



## Projekt E4 – kierunek poprawy efektywności energetycznej wind, schodów i chodników ruchomych

*Ponad 30% końcowego zużycia energii elektrycznej przez społeczeństwa europejskie przepada na budynki sektorów publiczno-usługowego i mieszkaniowego. Związane jest to przede wszystkim z dążeniami do poprawy komfortu życia i pracy. Ten poziom zużycia energii wytwarzanej w sposób klasyczny ( w Polsce ponad 90% energii pochodzi ze spalania węgla kamiennego i brunatnego) przyczynia się do znacznego wzrostu emisji gazów cieplarnianych, w tym głównie CO<sub>2</sub>.*

**W** latach 1995 do 2005 w krajach EU 25 wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną wyniósł ponad 3% rocznie, a przewidywany jest około 2 % rocznie w kolejnych 15 latach. Jednocześnie istnieją duże możliwości ograniczenia tego wzrostu, przy zachowaniu podobnego standardu życia i pracy zarówno mieszkańców jak i osób zatrudnionych w ww sektorach. Wiąże się to jednak z przeznaczeniem większych środków finansowych na zastosowanie energooszczędnych technologii. Problematyką efektywności energetycznej urządzeń dźwigowych zajmuje się projekt E4 „Energoszczędne windy i schody ruchome”, wykonywany przez Krajową Agencję Poszanowania Energii S.A. wspólnie z partnerami konsorcjum z pięciu krajów europejskich w ramach programu Inteligentna Energia - Europa.

### **W skład konsorcjum wchodzi:**

- ISR – Universidade de Coimbra, Portugalia
- koordynator projektu

- Instytut Fraunhofer ISI, Monachium, Niemcy
- Agencja Energetyczna Zastosowań Nowych technologii ENEA, Włochy
- Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A., Polska
- Europejskie Stowarzyszenie Producentów Wind ELA, Belgia.

Celem projektu jest zidentyfikowanie i wdrożenie efektywnych energetycznie rozwiązań konstrukcyjnych w windach, schodach i chodnikach ruchomych w sektorach publicznym, usługowym i mieszkaniowym zarówno przy okazji modernizacji ww. sprzętu jak i instalacji w nowo wznoszonych budynkach.

Obecnie w krajach Unii Europejskiej EU-27 zainstalowanych jest ponad 4,8 mln wind i około 75 tys. schodów i chodników ruchomych. Okazuje się, że windy zużywają od 3 do 8 % energii niezbędnej do prawidłowego użytkowania budynku. Szacuje się, że w sektorze mieszkaniowym zainstalowanych jest w Europie ponad 2,9 miliona wind co stanowi około 64% ogólnej ilości dźwigów.

W sektorze usługowo-biurowym wielkość ta oceniana jest na 1,4 miliona (około 30 %) , a w przemyśle ta ilość wynosi zaledwie 180 tysięcy tj 4%. Zdecydowanie inna sytuacja dotyczy schodów i chodników ruchomych. Ponad 60 tysięcy zastosowana jest w sektorze handlowym a pozostała część związana jest bezpośrednio transportem publicznym tzn: dworce kolejowe i lotnicze, metro itd.

Bardzo często właściciele czy zarządcy budynku przeprowadzając termomodernizację zapominają, że tam gdzie zainstalowane są dźwigi osobowe i towarowe, istnieje również ogromny potencjał oszczędności coraz bardziej droższej energii elektrycznej. Niemniej ważnym a nawet najważniejszym zagadnieniem jest bezpieczeństwo użytkowania dźwigów. Bezpieczeństwo i efektywność energetyczną urządzeń dźwigowych należy więc traktować łącznie. Polska nie należy do krajów wiodących w zastosowaniu nowoczesnych, energooszczędnych technologii w branży dźwigowej. Modernizując wystużony

park dźwigów i wprowadzając odpowiednie regulacje prawne dotyczące nowych instalacji mamy okazję przyczynić się do znacznego zmniejszenia emisji CO<sup>2</sup> oraz zapewnienia jednocześnie poprawy bezpieczeństwa przewożącymi windami użytkowników budynków.

