

Analiza kosztów zakupu i eksploatacji elektrycznych urządzeń gospodarstwa domowego

Streszczenie. W artykule przedstawiono analizę kosztów zakupu i eksploatacji najczęściej używanych elektrycznych artykułów gospodarstwa domowego AGD. Z wykorzystaniem środowiska MATLAB wykonano skrypt obliczający koszty eksploatacyjne i zakupu oraz obrazujący je w formie graficznej. Na podstawie zaprezentowanych danych i ich analizy określono opłacalność urządzeń poszczególnych klas energetycznych w skali czasu ich użytkowania.

Abstract. The article presents an analysis of the costs of purchase and operation of the most frequently used household electrical appliances. Using the MATLAB environment, a script was made to calculate operating and purchase costs and present them in a graphical form. On the basis of the presented data and their analysis, the cost-effectiveness of devices of individual energy classes was determined in the time scale of their use. (Analysis of the costs of purchase and operation of electrical household appliances).

Słowa kluczowe: koszty eksploatacyjne AGD, klasy energetyczne, energooszczędność.

Keywords: household appliances operating costs, energy classes, energy efficiency.

Wstęp

Wraz ze wzrostem standardu życia i komfortu ludzi zwiększa się zużycie energii elektrycznej. Spowodowane jest to większym konsumpcjonizmem oraz większą ilością urządzeń elektrycznych w gospodarstwie domowym. Komisja Europejska dostrzegając ten fakt podjęła kroki w celu zminimalizowania zużycia energii poprzez wprowadzenie adekwatnych dyrektyw unijnych, stanowiących ramy projektowe urządzeń powiązanych z energią elektryczną, aby były one bardziej przyjazne środowisku. Ramy te, zostały wprowadzone w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1369 z dnia 4 lipca 2017. Natomiast szczegółowe wymagania w zakresie etykietowania urządzeń elektrycznych określanych w powyższym rozporządzeniu zostały zawarte w art. 15 dyrektywy 2010/30/UE. Wprowadzone etykiety miały za zadanie uświadomienie potencjalnego klienta o zużyciu energii (lub wody) przez urządzenie oraz skłonić go do zakupu bardziej oszczędnego i przyjaznego środowisku produktu. W Polsce ramy etykietowania energetycznego określone zostały w ustawie z dnia 14 września 2012 roku o etykietowaniu energetycznym produktów związanych z energią (t.j. Dz. U z 2020 r. poz. 378). Nowe etykiety dla 5 grup produktów obowiązują od 1 marca 2021 r., należą do nich lodówki, zamrażalki, urządzenia chłodnicze z funkcją sprzedaży bezpośredniej, pralki, pralko-suszarki, zmywarki oraz telewizory i monitory. Od 1 września 2021 r. natomiast zmienia się etykieta dla źródeł światła czy oświetlenia [1].

Na rysunku 1 przedstawione zostały zmiany etykiet energetycznych. Zauważalna jest zmiana skali energooszczędności, aktualnie obowiązująca skala jest od A do G, gdzie A to urządzenie najbardziej energooszczędne. Skala została przystosowana do ciągle rozwijanych, bardziej ekologicznych wyrobów, ponieważ urządzenie zaliczane według starej skali jako A+++ to w nowej skali C. Piktogramy pokazane na etykiecie pozostają bez większych zmian, mają one za zadanie pokazać funkcje danego urządzenia. Zużycie energii będzie pokazywane w zależności od grupy urządzenia może to być zużycie wyrażone w kWh, w kWh/rok, w kWh/1000h czy kWh/100 cykli. Nowym elementem na etykietach jest kod QR czyli fotokod. Zawiera on odnośnik do strony internetowej zawierającej bazę danych z informacjami o wszystkich etykietowanych produktach. Etykiety te według badań przeprowadzonych w Unii Europejskiej są brane pod uwagę przez ok. 79% konsumentów kupujących nowe produktu powiązane z energią. Są łatwym i dobrym sposobem uświadomienia mieszkańców Unii Europejskiej o możliwych kosztach eksploatacji takiego urządzenia czy jego wpływie na środowisko naturalne. Do podstawowych czynników ekonomicznych, które przekładają się w znacznym stopniu na eksploatację urządzeń elektrycznych w gospodarstwie domowym jest energia elektryczna oraz woda (przy wybranych grupach urządzeń). W Polsce dostęp do energii elektrycznej czy bieżącej wody ma ok 86% gospodarstw domowych, co daje ok. 12,5 mln gospodarstw. Można założyć, że większość z nich posiada jakiegokolwiek urządzenie zużywające energię elektryczną czy wodę. Pokazuje to skale konsumpcji energii elektrycznej czy wody przez odbiorców prywatnych w Polsce.

Tematyka zmniejszania kosztów eksploatacyjnych i związanej z tym ochrony środowiska jest obecnie bardzo popularna.[2-7] Wynika to z rosnącej świadomości użytkowników, jak i zwiększających się kosztów życia. Koszty powiązane z użytkowaniem elektrycznych urządzeń gospodarstwa domowego w Polsce poruszane są w pracach [4, 5]. W artykule [6] przedstawione zostały różne wskaźniki i ich przydatność do określania kosztów cyklu życia urządzeń. W pracy [7] poruszona została kwestia „Greenwashingu”. Jest to negatywne zjawisko polegające na celowym wywoływaniu przez producentów u klientów fałszywego wrażenia że towar został wytworzony z



Rys.1. Nowe etykiety energetyczne w porównaniu do starych [1]

więcej funkcji tym więcej komponentów, które mogą ulec uszkodzeniu. Okres potencjalnego użytkowania AGD ma znaczący wpływ na opłacalność droższych urządzeń zużywających mniej energii i wody. Sama produkcja urządzenia elektrycznego pozostawia znaczący ślad węglowy, z tego względu producenci powinni dążyć do jak najdłuższego eksploataowania ich urządzeń. Pod względem ekonomicznym taki model dystrybucji urządzeń jest najmniej opłacalny, ponieważ dla producentów urządzeń opłacalne jest, aby konsument wymieniał ich produkty jak najczęściej. Jak podają różne źródła i raporty średnia długość żywotności urządzeń elektrycznych w gospodarstwie domowym to od 8 do 15 lat. Wartości te odbiegają od siebie znacząco dla różnych grup ze względu na ich rodzaj eksploatacji. W tabeli 4 zostały zestawione średnie długości życia poszczególnych kategorii AGD. Na podstawie tych danych do dalszych rozważań przyjęto górną granicę okresu eksploatacji.

