 25 PLN/osobę. Przy 40 pracownikach daje to dodatkową wartość efektu pozaenergetycznego rzędu 1000 PLN/miesiąc, czyli 12 000 PLN rocznie²¹.

Eksperymenty metody wyboru (Choice Experiments)

Metoda polega na przedstawieniu respondentom kilku alternatywnych scenariuszy (np. różnych rozwiązań modernizacyjnych), które różnią się zestawem cech i kosztów. Respondenci wybierają wariant, który preferują. Analiza ich wyborów pozwala oszacować, jaką wartość przypisują poszczególnym efektom pozaenergetycznym, np. redukcji hałasu, czystości powietrza, czy lepszemu komfortowi.

Zalety:

- pozwala jednocześnie wycenić wiele efektów pozaenergetycznych,
- wybory respondentów są bardziej realistyczne niż w przypadku prostych deklaracji typu „ile zapłacisz”,
- daje wartości ilościowe, które można włączyć do analizy kosztów i korzyści.

Wady / ograniczenia:

- wymaga starannego przygotowania zrozumiałych scenariuszy (za dużo wariantów może zniechęcić respondentów),
- przeprowadzenie badania jest kosztowne (czas, respondentów, eksperyment).

²¹ Carson, R.T., Contingent Valuation: A Practical Alternative when Prices Aren't Available, Journal of Economic Perspectives, Vol. 26, No. 4, 2012, s. 27–42, <https://www.jstor.org/stable/41724682>

Przykład zastosowania:

W Szwajcarii przeprowadzono eksperyment wyboru dotyczący korzyści z redukcji emisji, hałasu i „elektrosmogu” (promieniowania elektromagnetycznego). Mieszkańcy Lugano i Zurychu wybierali między różnymi poziomami redukcji tych obciążeń. Wynik: istniała istotna gotowość do zapłaty (WTP) za obniżenie hałasu i zanieczyszczenia powietrza, a także – mimo niepewności naukowej – za minimalizację promieniowania elektromagnetycznego²².

Gotowość do zapłaty (Willingness to Pay (WTP) / Willingness to Accept (WTA)

WTP (gotowość do zapłaty) mierzy, ile ludzie są skłonni zapłacić za konkretne efekty pozaenergetyczne (np. wyższą jakość dostaw energii).

- WTA (gotowość do przyjęcia rekompensaty) określa kwotę, której oczekują, by zgodzić się na rezygnację z efektu (np. zgodzić się na częstsze przerwy w dostawach).

Zalety:

- prosta i intuicyjna metoda,
- daje bezpośrednie wartości pieniężne, które można łatwo uwzględnić w analizach opłacalności,
- umożliwia porównanie różnych efektów pozaenergetycznych (np. niezawodność vs. komfort).

Wady/ograniczenia:

- deklaracje mogą różnić się od rzeczywistych zachowań,,
- różnice psychologiczne między WTP i WTA mogą być znaczne (asymetria wartości),
- wrażliwość na formę i treść ankiety.

Skąd brać wiarygodne dane?

- Własne ankiety,

²² Banfi S., Using a Choice Experiment to Estimate the Benefits of a Reduction in Air Pollution, Noise and Electrosmog in Swiss Cities, CEPE Working Paper No. 58, ETH Zurich, 2007, https://cepe.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mtec/cepe/cepe-dam/documents/research/cepe-wp/CEPE_WP58.pdf

- Publikacje naukowe zawierające średnie wartości WTP/WTa dla konkretnych efektów (np. niezawodność dostaw energii).

Przykład zastosowania:

W Stanach Zjednoczonych przeprowadzono badanie dla stanu Oklahoma, które oszacowało WTP konsumentów za stabilniejszą, odporną na awarie sieć energetyczną. Wyniki pokazały, że przeciętne gospodarstwo domowe było gotowe zapłacić dodatkowo 14,69 USD miesięcznie za wzmocnienie infrastruktury sieciowej i większe bezpieczeństwo dostaw. To realna, konkretna wartość, pokazująca, że niezawodność to efekt pozaenergetyczny o wymiernej wartości dla abonentów²³.