Przeważająca część dźwigów osobowych w Polsce znajduje się w zasobach mieszkaniowych. Dźwigi te pochodzą z lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku. Urządzenia z tego okresu są dźwigami linowymi z napędem dwubiegowym oraz sterowaniem elektromechanicznym realizującym program pracy za pomocą przekaźników. Stosowane wówczas rozwiązania były niezbyt zaawansowane technicznie w porównaniu do technologii będącej w powszechnym użyciu w krajach Europy Zachodniej. Dzięki temu zapotrzebowanie na energię elektryczną niezbędną do obsługi dźwigu było relatywnie małe. Producentem tych dźwigów był ZUD, a potem KDO ZREMB, który na początku lat dziewięćdziesiątych przekształcił się w WFD Translift. Wyroby tej firmy były w całości oparte na przedwojennych konstrukcjach z zastosowaniem polskich komponentów (dźwigi tradycyjne), a w późniejszym okresie na zakupionej w Szwecji licencji (dźwigi licencyjne). Z początkiem lat 90-tych, na polskim rynku pojawiły się dźwigi i ich komponenty z krajów Europy Zachodniej. Spowodowało to napływ nowych technologii i rozwiązań takich jak: sterowania mikroprocesorowe oraz napędy hydrauliczne. Także w tym czasie swoją ekspansję na polski rynek rozpoczęły koncerny dźwigowe takie jak OTIS czy Thyssen. Pod względem technologii koncerny zaczęły wyznaczać nowe trendy w technice dźwigowej. Wraz z pojawieniem się techniki tyrystorowej zaczęto stosować w dźwigach falowniki oraz regulatory napięcia ACVV. Jednak prawdziwy rozwój napędów regulowanych przypada na początek XXI wieku w związku z pojawieniem się technologii cyfrowej w energoelektronice. Rozwój technologiczny w przemyśle windowym zdominowany był przez wiele czynników znacznie odbiegających od efektywności energetycznej. Bezpieczeństwo, prędkość podróży, zmniejszenie hałaśliwości, komfort czy w końcu odpowiednie wykorzystanie przestrzeni przeznaczonej na obiekt windy – to podstawowe parametry dla projektantów i instalatorów dźwigów. Dopiero znaczny wzrost cen energii i wymagań w obszarze budownictwa „zielonego” w ostatnich latach wymógł na producentach i firmach konserwatorsko – instalatorskich konieczność zainteresowania efektywnością energetyczną w tego typu urządzeniach. Wraz z rozwojem techniki sterowania oraz

urządzeń informacyjnych stosowanych w dźwigach, zaczęło wzrastać zużycie energii przez poszczególne dźwigi. Na początku funkcjonował stereotyp, że stosowanie napędów falownikowych oprócz komfortu zapewnia od czterdziestu do sześćdziesięciu procent wzrostu efektywności względem rozwiązań z napędem bezpośrednim (głównie dwubiegowym).