Tabela 4. Zestawienie średniej długości życia poszczególnych urządzeń poddawanych analizie [19-22]

| Rodzaj urządzenia | Długość życia [lat] |
|-------------------|---------------------|
| Lodówka | 10-14 |
| Telewizor | 10-15 |
| Klimatyzator | 15-20 |
| Zmywarka | 8-9 |
| Pralka | 7-11 |
| Piekarnik | 10-13 |

Na koszty eksploatacji urządzeń elektrycznych składa się koszt za energię elektryczną, koszt wody, ich wzrost na przestrzeni lat oraz koszt konserwacji urządzenia. Ostatni czynnik nie będzie brany pod uwagę, ponieważ występowanie usterek a więc konserwacja urządzeń jest zbyt losowa. Jako dane wykorzystane do obliczeń przyjęto informacje o zużyciu energii elektrycznej i wody podawane przez producentów na etykiecie energetycznej danego urządzenia

Na potrzeby artykułu ceny urządzeń poddanych analizie pozyskano z kilku najpopularniejszych sklepów internetowych z AGD [23-30]. Na podstawie uzyskanych ofert przyjęto ceny uśrednione.

Autorzy artykułu wykorzystali środowisko MATLAB do napisania skryptu pozwalającego na obliczenie kosztów użytkowania poszczególnych urządzeń AGD i porównywanie ich kosztów eksploatacyjnych łącznie z kosztami zakupu na przestrzeni okresu użytkowania w formie graficznej. Aplikacja wyznacza koszty zakupu i użytkowania w oparciu o zależność 1. W artykule zostaną porównane ze sobą urządzenia o różnych klasach energetycznych, pozwoli to na zobrazowanie opłacalności tych urządzeń. Ważną kwestią jest cena początkowa takiego urządzenia, ponieważ w większości przypadków urządzenia wyższych klas energetycznych są droższe.

$$k = c + e_1 + w_1 + \sum_{i=2}^x e_{i-1} \cdot \left(1 + \frac{w_e}{100}\right) + w_{i-1} \cdot \left(1 + \frac{w_w}{100}\right) \quad (1)$$

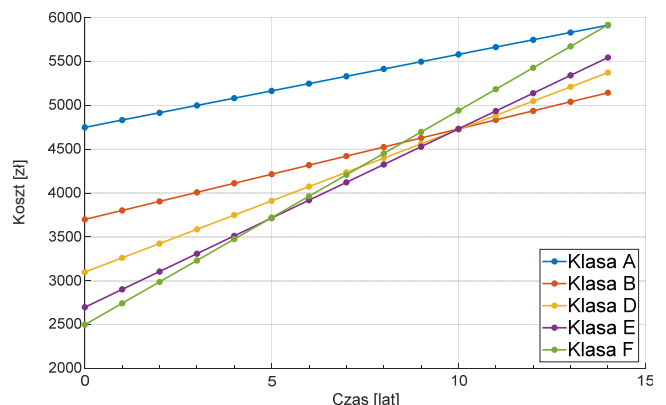
Gdzie: k – łączny koszt użytkowania c – cena zakupu urządzenia; e_1 – koszt energii elektrycznej w pierwszym roku użytkowania; w_1 – koszt zużycia wody w pierwszym roku użytkowania; i – rok eksploatacji urządzenia; x – liczba lat eksploatacji poddana analizie; e_i – koszt energii elektrycznej w danym roku; w_i – koszt zużycia wody w danym roku; w_e – wzrost cen energii elektrycznej wyrażony w %; w_w – wzrost cen wody wyrażony w %.

Po wprowadzeniu danych aplikacja wyświetla wykres, na którym przekazany jest przyrost kosztów posiadania danego urządzenia. Wykres jest to koszt całkowity w funkcji lat użytkowania danego urządzenia. Wykres w punkcie 0

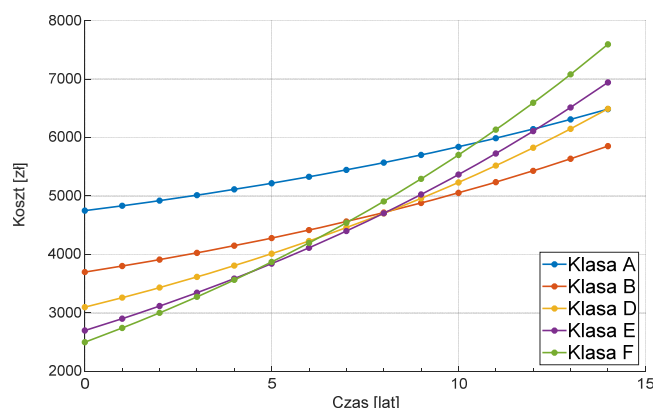
rozpoczyna się ceną początkową urządzenia, a kolejne lata to krzywe przedstawiające kumulujące się koszty jakie generuje dane urządzenie. Taki format przedstawienia jest prosty w odczytaniu, ponieważ krzywa znajdująca się nad innymi, oznacza, że to urządzenie jest najmniej opłacalne ekonomicznie. Taki tok myślenia, można zastosować w drugą stronę, prosta znajdująca się poniżej innych oznacza, że jest najbardziej opłacalnym wyborem. Natomiast w przypadku przecięcia się prostych, jest to punkt, w którym dane urządzenie staje się bardziej opłacalne od innego.

Analiza kosztów eksploatacji lodówki

Koszty lodówki to cena samego urządzenia oraz koszty użytkowe związane z zużyciem energii elektrycznej, ze względu na swój charakter pracy, czyli konieczność stałego podłączenie do sieci elektrycznej. Możliwe koszty, które nie zostaną uwzględnione ze względu na losowość ich wystąpienia to koszty naprawy tego urządzenia. Konsument podejmujący decyzję o zakupie takiego urządzenia, powinien uwzględnić całkowite koszty posiadania lodówki, uwzględniając koszty początkowe i te generowane podczas użytkowania. Warto wziąć także pod uwagę efektywność energetyczną, ponieważ lodówka działa cały czas, dlatego zakup bardziej energooszczędnego modelu może wiązać się z oszczędnościami wynikającymi z mniejszego zużycia energii elektrycznej. Aby przybliżyć czytelnikowi opłacalność właśnie modeli energooszczędnych zostaną w niniejszej pracy porównane ze sobą modele wiodących producentów o różnych klasach energetycznych, ale podobnych parametrach takich jak pojemność. W tabeli 5 zebrane zostały urządzenia poddane analizie.



