

Jak poprawić efektywność energetyczną dźwigów osobowych

Odpowiednio dobrane parametry energetyczne dźwigów osobowych pozwalają obniżyć koszty pracy tych urządzeń. Dlatego zarówno przy instalacji nowych, jak i modernizacji istniejących wind należy rozważyć wiele aspektów technicznych, aby wybrać takie rozwiązanie, które zapewni bezawaryjną i bezpieczną ich eksploatację przez długi czas, a jej koszty będą stosunkowo niskie.

Problematyka poprawienia efektywności energetycznej wind jest przedmiotem projektu E4 „Energooszczędne windy i schody ruchome”, prowadzonego przez Krajową Agencję Poszanowania Energii w Warszawie wspólnie z partnerami z pięciu krajów europejskich w ramach programu „Inteligentna energia – Europa”.

Celem projektu jest wdrażanie efektywnych energetycznie rozwiązań konstrukcyjnych w windach, schodach i chodnikach ruchomych w sektorach:

publicznym, usługowym i mieszkaniowym – zarówno w budynkach modernizowanych, jak i nowo wznoszonych. Na podstawie pomiarów energii elektrycznej pobieranej przez dźwigi i schody ruchome w ramach projektu E4 określono, jaką jej część zużywają te urządzenia i jaka jest struktura tego zużycia.

Badania te wykazały, że windy zużywają 3–8% energii przeznaczonej na utrzymanie budynku. Przy czym sporym zaskoczeniem dla uczestników projektu była również struktura zu-

życia energii, najwięcej jej pobierają bowiem komponenty tych urządzeń, wcześniej uważane za mało istotne. Szacuje się, że w Europie w sektorze mieszkaniowym pracuje działa 2,9 mln wind, co stanowi ok. 64% ogólnej liczby dźwigów. W sektorze usługowo-biurowym wielkość ta oceniana jest na 1,4 mln (ok. 30%), a w przemyśle ma zaledwie 180 tys. (4%). Całkowite zużycie energii elektrycznej przez wszystkie windy pracujące w 27 krajach Unii Europejskiej oraz w Szwajcarii i Norwegii szacowane jest na 18,4 TWh, z czego 6,7 TWh zużywa sektor mieszkaniowy, 10,9 TWh – usługowy, a zaledwie 810 GWh – przemysłowy. Jest to ilość energii równa produkcji dwóch elektrowni węglowych lub jednej atomowej. Chociaż w sektorze usługowym działa mniej dźwigów niż w mieszkalnictwie, to jednak zużycie energii elektrycznej przez windy pracujące w budynkach usługowych jest znacznie większe niż w budynkach mieszkalnych ze względu na intensywniejsze ich użytkowanie.

Trochę historii

W Polsce obecnie zainstalowanych jest ok. 70 tys. dźwigów osobowych, co stanowi mniej niż 2% całkowitej ich liczby w Europie. Większość tych dźwigów znajduje się w zasobach mieszkalnych, a spora część z nich pochodzi z lat 70. i 80. XX w. Były to dźwigi linowe z napędem dwubiegowym oraz sterowaniem



Fot. K. Kisiel

Maszynownia dźwigu z lat 70. ubiegłego wieku

elektromechanicznym, realizującym program pracy za pomocą przekaźników. Rozwiązania te były niezbyt zaawansowane technicznie w stosunku do ówczesnej technologii powszechnie stosowanej w Europie Zachodniej. Dzięki temu zapotrzebowanie na energię elektryczną do obsługi dźwigu było relatywnie małe.

Producentem wszystkich polskich dźwigów w latach 70. ubiegłego wieku był ZUD, a potem KDO ZREMB, który na początku lat 90. przekształcił się w WFD Translift. Wyroby tej firmy, oparte na polskich komponentach, powstawały na bazie przedwojennych konstrukcji (dźwigi tradycyjne), a później na licencji zakupionej w Szwecji (dźwigi licencyjne).

Na początku lat 90., po transformacji ustrojowej, na polskim rynku pojawiły się dźwigi i ich komponenty z krajów Europy Zachodniej. Spowodowało to napływ nowych technologii i rozwiązań, takich jak sterowanie mikroprocesorowe oraz napędy hydrauliczne. Także w tym czasie swoją ekspansję na polski rynek rozpoczęły koncerny dźwigowe, m.in. OTIS i Thyssen. Koncerny te zaczęły wprowadzać nowe technologie do techniki dźwigowej.

W połowie lat 90., wraz z pojawieniem się techniki tyrystorowej, w dźwigach zaczęto stosować falowniki oraz regulatory napięcia ACVV. Jednak intensywny rozwój napędów regulowanych przypada na początek XXI w., kiedy to w energoelektronice pojawiła się technologia cyfrowa. Wówczas, równocześnie z rozwojem techniki sterowania oraz urządzeń informacyjnych stosowanych w dźwigach, zaczęło wzrastać zużycie energii. Na początku naszego wieku funkcjonował stereotyp, że dzięki napędom falownikowym oprócz komfortu, wzrasta efektywność dźwigu o 40–60% w stosunku do rozwiązań z napędem bezpośrednim (głównie dwubiegowym).