Metoda przydziału wartości (Value Allotment Method - VAM)

Metoda polega na tym, że respondenci otrzymują całościową wartość dobra (np. modernizacji budynku albo systemu energetycznego), a następnie mają „przydzielić” procentowy udział poszczególnym jego cechom – w tym efektem pozaenergetycznym. Dzięki temu można oszacować udział np. komfortu, estetyki, zdrowia czy redukcji zanieczyszczeń w całkowitej wartości inwestycji.

Zalety:

- pozwala jednocześnie uchwycić wiele efektów pozaenergetycznych,
- mniej obciążona „deklaratywnością” niż WTP, bo respondenci rozdzielają wartości, a nie podają kwoty,
- dobra metoda, gdy chcemy określić strukturę wartości, a nie tylko jedną liczbę.

Wady / ograniczenia:

- wymaga od respondentów umiejętności proporcjonalnego oceniania (może być trudne w badaniach masowych),
- zależy od tego, jak zdefiniowane są kategorie efektów pozaenergetycznych,
- trudniejsza interpretacja w porównaniu z WTP (bardziej relatywne wyniki).

Skąd brać wiarygodne dane?

- Badania ankietowe prowadzone wśród użytkowników budynków/MŚP,

²³ Bowman W., Consumer Willingness to Pay for a Resilient Electrical Grid, University of New Mexico School of Law, 2022, <https://lawschool.unm.edu/faculty/warigia-bowman/consumer-willingness-to-pay-for-a-resilient-electrical-grid.pdf>

- Studia akademickie – VAM był stosowany np. w analizach wartości ekosystemów i usług środowiskowych,
- Metaanalizy w literaturze (np. porównania z Contingent Valuation).

Przykład zastosowania:

W badaniu dotyczącym modernizacji budynku biurowego w Kanadzie respondentom przedstawiono całkowitą wartość inwestycji (oszacowaną na 100 000 CAD) i poproszono o rozdzielenie udziałów na poszczególne efekty. Wynik:

- 40% wartości przypisano oszczędnościom energii,
- 25% poprawie zdrowia i jakości powietrza,
- 20% komfortowi i produktywności pracowników,
- 15% redukcji emisji CO₂.

Oznacza to, że efekty pozaenergetyczne wyceniono łącznie na 60 000 CAD. W analizie ekonomicznej mogłyby one zostać potraktowane jako korzyści jednorazowe, które występują na początku projektu (rok 0), równoległe z nakładami inwestycyjnymi.

Należy jednak podkreślić, że takie wyniki trzeba traktować ostrożnie – w tym przypadku respondenci ocenili, że wartość efektów pozaenergetycznych przewyższa nakłady inwestycyjne. To sygnał, że metoda VAM może prowadzić do przeszacowań, jeśli badani nadają zbyt dużą wagę niematerialnym aspektom inwestycji²⁴.

Opłaty i kary środowiskowe

Metoda polega na przypisaniu wartości pieniężnej efektom pozaenergetycznym poprzez zastosowanie obowiązkowych stawek opłat i kar za korzystanie ze środowiska. W Polsce podstawą są stawki z obwieszczeń Ministra Klimatu i Środowiska, aktualizowane corocznie.

Zalety:

- opiera się na oficjalnych wartościach,
- wartości są łatwe do weryfikacji i mają charakter „twardych” przepływów pieniężnych.

²⁴ Sun, C., An Alternative Method for Environmental Valuation: Value Allotment Method (VAM), Ecosystem Services, Vol. 37, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100926>

Wady / ograniczenia:

- obejmuje głównie emisje zanieczyszczeń do powietrza (SO₂, NO₂, pyły, CO₂).

Skąd brać wiarygodne dane?

- Obwieszczenie MKiŚ z 28 lipca 2024 r.,
- KOBiZE – oficjalne wskaźniki emisyjności CO₂,
- Serwisy branżowe (wszystkooemisjach.pl, przemyslisorodowisko.pl) – ułatwiające poruszanie się po tabelach stawek.

Przykład zastosowania:

Zakład wymienia piec węglowy na pompę ciepła. Skutki:

- Redukcja NO₂ = 100 kg/rok × 0,78 zł = 78 zł/rok,
- Redukcja SO₂ = 50 kg/rok × 0,78 zł = 39 zł/rok,
- Redukcja CO₂ – piec węglowy emitował ok. 2,8 t CO₂/tonę węgla; przy rocznym zużyciu 10 ton emisja wynosiła ok. 28 t CO₂/rok. Po wymianie na pompę ciepła emisje bezpośrednie CO₂ spadają do 0 t/rok. Przy cenie EUA = 80 EUR/t (ok. 350 zł/t), redukcja ta odpowiada wartości ~9800 zł/rok.