Rys.4. Wyniki analizy kosztów eksploatacji lodówki na podstawie danych z tabeli 5 bez uwzględnienia wzrostu cen energii elektrycznej



Rys.5. Wyniki analizy kosztów eksploatacji lodówki na podstawie danych z tabeli 5 z uwzględnieniem wzrostu cen energii elektrycznej

Tabela 5. Zestawienie danych lodówek wykorzystanych w przeprowadzonej analizie [23-30]

| Klasa urządzenia | Pojemność [l] | Cena [zł] | Zużycie energii [kWh] |
|------------------|---------------|-----------|-----------------------|
| Klasa A | 276 | 4749 | 108 |
| Klasa B | 276 | 3699 | 134 |
| Klasa D | 276 | 3099 | 211 |
| Klasa E | 276 | 2699 | 264 |
| Klasa F | 263 | 2499 | 317 |

Jak możemy zauważyć cena zakupu urządzenia klasy A jest prawie dwukrotnie większa niż cena urządzenia klasy F, ale rekompensowane jest to prawie 3 krotnie mniejszym zużyciem energii.

Tabela 6. Zestawienie rocznych kosztów eksploatacyjnych lodówek początkowych i po 14 latach z uwzględnieniem wzrostu cen

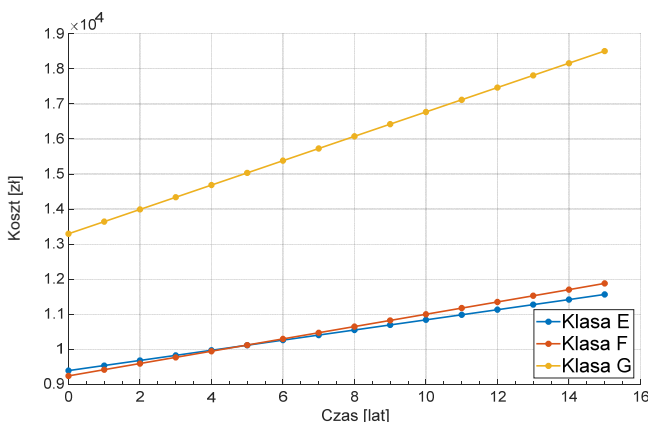
| Klasa urządzenia | Koszty roczne początkowe [zł] | Koszty roczne po 14 latach [zł] |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Klasa A | 83 | 185 |
| Klasa B | 103 | 230 |
| Klasa D | 162 | 362 |
| Klasa E | 203 | 454 |
| Klasa F | 244 | 545 |

Z otrzymanych wyników dla sytuacji stałych cen energii elektrycznej interesujące jest że urządzenie Klasy A dopiero po 14 latach staje się bardziej opłacalne i tylko od urządzenia Klasy F. W przypadku wzrostu kosztów eksploatacyjnych Klasa A staje się opłacalsza od Klas D, E i F. Najkorzystniej przedstawia się urządzenie Klasy B zarówno dla stałych jak i zmiennych cen energii elektrycznej.

Analiza kosztów eksploatacji telewizora

Koszty jakimi konsument musi się kierować podczas wyboru tego urządzenia to przede wszystkim cena początkowa i koszty związane z energią elektryczną. Jest to urządzenie wyłącznie przeznaczone do rozrywki.

W niniejszej pracy porównane zostaną ze sobą telewizory wykonane w technologii QLED oraz o tej samej przekątnej. Wszystkie telewizory poddane analizie pochodzą od tego samego producenta. Dodatkowo telewizory w swojej klasie energetycznej posiadają zużycie energii w dwóch trybach pracy (o ile je posiadają) SDR i HDR, czyli standardowy zakres dynamiki i wysoki zakres dynamiki. Ten drugi jest mniej energooszczędny, ale też jest rzadziej używany. Porównanie urządzeń zostanie przeprowadzone na podstawie danych zawartych w tabeli 7.

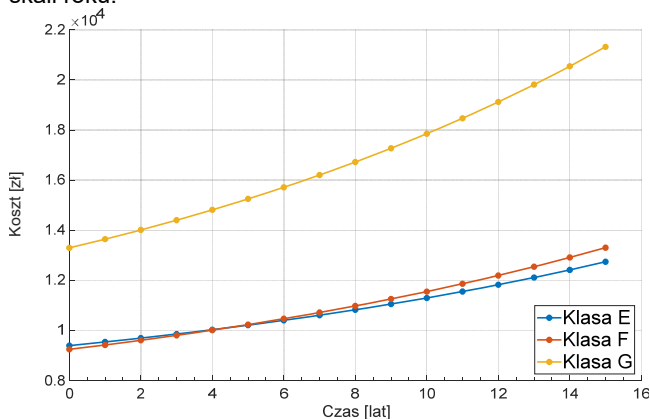


Rys.6. Wyniki analizy kosztów eksploatacji telewizora na podstawie danych z tabeli 7 bez uwzględnienia wzrostu cen energii elektrycznej

Tabela 7. Zestawienie danych telewizorów wykorzystanych w przeprowadzonej analizie [23-30]

| Klasa urządzenia | Przekątna [in.] | Cena [zł] | Zużycie energii [kWh] |
|------------------|-----------------|-----------|-----------------------|
| Klasa E | 75 | 9399 | 0,103 |
| Klasa F | 75 | 9249 | 0,125 |
| Klasa G | 75 | 13299 | 0,247 |

W przypadku telewizorów produkowanych aktualnie występują jedynie trzy klasy energetyczne. Interesujące jest że najmniej ekonomiczna klasa energetyczna G jest najdroższa. Wynika to z faktu, że aktualnie telewizory najniższej klasy energetycznej posiadają najwięcej dodatkowych funkcji takich jak np. ambiwalentne oświetlenie ściany kolorami, które przedłużają obraz. Właśnie z tych dodatkowych funkcji wynika większa cena takiego urządzenia oraz większy pobór energii. Koszty roczne zostały uzyskane uwzględniając średnią ilość godzin jaką użytkownik spędza oglądając telewizję. Jak podaje Nielsen, jest to średnio 5 godzin dziennie. Mnożąc tą wartość przez liczbę dni w roku otrzymujemy 1825 godzin w skali roku.