Kolejny pogląd pochodzący z tego okresu głosił, że dźwigi z napędem



PUHP PILAWA

Eugeniusz Pilawa - producent urządzeń dźwigowych

**PROJEKTOWANIE, PRODUKCJA, MONTAŻ,
MODERNIZACJA, KONSERWACJA**

ODDZIAŁY NA TERENIE CAŁEGO KRAJU

- dźwigi osobowe
- dźwigi towarowe
- dźwigi szpitalne
- schody ruchome
- konstrukcje stalowe
- platformy dla osób niepełnosprawnych

P.U.H.P. PILAWA
ul. Tęczowa 1
78-100 Kołobrzeg
tel/fax +48 94 35 284 35
info@pilawa.pl
www.pilawa.pl





Fot. K. Kisiel

Wciągarka bezreduktorowa

hydraulicznym są bardzo efektywne, ponieważ pobierają energię tylko przy jeździe w górę, a ruch w dół odbywa się na zasadzie grawitacji. Poglądy te wynikały bardziej z haseł reklamowych niż rzetelnej analizy pracy dźwigów.

W latach tych prym wiodły sterowania jednopłytkowe oparte na procesorach 8-bitowych, wykonane w wersji ekonomicznej, gdyż w owym czasie cena urządzenia była jedynym kryterium wyboru oferty.

Analiza efektywności energetycznej dźwigów osobowych

Typowy dźwig osobowy, zarówno linowy, jak i hydrauliczny, składa się z wielu komponentów mechanicznych i elektrycznych. Największy wpływ na zużycie energii elektrycznej mają: szafa sterowa, falownik, wyświetlacze, wentylacja czy oświetlenie kabiny.

Elementy składowe dźwigu można podzielić na dwie grupy: urządzenia

Tabela 1. Zestawienie uzyskanych wyników badań dla przykładu 1. [1]

Udźwig	900 kg
Zużycie energii na cykl jazdy	98,78 Wh
Moc pobierana w czasie postoju	127 W
Liczba cykli jazdy/rok (odczytane po roku użytkowania)	900 tys.
„Energia potrzeb własnych dźwigu”/rok	0,94 MWh
„Energia jazdy”/rok	8,94 MWh
Całkowite zużycie energii	9,88 MWh

bezpośrednio związane z transportem oraz tzw. urządzenia pomocnicze. Energię elektryczną zużywaną przez pierwszą grupę urządzeń można określić jako „energię jazdy”, a drugą – jako „energię potrzeb własnych dźwigu”. Analizując strukturę urządzeń i zainstalowanej mocy, można wysnuć wniosek, że w całkowitym zużyciu energii elektrycznej dominuje „energia jazdy”. Wniosek ten jednak jest słuszny tylko w stosunku do dźwigów o bardzo dużej intensywności pracy, tj. powyżej 400 tys. jazd rocznie, gdzie udział „energii jazdy” stanowi 40–95% energii całkowitej. Natomiast przy 70–120 tys. jazd rocznie „energia jazdy” może stanowić do 25% całkowitego zużycia energii. Resztę energii pochłaniają pozornie nieistotne urządzenia: 10–30% energii zużywa szafa sterowa z urządzeniami dodatkowymi, a oświetlenie kabiny – aż do 70%. Opisanie poniżej instalacje dźwigowe ilustrują przykładowy rozkład poboru mocy.

Tabela 2. Zestawienie wyników estymacji dla przykładu 1. [1]

Udźwig	900 kg
Zużycie energii na cykl jazdy	98,78 Wh
Moc pobierana w czasie postoju	127 W
Liczba cykli jazdy/rok (odczytane po roku użytkowania)	70 tys.
„Energia potrzeb własnych dźwigu”/rok	1,1 MWh
„Energia jazdy”/rok	0,7 MWh
Całkowite zużycie energii	1,80 MWh

Przykład 1. Dźwig 900 kg, 13 przystanków w budynku publicznym w Lublinie, zmodernizowany w 2009 r. Z powodu dużego zakładanego obciążenia dźwigu, powyżej 700 tys. jazd rocznie, prawidłowy dobór komponentów decydował o jakości i efektywności dźwigu. Ostatecznie wybrano następujące rozwiązania:

1. sterowanie modułowe z wieloma zaawansowanymi funkcjami, takimi jak sterowanie jasnością wyświetlaczy czy czasowe wyłączanie oświetlenia,
2. mikroprocesorowy sterownik napędu drzwi kabinowych,
3. oświetlenie LED o wydajności ponad 70 lm/W w postaci 6 punktów świetlnych o łącznej mocy 18 W,
4. zwiększenie prędkości dźwigu o 20% – z 1 do 1,2 m/s.