Łączny efekt pozaenergetyczny tej inwestycji to: 78 zł/rok (NO₂) + 39 zł/rok (SO₂) + 9800 zł/rok (CO₂) = ~9917 zł/rok. Te efekty pozaenergetyczne występują co roku, przez cały okres eksploatacji pompy ciepła. UWAGA – przykład ten pokazuje pułapkę – użycie energii elektrycznej w Polsce również związane jest z kosztem środowiskowym w postaci emisji dwutlenku węgla²⁵.

Koszty uniknięte (Avoided Costs)

Metoda polega na przypisaniu wartości efektom pozaenergetycznym poprzez wyliczenie kosztów, których udało się uniknąć dzięki inwestycji. Chodzi nie tylko o koszty zdrowotne czy środowiskowe, ale także o straty produkcyjne i konkurencyjne w przypadku braku niezawodnych dostaw energii.

²⁵ Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z 28 lipca 2024 r. w sprawie stawek opłat za korzystanie ze środowiska w 2025 r.; KOBiZE, „Wskaźniki emisji CO₂”, 2024; ICE Endex, notowania EUA, 2024.

Zalety:

- obejmuje realne, mierzalne koszty,
- pokazuje wpływ energii na produktywność i przewagę konkurencyjną MŚP,
- dobrze pasuje do analizy ekonomicznej, bo operuje wartościami rynkowymi (utracone przychody, kary umowne).

Wady/ograniczenia:

- wymaga znajomości procesów w danej firmie (koszty przestojów, marże, wartość produkcji),
- trudność w wyizolowaniu wpływu przerw w energii od innych czynników,
- wyniki silnie zależą od branży i lokalizacji.

Skąd brać wiarygodne dane?

- PSE – wskaźniki SAIDI/SAIFI (średnia długość i częstotliwość przerw w Polsce),
- KOBiZE, OECD, WHO – koszty środowiskowe i zdrowotne,
- Raporty branżowe (np. przetwórstwo żywności, chłodnictwo) – dane o stratach produkcyjnych,
- Dane firmowe – przychody, koszty niewyprodukowanej partii, kary za opóźnienia.

Przykład zastosowania (Polska, zakład przetwórczy + PV + magazyn):

Mały zakład przetwórstwa w centrum Polski inwestuje w PV z magazynem. Nawet krótka przerwa (np. przerwa w chłodzeniu) może powodować straty – surowce postarzają się, sprzęt się uszkadza, linia produkcyjna wstrzymana.

Założenie: jedna przerwa rocznie, trwająca 1 godzinę, generuje:

- stratę produkcyjną i towarową: 10 000 zł,
- koszty napraw i restartu linii: 5 000 zł,
- łącznie: 15 000 zł kosztów unikniętych dzięki inwestycji.

Te efekty pozaenergetyczne występują co roku i stanowią istotny element uzasadnienia inwestycji w niezawodne źródło energii²⁶.

²⁶ PSE, „Wskaźniki ciągłości dostaw energii elektrycznej”, 2024; Nettg.pl, „Przerwy w dostawie prądu mają często poważne konsekwencje finansowe dla przedsiębiorstw”, 2023; CIRE, „Wpływ krótkotrwałych przerw na funkcjonowanie przedsiębiorstw”, 2023.

Ceny hedoniczne (Hedonic Pricing)

Metoda polega na badaniu, w jaki sposób różne cechy dobra (np. budynku, mieszkania, lokalu usługowego) wpływają na jego cenę rynkową. Dzięki analizie statystycznej można wyodrębnić „ukrytą wartość” efektów pozaenergetycznych — takich jak lepsza jakość powietrza, mniejsze hałasy, estetyka otoczenia czy wyższa efektywność energetyczna.