Rys.7. Wyniki analizy kosztów eksploatacji telewizora na podstawie danych z tabeli 7 z uwzględnieniem wzrostu cen energii elektrycznej

Analizując otrzymane wyniki zarówno dla sytuacji stałych cen jak i wzrostu jesteśmy w stanie od razu stwierdzić, że jest duża dysproporcja między klasą G a pozostałymi. Ceny urządzeń Klas F i E były zbliżone do siebie, ale ze względu na różnice w rocznych kosztach eksploatacyjnych po 5 latach użytkowania klasa E staje się najbardziej opłacalnym wyborem.

Tabela 8. Zestawienie rocznych kosztów eksploatacyjnych telewizorów początkowych i po 15 latach z uwzględnieniem wzrostu cen

| Klasa urządzenia | Koszty roczne początkowe [zł] | Koszty roczne po 15 latach [zł] |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Klasa E | 145 | 342 |
| Klasa F | 176 | 415 |
| Klasa G | 347 | 820 |

Jednakże telewizor jest urządzeniem służącym do rozrywki i pozyskiwania informacji, więc potencjalny konsument powinien się zastanowić nad wyborem, czy oczekuje lepszej jakości obrazu oraz dodatkowych funkcji kosztem ceny i poboru energii elektrycznej czy zadowolony go obraz niższej jakości z mniejszą ilością funkcji, ale mniejszymi kosztami zakupu i ceny.

Analiza kosztów eksploatacji klimatyzatora

Klimatyzatory, służą do obniżenia temperatury wewnątrz pomieszczenia. Działają one na podobnej zasadzie, ale większość urządzeń montowanych aktualnie działa na zasadzie „split” - występuje w nich podział na jednostkę wewnętrzną i jednostkę zewnętrzną. W Polsce w związku z

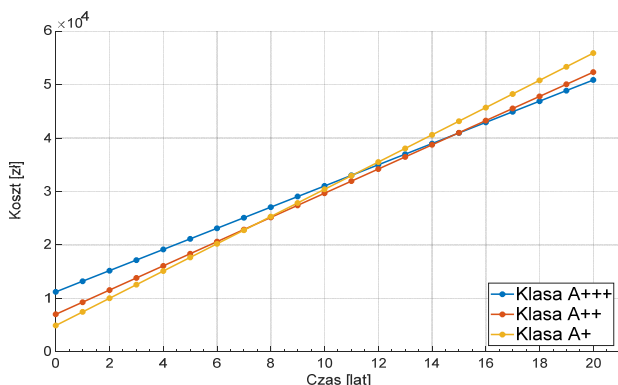
rosnącymi temperaturami w okresie letnim to urządzenie jest coraz chętniej montowane, pomimo stosunkowo wysokiej ceny zakupu oraz generowanych dużych kosztów stałych. Ceny początkowe, czyli zakupu takiego urządzenia zależą przede wszystkim od marki producenta, od typu oraz wielkości danej jednostki. Za koszty stałe tego urządzenia należy uznać zużycie energii elektrycznej oraz ewentualne koszty konserwacyjne. Klimatyzator jest urządzeniem, którego nie obejmują zmiany etykiet z tego względu najwyższa klasa energetyczna takiego urządzenia to dalej A+++.

Aktualnie, ze względu na możliwość odwrócenia obiegu pompy ciepła możliwe jest nawet ogrzewanie pomieszczenia za pomocą takiego urządzenia, ale aby uśrednić czas pracy takiego urządzenia przyjęte zostało, że w okresie letnim takie urządzenie pracuje 8h przez 92 dni, co daje w sumie 736 godziny. W tym przypadku ciężko jest określić pobór mocy takiego urządzenia, ponieważ schładzanie pomieszczenia wymaga pracy z większą mocą niż utrzymanie tej temperatury, tego względu brany pod uwagę jest tylko okres letni.

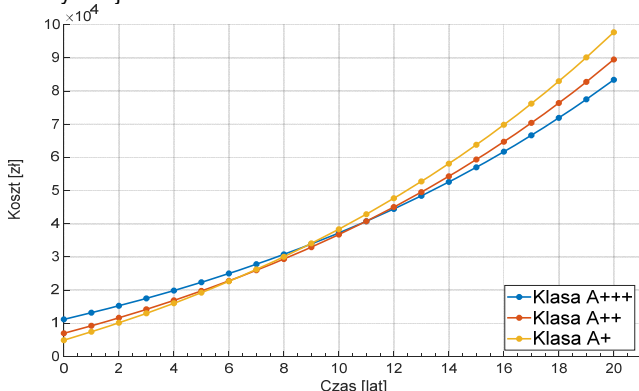
Poddane analizie zostaną urządzenia o różnych klasach energetycznych, wartością wspólną będzie wielkość pomieszczenia jaką są w stanie schładzać. Aby jak najlepiej zobrazować różnicę w kosztach wybrane zostały produkty wyprodukowane przez wiodącego producenta a ich dane przedstawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Zestawienie danych klimatyzatorów wykorzystanych w przeprowadzonej analizie [23-30]

| Klasa urządzenia | Maksymalna powierzchnia [m ²] | Cena [zł] | Zużycie energii [kWh] |
|------------------|---|-----------|-----------------------|
| Klasa A+++ | 31 | 11999 | 3,5 |
| Klasa A++ | 31 | 6999 | 4,0 |
| Klasa A+ | 31 | 4899 | 4,5 |



Rys.8. Wyniki analizy kosztów eksploatacji klimatyzatora na podstawie danych z tabeli 9 bez uwzględnienia wzrostu cen energii elektrycznej



Rys.9. Wyniki analizy kosztów eksploatacji klimatyzatora na podstawie danych z tabeli 9 z uwzględnieniem wzrostu cen energii elektrycznej

Klimatyzatory są urządzeniami o zdecydowanie najdłuższym okresie eksploatacji. Analizowane 20 lat użytkowania jest realnym scenariuszem.

Tabela 10. Zestawienie rocznych kosztów eksploatacyjnych klimatyzatorów początkowych i po 20 latach z uwzględnieniem wzrostu cen

| Klasa urządzenia | Koszty roczne początkowe [zł] | Koszty roczne po 20 latach [zł] |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Klasa A+++ | 1984 | 6242 |
| Klasa A++ | 2267 | 7134 |
| Klasa A+ | 2550 | 8026 |

Warte zauważenia są koszty posiadania takiego urządzenia, bo osiągające aż do 2,5 tys. złotych rocznie przy cenie 0,77 zł/kWh. Urządzenie najniższej klasy A+ jest aż o ponad połowę tańsze niż urządzenie najwyższej klasy, ale zużywa prawie o 30% więcej energii elektrycznej. Ta różnica kosztów rocznych, przekłada się na większe koszty całkowite przy wykorzystywaniu tego urządzenia, przez co przestaje być najlepszym wyborem po 7 latach dla stałych cen i 6 dla ich wzrostu. W przypadku analizy 20 letniego okresu eksploatacji dla wzrostu cen najtańsze staje się urządzenie klasy A+++.