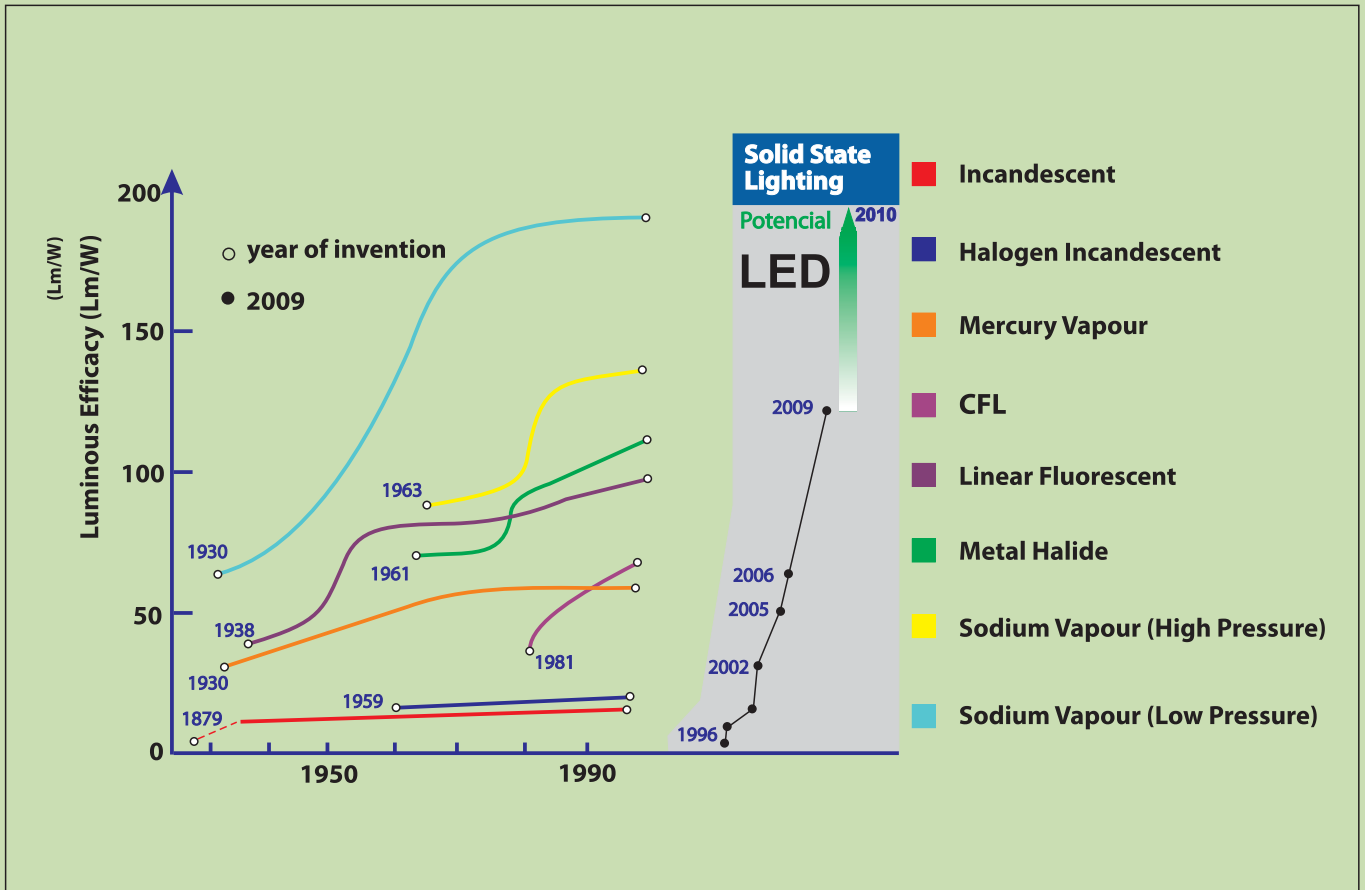
Kolejny pogląd dotyczący dźwigów z napędem hydraulicznym – dźwigi te są wysoce efektywne ponieważ pobierają energię tylko przy jeździe w górę, ruch w dół odbywa się pod wpływem grawitacji. Zarówno w przypadku napędów dźwigów linowych jak i w dźwigach hydraulicznych skupiano się głównie na optymalizacji sterowania blokiem zaworowym. Występuje tu szeroka gama rozwiązań, począwszy od bloków dwuzaworowych sterowanych dwustanowo, aż do pięcizaworowych z regulacją proporcjonalną. Dźwigi hydrauliczne stanowią znaczną część nowo instalowanych dźwigów o wysokości podnoszenia do 6 przystanków ze względu na relatywnie niski koszt urządzenia w stosunku do rozwiązań linowych.

### **Niższa cena tego typu urządzeń pociąga jednak za sobą następujące konsekwencje:**

- Ograniczenie prędkości max do 0,7m/s
  - Nawet 10-krotnie mniejsza efektywność energetyczną napędu
  - Wyższe koszty eksploatacji ze względu na okresowe wymiany oleju hydraulicznego i jego utylizację
  - Ryzyko trwałych uszkodzeń budynku spowodowanych awarią dźwigu i wyciekami znacznych ilości oleju (typowo od 300 do 1000 litrów)
  - Duża zależność parametrów pracy i komfortu jazdy od temperatury medium roboczego – potrzeba stosowania dodatkowych elementów regulujących temperaturę oleju
- Wśród sterowań z okresu końca XX i początku XXI wieku prym wiodły sterowania jedнопłytkowe oparte na procesorach 8-bitowych wykonane w wersji ekonomicznej, gdyż w owym czasie cena urządzenia była jedynym kryterium wyboru oferentów. Rynek nowych dźwigów zdominowany jest przez takie koncerny jak Otis, Shindler czy Kone. Koncerny te oferują urządzenia o różnym stopniu zaawansowania technologicznego i jakości, stosując rozwiązania zapewniające jak najlepszą cenę często kosztem energochłonności i trwałości urządzenia. Odrębną gałęzią rynku dźwigowego jest sektor modernizacji. W tym przypadku prym wiodą małe i średnie polskie firmy instalatorskie, które to

decydują o doborze komponentów. Korzystając z dwudziestoletnich doświadczeń, firmy zajmujące się modernizacjami coraz uważniej dobierają komponenty, pod względem kryterium trwałości i kosztów eksploatacji, a obecnie także i energooszczędności. Rozwój technologii sterowań wielomodułowych, komunikujących się ze sobą za pomocą transmisji szeregowej, pozwala na dalszą poprawę efektywności energetycznej, przy zachowaniu wysokiego standardu obsługi pasażerów (dodatkowe funkcje jazdy, pełna informacja o stanie dźwigu na każdym przystanku).