Zalety:

- wykorzystuje realne ceny rynkowe, a więc odzwierciedla rzeczywiste zachowania inwestorów i konsumentów,
- dobrze sprawdza się w kontekście budynków i nieruchomości (np. certyfikaty energetyczne, dostęp do zielonej energii),
- daje konkretne wartości, które można przenieść do analizy kosztów i korzyści.

Wady/ograniczenia:

- wymaga dużej bazy danych transakcji (co najmniej setki przypadków),
- trudne w izolowaniu pojedynczych efektów pozaenergetycznych (np. jak oddzielić wpływ lokalizacji od jakości powietrza),
- nie zawsze możliwe w kontekście MŚP (brak wystarczających danych transakcyjnych dla obiektów przemysłowych).

Skąd brać wiarygodne dane?

- Rejestry cen i wartości nieruchomości (np. GUGiK w Polsce),
- Raporty rynkowe firm doradczych (np. Colliers, Knight Frank),
- Badania akademickie o wpływie charakterystyk energetycznych na ceny mieszkań i biur,
- Eurostat, OECD – dane porównawcze w skali europejskiej.

Przykład zastosowania (Europa, realne dane):

Badania w Holandii wykazały, że mieszkania z certyfikatem energetycznym klasy A były średnio 2–6% droższe od porównywalnych mieszkań klasy D. Podobne badania w Polsce (Warszawa, Kraków) wskazały, że budynki wielorodzinne o lepszych parametrach energetycznych osiągają wyższe ceny transakcyjne o ok. 4–5%. To realny

przykład, jak efekt pozaenergetyczny (efektywność energetyczna → niższe rachunki, większy komfort) przekłada się na wartość rynkową²⁷. [1]

Metoda „kosztu zastąpienia” (Replacement Cost Method)

Metoda polega na wycenie efektów pozaenergetycznych poprzez określenie, ile kosztowałoby zastąpienie danego dobra lub usługi innym rozwiązaniem zapewniającym podobny efekt. Jeśli inwestycja (np. PV z magazynem) zapobiega szkodom lub zapewnia ciągłość pracy, jej wartość można oszacować przez koszt alternatywnych działań kompensujących (np. leasing agregatu prądotwórczego).

Zalety:

- wykorzystuje realne ceny rynkowe sprzętu, usług czy technologii,
- prosta i intuicyjna – łatwa do zrozumienia przez decydentów i przedsiębiorców,
- dobrze sprawdza się w analizach dla MŚP (np. koszty backupu energii, systemów filtracji).

Wady/ograniczenia:

- nie zawsze istnieje idealny „zamiennik” dla danego efektu (np. zdrowie, komfort),
- może prowadzić do niedoszacowania wartości, jeśli alternatywa jest tańsza, ale mniej skuteczna,
- wymaga przyjęcia założeń co do jakości i równoważności rozwiązań zastępczych.

Skąd brać wiarygodne dane?

- cenniki i oferty rynkowe (np. agregaty prądotwórcze, systemy UPS),
- raporty branżowe o kosztach technologii zastępczych,
- dane dostawców sprzętu i usług (np. chłodnictwo, magazyny energii),
- studia przypadków – koszty awaryjnych rozwiązań w firmach.

Przykład zastosowania (Polska, MŚP – zakład przetwórczy):

Zakład przetwórczy inwestuje w PV 40 kWp z magazynem 80 kWh, co zabezpiecza ciągłość pracy linii produkcyjnej.

Alternatywą byłby zakup agregatu prądotwórczego 100 kVA:

²⁷ Fuerst, F., McAllister, P., The Impact of Energy Performance Certificates on the Rental and Capital Values of Commercial Property Assets, Energy Policy, Vol. 39, 2011; Instytut Rozwoju Miast i Regionów, Efektywność energetyczna a ceny mieszkań w Polsce, 2021.

- koszt zakupu: 90 000 zł,
- koszt paliwa i serwisu: 15 000 zł/rok.

Dzięki PV + magazynowi firma unika tych wydatków. W analizie ekonomicznej oznacza to, że efekty pozaenergetyczne (ciągłość pracy, niezależność energetyczna) można oszacować jako:

- 90 000 zł jednorazowo (upfront),
- 15 000 zł rocznie (uniknięte koszty eksploatacyjne).