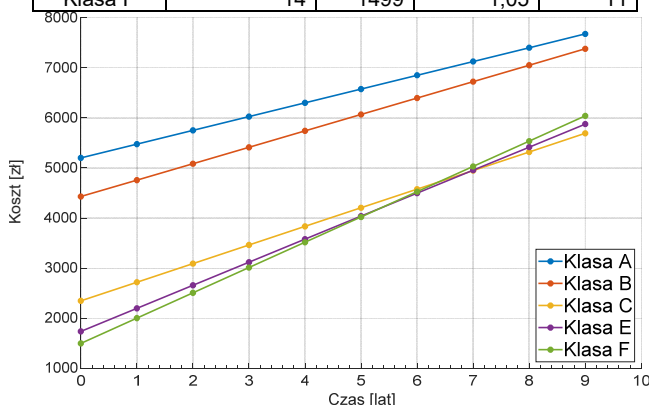
Natomiast przy założeniu stałych cen energii elektrycznej najopłacalniejszym wyborem jest Klasa A++.

Analiza kosztów eksploatacji zmywarki

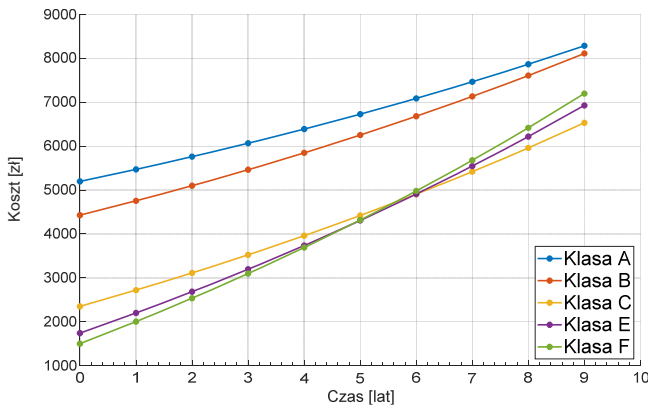
Zmywarka jest jednym z najpopularniejszych urządzeń używanych w gospodarstwie domowym, ze względu na znaczne ułatwienie obowiązków jak i zmniejszenie zużycia wody. Według niektórych badań, na pozmywanie naczyń i sztućców zużyjemy aż do 30 litrów wody, co jest prawie trzykrotnie większą wartością niż w przypadku obecnych modeli zmywarek. Jak podają producenci tych urządzeń, średnio używamy zmywarki 1 lub 2 razy dziennie. Uśredniając tę wartość do 1,5 razy dziennie i mnożąc przez ilość dni w roku, otrzymujemy wartość 547 cykli. Producent jest zobligowany do podania na etykiecie energetycznej zużycia energii w 100 cyklach i zużycia wody w jednym cyklu. Te dane zostały uwzględnione w aplikacji do obliczeń kosztów eksploatacyjnych zmywarki.

Tabela 11. Zestawienie danych zmywarek wykorzystanych w przeprowadzonej analizie [23-30]

| Klasa urządzenia | Pojemność [kpl.] | Cena [zł] | Zużycie energii [kWh] | Zużycie wody [l] |
|------------------|------------------|-----------|-----------------------|------------------|
| Klasa A | 14 | 5199 | 0,54 | 8,4 |
| Klasa B | 14 | 4429 | 0,65 | 9,5 |
| Klasa C | 14 | 2349 | 0,75 | 9,8 |
| Klasa E | 14 | 1740 | 0,95 | 10,5 |
| Klasa F | 14 | 1499 | 1,05 | 11 |



Rys.10. Wyniki analizy kosztów eksploatacji zmywarki na podstawie danych z tabeli 11 bez uwzględnienia wzrostu cen energii elektrycznej i wody



Rys.11. Wyniki analizy kosztów eksploatacji zmywarki na podstawie danych z tabeli 11 z uwzględnieniem wzrostu cen energii elektrycznej i wody

W przypadku zmywarek, producenci podają wartość zużycia energii elektrycznej i wody w trybie EKO, co może powodować nieznaczne zaniżenie zużycia energii i wody. Analizie poddane zostaną urządzenia 5 klas energetycznych od A do F, bez uwzględnienia klasy D. Dane znamionowe uzyskane z modeli wiodącej marki poddanej analizie zostały zebrane w tabeli 11.

Tabela 12. Zestawienie rocznych kosztów eksploatacyjnych zmywarek początkowych i po 9 latach z uwzględnieniem wzrostu cen

| Klasa urządzenia | Koszty roczne początkowe [zł] | Koszty roczne po 9 latach [zł] |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Klasa A | 275 | 445 |
| Klasa B | 327 | 531 |
| Klasa C | 371 | 604 |
| Klasa E | 459 | 750 |
| Klasa F | 504 | 825 |

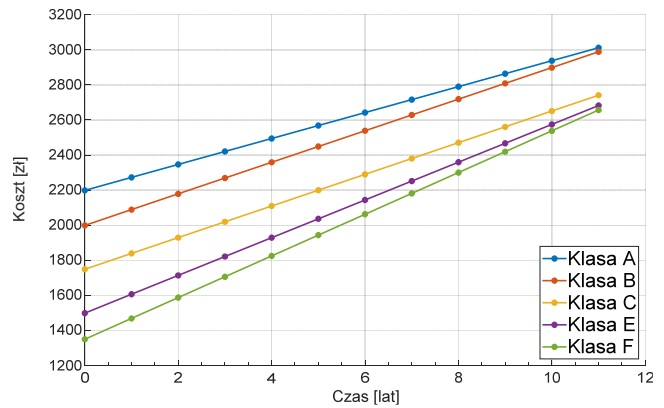
Zmywarki cechują się najniższą średnią życia spośród analizowanych grup urządzeń wynoszącą zaledwie 8-9 lat. Na tej podstawie pod kątem opłacalności Klasy A i B są mniej opłacalne od pozostałych. Zarówno w przypadku stałych jak i zmiennych cen energii elektrycznej i wody najekonomiczniejsze w skali 9 lat jest urządzenie Klasy C. Jednak pomiędzy Klasami C, E i F rozbieżności w opłacalności są nieznaczne.