Poziom zużycia energii po zastosowaniu tych rozwiązań przedstawia tabela 1.

W omawianym przykładzie 90% energii zużywane jest na jazdę. Gdyby zastosowano wciągarkę bezreduktorową, zużycie „energii jazdy” zmniejszy-

Tabela 3. Zestawienie uzyskanych wyników badań dla przykładu 2. [1]

Udźwig	400 kg
Zużycie energii na cykl jazdy	14,03 Wh
Moc pobierana w czasie postoju	315 W
Liczba cykli jazdy/rok (odczytane po roku użytkowania)	70 tys.
„Energia potrzeb własnych dźwigu”/rok	3,4 MWh
„Energia jazdy”/rok	0,06 MWh
Całkowite zużycie energii	3,46 MWh

Tabela 4. Zestawienie uzyskanych wyników badań dla przykładu 3. [1]

Udźwig	500 kg
Zużycie energii na cykl jazdy	83,06 Wh
Moc pobierana w czasie postoju	110 W
Liczba cykli jazdy/rok (odczytane po roku użytkowania)	70 tys.
„Energia potrzeb własnych dźwigu”/rok	0,99 MWh
„Energia jazdy”/rok	0,86 MWh
Całkowite zużycie energii	1,85 MWh

łoby się o 30%, czyli roczne zużycie energii mogłoby być mniejsze o kolejne 3 MWh, ale koszty samego dźwigu wzrosłyby o ok. 15%. Po zainstalowaniu zaś tego samego urządzenia w budynku mieszkalnym, przy typowej liczbie cykli jazdy 70 tys. rocznie, zużycie energii byłoby również mniejsze (zob. tab. 2)

W tym przypadku zastosowanie wciągarki bezreduktorowej również spowodowałoby redukcję „energii jazdy” o 30%, jednak faktyczne zużycie energii byłoby mniejsze jedynie o 210 kWh rocznie. Dlatego też bardziej opłacalne byłoby tu zainwestowanie w dodatkowe funkcje usypiania dźwigu w czasie długiego postoju, co pozwoliłoby na dalszą redukcję poboru mocy o 1 MWh rocznie przy wykorzystaniu funkcji dostępnych w niektórych sterowaniach.

Przykład 2. Dźwig 400 kg, 8 przystanków, o prędkości 0,63 m/s. W dźwigu zastosowano następujące komponenty:

1. sterowanie mikroprocesorowe z falownikiem pracującym w zamkniętej pętli, obwód bezpieczeństwa i styczniki zasilane napięciem 230 V z zasilacza tradycyjnego,

2. wciągarka bezreduktorowa, silnik synchroniczny o mocy 4,5 kW do napędu falownikowego z enkoderem,

3. napęd drzwi kabinowych – silnik prądu stałego ze sterownikiem mikroprocesorowym,

4. oświetlenie kabiny – świetlówki kompaktowe ok. 72 W (4×18 W).

Zużycie energii elektrycznej przez ten dźwig przedstawia tab. 3.

W omawianym przykładzie 98% energii dźwig zużywa na „potrzeby własne”. Z analizy jego pracy wynika, że prawie 95% czasu to oczekiwanie na dyspozycję. Wymiana oświetlenia i zastosowanie bardziej sprawnego układu sterowania o podobnym poziomie poboru mocy do sterowania z przykładu 1 pozwoliłoby zaoszczędzić przynajmniej 2,2 MWh rocznie.

Na podstawie tych przykładów można stwierdzić, że dobór komponentów, który pozwoliłby uzyskać zadowalającą efektywność za rozsądną cenę, jest niewątpliwie trudnym zadaniem.

Poprzednie przykłady dotyczyły opcji z pełną modernizacją dźwigów. Natomiast w sytuacji, gdy urządzenie było już wcześniej remontowane lub ograniczony budżet nie pozwala na przeprowadzenie pełnej modernizacji, możliwe jest wprowadzenie niedrogich usprawnień, które po pewnym czasie wygenerują dodatkowe środki finansowe na ewentualny remont urządzeń w przyszłości.