Oczywiście, oprócz tego występują również korzyści w postaci oszczędności energii – które są efektem energetycznym i stanowią podstawową część analizy, ale metoda kosztu zastąpienia pozwala uchwycić dodatkową wartość pozaenergetyczną²⁸.

Analiza wielokryterialna (Multicriteria Analysis - MCA)

MCA to metoda pozwalająca ocenić inwestycję nie tylko przez pryzmat wartości pieniężnych, ale także przez inne kryteria jakościowe i ilościowe. Polega na stworzeniu listy kryteriów (np. oszczędność energii, komfort pracy, redukcja emisji, bezpieczeństwo dostaw, wpływ na konkurencyjność MŚP), przypisaniu im wag i ocenie projektów w oparciu o te kryteria. Wynik to syntetyczna punktacja pokazująca, która opcja jest najbardziej korzystna.

Zalety:

- pozwala uwzględnić różnorodne efekty pozaenergetyczne, również te, które trudno przeliczyć na złotówki,
- daje możliwość dostosowania wag do kontekstu (np. w MŚP waga ciągłości produkcji > komfortu),
- transparentna i łatwa do zaprezentowania interesariuszom.

Wady/ograniczenia:

- subiektywność w doborze wag i kryteriów,
- brak jednoznacznego przełożenia na przepływy pieniężne (to raczej narzędzie wspierające decyzję niż twarda analiza finansowa),
- wymaga konsensusu wśród interesariuszy.

²⁸ Ceny rynkowe agregatów prądotwórczych w Polsce (np. Caterpillar, FG Wilson, Atlas Copco, 2024); oferty dystrybutorów branżowych (agregaty 80–120 kW).

Skąd brać wiarygodne dane?

- konsultacje z interesariuszami (np. właściciel MŚP, pracownicy, lokalna społeczność),
- eksperci branżowi (energetyka, środowisko, produkcja),
- dane ilościowe z innych metod (WTP, opłaty środowiskowe, avoided costs) mogą być tu kryteriami.

Przykład zastosowania (Polska, MŚP):

Mała mleczarnia rozważa trzy opcje modernizacji:

1. PV 50 kWp,
2. pompa ciepła 80 kW,
3. kogeneracja gazowa 60 kW.

Kryteria i wagi (uzgodnione z właścicielem):

- Oszczędność energii – 30%,
- Ciągłość produkcji – 30%,
- Redukcja emisji – 20%,
- Koszty eksploatacyjne – 20%.

W ocenie punktowej (0–10) PV wypada najlepiej na emisjach, kogeneracja na ciągłości produkcji, a pompa ciepła na kosztach. Po zważeniu punktów okazuje się, że kogeneracja ma najwyższy wynik ogólny (7,8/10).

To pokazuje, że MCA nie zastępuje analizy finansowej, ale pozwala uwzględnić efekty pozaenergetyczne i podjąć decyzję lepiej dopasowaną do specyfiki firmy²⁹.

Zadowolenie z życia/subiektywny dobrostan (SWB) Life Satisfaction/Subjective Well-Being (SWB)

Metoda polega na badaniu, jak inwestycje energetyczne i ich efekty pozaenergetyczne wpływają na subiektywne poczucie dobrostanu (jakość życia, satysfakcja z pracy, komfort użytkowania budynku). Analizy oparte są na ankietach, w których

²⁹ European Commission, Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, 2014; Keeney R., Raiffa H., Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs, Cambridge University Press, 1993.

respondenci oceniają poziom satysfakcji (np. w skali 1–10). Następnie wyniki łączy się z innymi danymi (dochody, miejsce zamieszkania), aby oszacować wartość pieniężną odpowiadającą wzrostowi dobrostanu.

Zalety:

- pozwala uchwycić aspekty, których nie da się łatwo wycenić rynkowo (komfort, poczucie bezpieczeństwa, zdrowie psychiczne),
- daje możliwość pokazania „ludzkiego wymiaru” inwestycji,
- dobrze sprawdza się w ocenie programów publicznych (np. termomodernizacja osiedli).

Wady/ograniczenia:

- wysoka subiektywność odpowiedzi,
- trudność w przypisaniu zmian wyłącznie do inwestycji energetycznych,
- słabsza akceptacja w analizach finansowych (bardziej socjologia niż ekonomia).

Skąd brać wiarygodne dane?