Analiza kosztów eksploatacji pralki

Pralki zostały objęte zmianami dotyczącymi ich etykiet energooszczędności. Do niniejszej analizy zostały wybrane urządzenia 5 klas energetycznych. Jako czynnik wspólny wszystkich urządzeń, wybrana została pojemność, czyli ilość wsadu, jaką pralka jest w stanie wyprać podczas jednego cyklu. Producenci pralek podają, że średnio użytkownik wykonuje ok. 2 prań, czyli cykli w ciągu tygodnia, co rocznie daje ok. 104 prań, niektóre źródła mówią też o 200 cyklach rocznie. W niniejszej analizie pod uwagę będzie brana pierwsza wartość, ze względu na bardziej prawdopodobną wartość.

Tabela 13. Zestawienie danych pralek wykorzystanych w przeprowadzonej analizie [23-30]

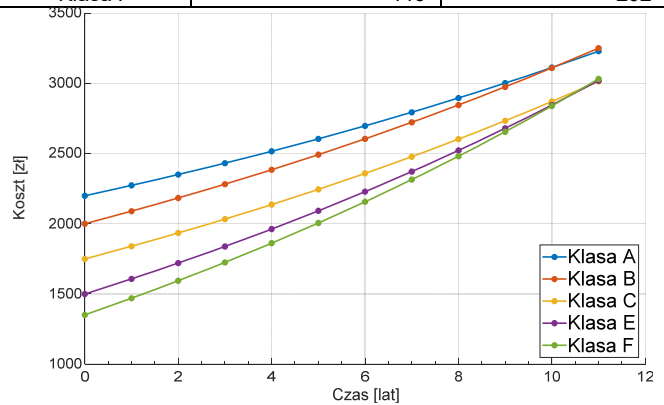
| Klasa urządzenia | Pojemność [kg] | Cena [zł] | Zużycie energii [kWh] | Zużycie wody [l] |
|------------------|----------------|-----------|-----------------------|------------------|
| Klasa A | 7 | 2199 | 0,44 | 36 |
| Klasa B | 7 | 1999 | 0,52 | 45 |
| Klasa C | 7 | 1749 | 0,59 | 40 |
| Klasa E | 7 | 1499 | 0,78 | 42 |
| Klasa F | 7 | 1350 | 0,88 | 45 |



Rys.12. Wyniki analizy kosztów eksploatacji pralki na podstawie danych z tabeli 13 bez uwzględnienia wzrostu cen energii elektrycznej i wody

Tabela 14. Zestawienie rocznych kosztów eksploatacyjnych pralek początkowych i po 11 latach z uwzględnieniem wzrostu cen

| Klasa urządzenia | Koszty roczne początkowe [zł] | Koszty roczne po 11 latach [zł] |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Klasa A | 74 | 122 |
| Klasa B | 90 | 148 |
| Klasa C | 90 | 151 |
| Klasa E | 107 | 182 |
| Klasa F | 119 | 202 |



Rys.13. Wyniki analizy kosztów eksploatacji pralki na podstawie danych z tabeli 13 z uwzględnieniem wzrostu cen energii elektrycznej i wody

Na podstawie rysunków 12 i 13 i przy założeniu żywotności pralki na poziomie 7-11 lat widać że dwie najwyższe klasy energetyczne są nieopłacalne z punktu widzenia konsumenta. W przypadku stałości cen energii elektrycznej okazuje się że urządzenie o najniższej klasie generuje najniższe całkowite koszty. Natomiast dla wzrostu cen urządzenia Klas C, E i F są podobne w kosztach utrzymania.

Analiza kosztów eksploatacji piekarnika

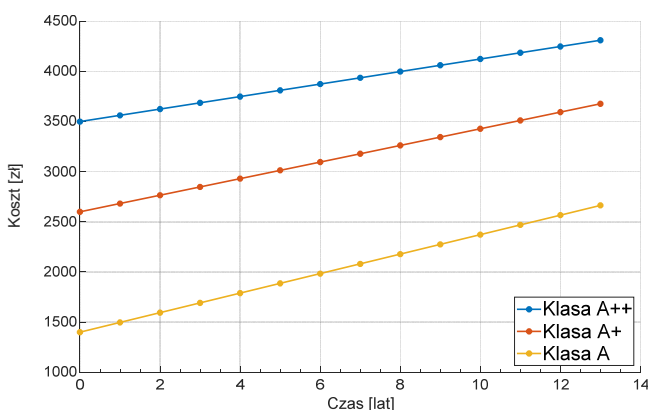
Piekarniki elektryczne są dość proste w działaniu, jest to grzałka, wykonana z elementu rezystancyjnego, który w wyniku przepływu prądu nagrzewa się do odpowiedniej temperatury i ogrzewa komorę wewnątrz. Piekarniki posiadają również w sobie wentylator, w celu wymuszenia obiegu powietrza w środku, co przekłada się na skrócenie czasu pieczenia. Według danych podanych przez producentów, piekarniki są aktualnie wykorzystywane przeciętnie raz w tygodniu w gospodarstwach domowych. Z tego względu, producenci podają, że piekarniki pracują przez 156 godzin w skali roku. Urządzenia te nie podlegają zmianie etykiet energetycznych, z tego względu poddane analizie zostaną trzy urządzenia klas od A++ do A. W przypadku tych urządzeń, podawane jest zużycie godzinowe energii dla dwóch trybów pracy, tradycyjnego

oraz z wentylatorem. Przy określaniu klasy energooszczędności brany jest pod uwagę pierwszy tryb pracy dlatego też on zostanie wykorzystany do rozważań. Analizując różne modele pod względem ich zużycia energii, możemy zauważyć, że modele klasy A++ często mają większe zużycie energii w trybie tradycyjnym niż modele klasy A. Czynnikiem wspólnym dla tych urządzeń będzie pojemność podana w litrach. Wybrane modele zostały zebrane w tabeli 15, są to urządzenia wiodących marek na rynku.