Tabela 5. Porównanie charakterystyk najbardziej typowych źródeł światła [2]

Typ źródła światła	Czas świecenia (godziny)	Wydajność świetlna (lm/W)
Żarówka	750-2,000	10-18
Żarówka halogenowa	3,000-4,000	15-20
Świetlówka kompaktowa (CFL)	8,000-10,000	35-60
Świetlówka liniowa	20,000-30,000	50-100
Białe diody LED wysokiej mocy	35,000-50,000	30-150

reklama



Fot. K. Kisiel Kabina dźwigu z zastosowaniem oświetlenia LED i zaawansowanego sterowania

Przykład 3. Typowy dźwig licencyjny z lat 70. XX w. o udźwigu 500 kg w Spółdzielni Mieszkaniowej „Bródno” w Warszawie. Zastosowano tu następujące rozwiązania techniczne, bezpośrednio wpływające na zużycie energii elektrycznej:

1. sterowanie przekaźnikowe, obwód bezpieczeństwa i styczniki zasilane napięciem 48 V z zasilacza, transformator + prostownik,
2. wciągarkę przekładniową R-4 z silnikiem 5,5 kW/1,375 do napędu bezpośredniego dwubiegowego,
3. napęd drzwi kabinowych – brak drzwi automatycznych, krzywka elektromagnetyczna 200 W,
4. oświetlenie kabiny – 2 żarówki 40 W.

Ponadto zrezygnowano z wyświetlaczy. Zużycie energii elektrycznej przez ten dźwig przedstawia tab. 4.

W omawianym przykładzie 42% energii dźwig zużywa na „potrzeby własne”.

Analizując jego pracę, okazuje się, że prawie 95% czasu

to oczekiwanie na dyspozycję. Zaproponowano więc wymianę oświetlenia na energooszczędne. W windach niezmodyfikowanych bez drzwi kabinowych oświetlenie powinno być włączone przez cały czas. Oświetlenie windy pobiera rocznie ponad 700 kWh, co stanowi ok. 40% całkowitej energii pobieranej przez dźwig. Przeanalizowano, uwzględniając specyfikę pracy oświetlenia w kabinach dźwigów, wszystkie dostępne na rynku rozwiązania.

Ekonomiczne oświetlenie

Oprócz trwałości brano pod uwagę również odporność na wstrząsy oraz możliwość zastosowania zabezpieczeń przed kradzieżą opraw. Wybór padł na źródła LED, które w największym stopniu spełniają wymienione kryteria. W kabinie omawianego dźwigu zastosowano 2 lampki LED o mocy 3 W każda, zamontowane w specjalnie zaprojektowanych oprawach. Dzięki temu zużycie energii zmniejszyło się o 647 kWh, czyli o ponad 30% całkowitego zużycia energii przez dźwig. Wymiana nie pogorszyła bezpieczeństwa pracy dźwigu, gdyż średnie natężenie światła w podłodze wynosi 100 lux, co stanowi dwukrotność wymaganego oświetlenia.

W zeszłym roku zarządy dwóch osiedli wspomnianej spółdzielni zdecydowały się na kompleksową wymianę oświetlenia w 240 dźwigach. Inwestycja w oświetlenie zwróci się już po roku, a przez blisko pięć kolejnych lat wygeneruje dodatkowe środki finansowe. 0,65 MWh rocznie po przeliczeniu na zaoszczędzone pieniądze nie jest wartością imponującą, jednak po przemnożeniu przez liczbę dźwigów znajdujących się w zasobach spółdzielni, czyli 240 urządzeń, jest to już 155 MWh/rok, a więc ok. 72 tys. złotych (przy obecnych cenach energii).

Oświetlenie LED nie jest technologią nową, ale do tej pory wykorzystywali ją głównie projektanci wnętrz do uzyskiwania oryginalnych efektów dekoracyjnych. Tymczasem roz-

wój technologii High Power LED od niedawna umożliwia o wiele szersze zastosowanie lamp diodowych. Nowa generacja źródeł światła LED charakteryzuje się wydajnością świetlną ponad 80 lm/W i mocą do 15 W, a w konstrukcjach modułowych – nawet do 300 W i więcej.

Do bogatej oferty lamp LED dołączyły ostatnio również profesjonalne rozwiązania dostosowane do techniki dźwigowej. Kompaktowa konstrukcja źródeł światła zapewnia dużą trwałość i stabilność ich pracy, a system mocowania umożliwia łatwy montaż oraz zapobiega uszkodzeniom i kradzieżom. Lampy te nadają się zarówno do nowych, jak i modernizowanych dźwigów. Można je stosować także w kabinach drewnianych. Obecnie w ofercie producentów znajduje się wiele typów lamp LED o różnej mocy – od 3 W, odpowiadających natężeniu światła halogenom o mocy 25 W, aż po lampy 15 W, przewyższające natężeniem światła tradycyjną żarówkę 100 W.

W artykule wykorzystano materiały oraz wyniki pomiarów zgromadzone w ramach projektu E4 udostępnione przez Krajową Agencję Poszanowania Energii SA w Warszawie.

Literatura

1. Zestawienia wyników pomiarów programu E4.
2. Dzięki uprzejmości KAPE: de Almeida et al. 2009, *Technology Assessment*.



Fot. K. Kisiel Lampa LED 3 W w kabinie 500 kg zastępuje żarówkę 40 W