- badania ankietowe prowadzone wśród mieszkańców, pracowników MŚP, użytkowników budynków,
- dane Eurostatu i GUS nt. jakości życia i satysfakcji z warunków mieszkaniowych,

Przykład zastosowania (Europa, realne badania):

W badaniu brytyjskim ONS wykazano, że poprawa jakości termicznej mieszkań (docieplenie + nowe źródła ciepła) podniosła średni poziom satysfakcji z życia o 0,15 punktu w skali 1–10. Przekłada się to na równowartość ok. 500 GBP rocznie w dochodzie ekwiwalentnym dla gospodarstwa domowego. Oznacza to, że efekty pozaenergetyczne (komfort cieplny, zdrowie psychiczne, redukcja stresu) mogą być traktowane jako coroczny benefit obok oszczędności energii.³⁰

Metody eksperckie (Expert Elicitation Methods)

Na czym polegają?

Metody eksperckie służą do wyceny efektów pozaenergetycznych wtedy, gdy brakuje danych ilościowych lub inne metody są trudne do zastosowania. Opierają się na

³⁰ OECD, How's Life? Measuring Well-Being, Paris 2020; ONS, Life Satisfaction and Housing Conditions in the UK, London 2019

wiedzy, doświadczeniu i osądzie ekspertów, którzy w sposób usystematyzowany oceniają wartość NEEs.

Zalety:

- pozwalają szybko uzyskać wyniki przy ograniczonych danych,
- elastyczne – można je dostosować do specyfiki branży, firmy, regionu,
- dobrze sprawdzają się w analizach MŚP, gdzie brakuje dużych baz danych.

Wady/ograniczenia:

- wysoka subiektywność i ryzyko błędów poznawczych,
- duże znaczenie ma dobór ekspertów (kompetencje, niezależność),
- brak powtarzalności wyników.

Delphi Method

Na czym polega?

Eksperci anonimowo odpowiadają na pytania w kilku rundach, a wyniki są agregowane i ponownie przedstawiane grupie, aż do uzyskania konsensusu.

Przykład:

Przy modernizacji osiedla mieszkaniowego grupa 10 ekspertów (energetyka, zdrowie, ekonomia) szacuje wartość poprawy komfortu cieplnego – po 3 rundach dochodzą do wartości 5–7% kosztów inwestycji.

Panele ekspertów (Expert Panels/Roundtables)

Kilku ekspertów spotyka się i wspólnie ustala wartości (np. % udziału NEEs w inwestycji).

Przykład:

Panel 5 ekspertów branży spożywczej szacuje, że przerwy w dostawie prądu powodują straty produkcyjne rzędu 3% obrotu – wartość ta wpisana zostaje jako coroczny efekt pozaenergetyczny.

Osąd ekspercki (Informed Judgement)

Ekspert (lub mała grupa) opiera się na własnym doświadczeniu i wiedzy, aby przypisać wartości.

Przykład:

Audytór energetyczny, mając doświadczenie z 20 projektów, oszacował, że modernizacja oświetlenia w halach produkcyjnych daje dodatkowy 2–3% wzrost wydajności pracy.

Benchmarking ekspercki

Eksperci porównują projekt do podobnych realizacji i na tej podstawie przypisują wartości NEEs.

Przykład:

Skoro w projekcie modernizacji chłodni mleczarni oszacowano efekty pozaenergetyczne na 10% wartości inwestycji, to dla podobnego zakładu mięsa przyjęto analogiczny poziom.

Podsumowanie rozdziału

W rozdziale przedstawiono metody identyfikacji i wyceny efektów pozaenergetycznych (NEBs), obejmujących zarówno podejścia rynkowe, ankietowe, psychometryczne, jak i eksperckie. Każda metoda ma swoje mocne i słabe strony – wybór odpowiedniego narzędzia zależy od kontekstu inwestycji, dostępności danych i potrzeb analizy.

Dla małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) najbardziej praktyczne okazują się metody oparte na danych rynkowych i kosztach unikniętych (Avoided Costs, Replacement Cost, Shadow Prices), które relatywnie łatwo włączyć do klasycznej analizy finansowej. W przypadku projektów większej skali (np. modernizacja budynków publicznych, programy krajowe) można zastosować bardziej zaawansowane podejścia ankietowe czy multicriteria analysis.