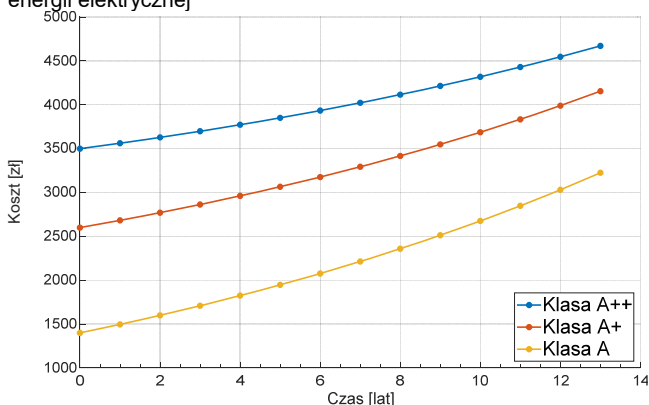
Tabela 15. Zestawienie danych piekarników wykorzystanych w przeprowadzonej analizie [23-30]

| Klasa urządzenia | Pojemność [l] | Cena [zł] | Zużycie energii [kWh] |
|------------------|---------------|-----------|-----------------------|
| Klasa A++ | 70 | 3499 | 0,52 |
| Klasa A+ | 71 | 2599 | 0,69 |
| Klasa A | 72 | 1399 | 0,81 |

Na rysunkach 14 i 15 możemy zauważyć, że urządzenie klasy A jest najbardziej opłacalnym wyborem zarówno dla stałych cen energii elektrycznej jak i dla ich wzrostu. Jest prawie trzy krotnie tańsze od urządzenia klasy A++ i pomimo większego o 50% zużycia energii elektrycznej nawet po 15 latach użytkowania jest najbardziej opłacalne dla konsumenta. W tym przypadku nieekonomiczne jest wybranie urządzenia klasy A++ ze względu na swoją cenę początkową, co przekłada się na wysoki koszt całkowity nawet po nawet 13 latach użytkowania. Najekonomicznym wyborem będzie urządzenie klasy A.



Rys.14. Wyniki analizy kosztów eksploatacji piekarnika na podstawie danych z tabeli 15 bez uwzględnienia wzrostu cen energii elektrycznej



Rys.15. Wyniki analizy kosztów eksploatacji piekarnika na podstawie danych z tabeli 15 z uwzględnieniem wzrostu cen energii elektrycznej

Tabela 16. Zestawienie rocznych kosztów eksploatacyjnych piekarników początkowych i po 13 latach z uwzględnieniem wzrostu cen

| Klasa urządzenia | Koszty roczne początkowe [zł] | Koszty roczne po 13 latach [zł] |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Klasa A++ | 62 | 132 |
| Klasa A+ | 83 | 175 |
| Klasa A | 97 | 205 |

Analiza otrzymanych wyników

Przeprowadzone analizy pozwoliły na nakreślenie kosztów związanych z zakupem i eksploatacją podstawowych urządzeń w gospodarstwach domowych.

Urządzenia wyższych klas energetycznych najczęściej są nieopłacalne pod kątem ekonomicznym. Może to wynikać z faktu, że urządzenia klasy A czy A+++ (w przypadku starych etykiet), posiada bardzo często zawyżoną cenę, oraz z tego, że takie urządzenie ma pozornie zachęcać potencjalnego konsumenta swoim niskim zużyciem. Niekiedy jednak, te urządzenia też są najbardziej zaawansowane technologicznie, jak np. zmywarka czy pralka posiadają możliwości sterowania za pomocą smartfonu. Wyjątkiem od tej reguły okazuje się jedynie telewizor, który ze względu na wyższą rozdzielczość ekranu oraz dodatkowe modyfikacje, takie jak ambiwalentne światło padające na ścianę, będzie zużywało więcej energii. W przypadku urządzeń wysokiej klasy energetycznej, cena zakupu tego urządzenia jest na tyle wysoka, że różnica w zużyciu energii elektrycznej czy wody względem tańszego urządzenia nie jest w stanie tego zrekompensować, jak np. w przypadku pralek czy piekarników. W innym przypadku, urządzeń o niskiej klasie energetycznej, ceny początkowe nie odbiegają od siebie w znaczny sposób, ale koszty które generują są w kilku przypadkach nawet dwukrotnie większe. W wyniku tego koszty podczas całego okresu użytkowania będą znacznie wyższe.

Nie zawsze konsument kieruje się tylko opłacalnością przy wyborze urządzenia, aktualnie zabiegi marketingowe mają na celu zachęcić do kupna tej mniej opłacalnej opcji poprzez dodatkowe funkcje. Aktualnie bardzo popularnymi są urządzenia tworzące smart dom, czyli posiadające funkcję połączenia się z siecią wifi. Wynika to z faktu, że przeważnie jesteśmy zmuszeni do nagłego zakupu urządzeń w gospodarstwie domowym, ponieważ stare urządzenia się uszkodziły a ich naprawa nie jest opłacalna. W takich momentach, konsument nie myśli do końca racjonalnie a działa pod wpływem impulsu i każda dodatkowa funkcja, która często się nie przydaje, ale wzbudza zainteresowanie zachęci do zakupu tego urządzenia, pomimo często zawyżonej ceny. Kolejnym powodem czemu podejmujemy nieekonomiczne wybory są też klasy energetyczne, mają one za zadanie uświadamić konsumenta przy wyborze urządzenia w celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej i wody. Ale producenci urządzeń gospodarstwa domowego wykorzystali je jako swego rodzaju wabik na klientów, ponieważ konsument może uznać, że wybór urządzenia najwyższej klasy energetycznej wiąże się nie tylko z niższym zużyciem energii, ale również z lepszym wykonaniem, przez co jego cena jest większa. Jak możemy zauważyć po powyższej analizie, takie myślenie jest błędne, ponieważ ceny tych urządzeń są nieadekwatne do ich zużycia energii.

Warto również dodać, że wartości cen energii elektrycznej i wody zostały w niniejszej pracy uśrednione. Miejsce, w którym mieszkamy ma również znaczenie i wpływ na koszty posiadania tych urządzeń. W niektórych miejscach w Polsce zapłacimy sumarycznie więcej niż w innych.

Wnioski

W dzisiejszych czasach, gdzie mamy do czynienia z rosnącymi kosztami energii elektrycznej czy wody oraz z ciągle rosnącą inflacją, oszczędzanie stało się bardzo ważnym aspektem życia każdego Polaka. Założeniem niniejszego artykułu jest przybliżenie czytelnikowi, czyli potencjalnemu użytkownikowi AGD, aspektów związanych z kosztami posiadania urządzenia czy jego ceną początkową.

Należy zaznaczyć że przeprowadzona analiza kosztów eksploatacji poszczególnych urządzeń nie uwzględnia ewentualnych kosztów napraw gdyż są to zmienne wyjątkowo trudne do określenia i uśrednienia. Nie uwzględniono też śladu węglowego produkcji urządzeń poszczególnych klas ze względu na niedostępność takich danych. Zakładając jednakowe zanieczyszczenie środowiska przy produkcji urządzeń wysokich jak i niskich klas energetycznych, patrząc pod kątem ochrony środowiska urządzenia najwyższych klas są korzystniejsze gdyż zużywają mniej zasobów.

Przed wszystkim, przeprowadzona analiza jest w stanie uświadomić odbiorcę, że nie każde urządzenie o najwyższej klasie energetycznej jest zawsze najbardziej opłacalnym wyborem, ale końcowa ocena czy dodatkowe funkcje związane z naszymi potrzebami i preferencjami powinny decydować o naszym wyborze. Często również, aspekt wizualny przeważa nad aspektem ekonomicznym.

Na potrzeby niniejszego artykułu została również wykonana aplikacja w środowisku MATLAB, niniejsza aplikacja jest na tyle uniwersalna, że można ją również wykorzystywać do innych urządzeń niż tych zaprezentowanych w analizie. W artykule nie umieszczono żadnych wzmianek o producentach.

Praca została sfinansowana przez Wojskową Akademię Techniczną w ramach projektu nr UGB 865.

Autorzy: Mateusz OLKOWSKI, Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Systemów Elektronicznych; Marek SUPRONIUK, Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Systemów Elektronicznych, E-mail: marek.suproniuk@wat.edu.pl; Piotr PAZIEWSKI, Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Systemów Elektronicznych, E-mail: piotr.paziewski@wat.edu.pl; Karol PIWOWARSKI, Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Systemów Elektronicznych, E-mail: karol.piwowarski@wat.edu.pl; Bogdan PERKA, Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Systemów Elektronicznych, E-mail: bogdan.perka@wat.edu.pl.

LITERATURA

- [1] <https://www.gov.pl/web/klimat/nowe-etykiety-energetyczne> (20.12.2022r.)
- [2] Zhuangai Li, Xia Cao, Effectiveness of China's Labeling and Incentive Programs for Household Energy Conservation and Policy Implications, MDPI 2021, 13(4), 1923, <https://doi.org/10.3390/su13041923>

- [3] Paś J., Rosiński A., Chrzan M., Białek K., Reliability-Operational Analysis of the LED Lighting Module Including Electromagnetic Interference, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol. 62, no. 6, 2020
- [4] Tomasz Mirowski, Metody poprawy efektywności energetycznej w gospodarstwach domowych w Polsce, Polityka Energetyczna, Tom 15, Zeszyt 2, 2012
- [5] Marlena Piekut, Wydatki Europejczyków na wyposażenie i prowadzenie gospodarstwa domowego, Konsumpcja i rozwój 2014, 2(7), str. 50-59
- [6] Pernilla Gluch, Henrikke Baumann, The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision-making, Building and Environment 39 (2004) 571 – 580
- [7] Płoska Renata, Greenwashing na rynku urządzeń domowych, Zarządzanie i Finanse, Uniwersytet Gdański, vol. 14, no. 4, 2016, pp. 215-226
- [8] <https://www.operator.enea.pl/ospolce/podstawowe-informacje> (21.12.2022r.)
- [9] <https://media.tauron.pl/pr/779440/grupa-tauron-26-8-mld-zl-przychodow-i-2-8-mld-zl-ebitda-w-okresie-trzech-kwartalow-2022-r> (21.12.2022r.)
- [10] <https://grupa.energia.pl/grupa-energia/linie-biznesowe/dystrybucja> (21.12.2022r.)
- [11] <https://sprawozdanieniefinansowe2020.gkpgg.pl/spoleczenstwo/klienci/> (21.12.2022r.)
- [12] <https://eon.pl/o-nas> (21.12.2022r.)
- [13] <https://www.ure.gov.pl/pl/urząd/informacje-ogolne/aktualnosci/10198,URE-opublikowal-zestawienia-srednich-cen-sprzedazy-energii-elektrycznej-w-2021-r.html> (31.03.2022r.)
- [14] [https://stat.gov.pl/sygnalne/komunikaty-i-obwieszczenia/lista-komunikatow-i-obwieszczen/komunikat-w-sprawie-sredniorocznego-wskaznika-cen-towarow-i-uslug-konsumpcyjnych-ogolem-w-2022-r-,50,10.html](https://stat.gov.pl/sygnalne/komunikaty-i-obwieszczenia/lista-komunikatow-i-obwieszczen/komunikat-w-sprawie-sredniorocznego-wskaznika-cen-konsumpcyjnych-nosnikow-energii-w-2022-roku,291,8.html) (13.01.2023r.)
- [15] <https://stat.gov.pl/sygnalne/komunikaty-i-obwieszczenia/lista-komunikatow-i-obwieszczen/komunikat-w-sprawie-sredniorocznego-wskaznika-cen-towarow-i-uslug-konsumpcyjnych-ogolem-w-2022-r-,50,10.html> (13.01.2023r.)
- [16] <https://www.igwp.org.pl/ekonomia/> (22.12.2022r.)
- [17] <https://www.wodkany.pl/ceny-wody-w-polsce-sprawdz-czy-nie-przeplacaszinfografika/> (22.12.2022r.)
- [18] <https://www.cena-wody.pl> (22.12.2022r.)
- [19] <https://www.homeserve.com/en-us/blog/home-improvement/how-long-doappliances-last/> (23.12.2022r.)
- [20] <https://forsal.pl/artykuly/1026749,postarzenie-produktow-dlaczego-sprzetagd-psuje-sie-coraz-szybciej.html> (23.12.2022r.)
- [21] <https://www.familyhandyman.com/article/home-appliances-lifespan/> (23.12.2022r.)
- [22] <https://www.thespruce.com/lifespan-of-household-appliances-4158782> (23.12.2022r.)
- [23] <https://www.mediaexpert.pl> (07.01.2023r.)
- [24] <https://mediamarkt.pl> (07.01.2023r.)
- [25] <https://www.euro.com.pl> (07.01.2023r.)
- [26] <https://www.morele.net> (07.01.2023r.)
- [27] <https://www.mycenter.pl> (07.01.2023r.)
- [28] <https://www.neonet.pl> (07.01.2023r.)
- [29] <https://www.oleole.pl> (07.01.2023r.)
- [30] <https://www.neo24.pl> (07.01.2023r.)