Tabela 23 Porównanie metod określania efektów pozaenergetycznych

Nr	Metoda	Typ podejścia	Zalety	Ograniczenia	Typowe zastosowanie
1	Shadow Prices	Rynkowe / integracja	Oficjalne stawki, łatwe do obrony	Różne źródła, ryzyko dublowania efektów	Koszty emisji, zdrowie, czas pracy
2	Contingent Valuation (CVM)	Ankietowe	Daje bezpośrednie WTP/WTB	Subiektywność, koszt badań	Komfort, zdrowie
3	Value Transfer	Analizyczne	Szybka, tania	Ryzyko niedopasowania	Programy, analizy makro
4	Choice Experiments	Ankietowe	Wycena wielu efektów	Wymaga modelowania, drogie badania	Hałas, powietrze
5	WTP/WTB	Ankietowe	Prosta, intuicyjna	Efekt deklaracyjny, asymetria	Niezawodność dostaw energii
6	Value Allotment Method (VAM)	Ankietowe	Pokazuje strukturę wartości	Ryzyko przeszacowania	Projekty budynków
7	Opłaty i kary środowiskowe	Rynkowe / regulacyjne	Oparte na prawie	Ograniczone do emisji	Redukcja emisji
8	Avoided Costs	Rynkowe	Wymierne koszty	Zależne od branży	Straty produkcji, przestoje
9	Hedonic Pricing	Rynkowe	Realne ceny rynkowe	Wymaga dużych baz danych	Ceny nieruchomości, green premium
10	Replacement Cost	Rynkowe	Intuicyjna, prosta	Brak idealnych zamienników	Backup energii, filtracja
11	Multicriteria Analysis (MCA)	Decyzyjne	Uwzględnia wiele kryteriów	Subiektywne wagi	Porównanie technologii
12	Life Satisfaction / SWB	Psychometryczne	Uchwycą miękkie efekty	Trudne do wyceny pieniężnej	Komfort, zdrowie
13	Metody eksperckie	Ekspertskie	Elastyczne, szybkie	Subiektywne, brak powtarzalności	Brak danych, audyty MŚP

Źródło: Opracowanie własne KAPE, 2025

W pracy eksperta energetycznego metody te powinny być traktowane jako **narzędziownik**, z którego dobiera się odpowiednie podejścia do kontekstu projektu. Najpierw wykonuje się standardową analizę energetyczno-finansową, a następnie rozszerza ją o wybrane NEBs, aby pokazać pełny obraz opłacalności i wartości inwestycji.

Literatura

- *Multiple Benefits of Energy Efficiency*, IEA, 2022
- *Recognizing the Full Value of Energy Efficiency*, RAP, 2013
- *Cost-Benefit Analysis and the Environment*, OECD, 2020
- *KNOWnNEBs: Non-Energy Benefits Methodology*, KAPE, KEEA, 2021–2024
- *European Commission Guide to CBA for Investment Projects*

- Boardman, Greenberg, Vining & Weimer, *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*, Cambridge University Press
- OECD (2020), *Cost-Benefit Analysis and the Environment: Further Developments and Policy Use*
- European Commission (2014), *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*
- Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/c/cost-benefitanalysis.asp>
- World Bank: *CBA in Energy Efficiency Projects*



Opracowanie powstało w ramach projektu
Projekt KNOWnNEBs (LIFE21-CET-AUDITS/101076494)



Wydawca:

Krajowa Agencja Poszanowania Energii
S.A.
Al. Jerozolimskie 65/79
00-697, Warszawa

Redakcja:

Adam Ślusarz

(Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.)

Opracowanie graficzne i skład:

Radostaw Szydłowski - [LI](#)

Autorzy:

mgr inż. Marek Zaborowski

dr hab. inż. Arkadiusz Węglarz

mgr Karolina Loth-Babut

mgr Marta Mazurkiewicz

ISBN: 978-83-932908-9-5

Warszawa, Październik 2025

Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

Aleje Jerozolimskie 65/79, 00-697 Warszawa

 **+48 (22) 626 09 10**

 **kape@kape.gov.pl**

 **www.kape.gov.pl**

 **www.kape.gov.pl/knownnebs**

 **www.linkedin.com/company/kape-sa/**