Kolejną technologią wchodzącą do techniki dźwigowej są napędy oparte na wciągarkach bezreduktorowych. Technologia ta jest bardzo obiecująca ponieważ sprawność napędu jest wysoka (napęd bezpośredni bez jakichkolwiek przekładni). Jednak wiedza na temat wad i zalet tej technologii nie jest obecnie dość powszechna i z tego powodu w wielu przypadkach efekty zastosowania wciągarek bezreduktorowych są odwrotne do zamierzonych. Taki stan wynika głównie z ograniczeń technicznych falowników sterujących tj. niskiej sprawności przetwarzania przy małych częstotliwościach. Na podstawie zdobytych doświadczeń w trakcie realizacji projektu E4 (Energy Efficient Elevators and Escalators) gdzie m.in. wykonano szereg (33 w Polsce a 98 razem z pozostałymi krajami partnerskimi) pomiarów parametrów energetycznych wind i schodów ruchomych podczas pracy jak również postojów tzw. okresu „standby”, można stwierdzić, że w przeważającej większości przypadków tylko do kilkunastu procent pobieranej energii elektrycznej zużywane jest na pracę dźwigu. Zjawisko takie występuje najczęściej w windach o małym natężeniu ruchu i szczególnie tam gdzie wyposażenie kabiny w urządzenie wentylacyjne, oświetlenie czy panel sterowniczy nie jest w odpowiedni sposób zarządzane. Oświetlenie jest jednym z systemów, które w największym stopniu wpływa na zużycie energii. Obecnie najczęściej stosowanymi źródłami światła w windach są żarówki ale z uwagi na ich bardzo niską wydajność świetlną rzędu 15 lm/W oraz krótki czas życia (750 – 2000 godzin) stosowanie tego typu źródła powinno być ograniczane. Zastosowanie fluorescencyjnych źródeł światła w szczególności świetlówek kompaktowych CFL z uwagi na ich lepsze parametry oświetleniowe (wydajność świetlna około 50 lm/W i dużo dłuższy czas życia do 10 tys. godz. ) czy świetlówek liniowych, które osiągają wartość wydajności świetlnej do 100 lm/W i trwałość do 30 tys. godz. znacznie wzrosło. Z drugiej jednak strony zawartość rtęci w tego typu



Rys. 1. Ewolucja wydajności świetlnej w różnych technologiach (źródło: de Almeida 2009 Technology Assessment, E4)

źródłach jest poważną barierą w ich perspektywnym stosowaniu. Ponadto drgania mechaniczne windy podczas jazdy niekorzystnie wpływają na ich trwałość co jest przyczyną częstych awarii oświetlenia i ma niewątpliwie wpływ na koszty eksploatacyjne.

Jak wynika z rys. 1 przedstawione charakterystyki rozwoju poszczególnych technologii źródeł światła wyraźnie wskazują, że technologia oświetlenia ledowego jest w chwili obecnej najbardziej perspektywiczna. Osiągnięta na przestrzeni kilkunastu lat wydajność świetlna 150 lm/W i nieporównywalna żywotność tego typu źródła światła, pomimo stosunkowo wysokich cen, może już w chwili obecnej konkurować przy modernizacji wind i schodów ruchomych jako ciekawe i energooszczędne oświetlenie.

Energia przeznaczona na potrzeby własne w większości dźwigów znacznie przewyższa energię zużywaną na jazdę. Stosunek ten zmienia się na korzyść napędu dopiero przy znacznym wzroście częstotliwości jazdy dźwigu. Związane to może być ze stawianymi wymaganiami dźwigom montowanym w budynkach użyteczności publicznej. Wymagania te dotyczą poziomu oświetlenia w kabinie, systemu informacji na przystankach i w kabinie takie jak piętrowskazywacze, strzałki kierunku jazdy, systemy komunikacji

głosowej. W niektórych przypadkach przy napędach bezreduktorowych dodatkowo zapotrzebowanie generują sterowniki hamulca wciągarki.

Obecnie popularną jest opinia, że najlepszą drogą do budowy oszczędnego dźwigu jest zastosowaniem wciągarek bezreduktorowych z układem falownikowym. Z przeprowadzonych pomiarów w ramach projektu E4 można wywnioskować, że opinia ta jest prawdziwa dopiero dla dźwigów o bardzo dużej częstotliwości jazdy. Dla dźwigów w budynkach mieszkalnych zastosowanie takiego napędu biorąc pod uwagę jako główny parametr, efektywność energetyczną, jest ekonomicznie nieuzasadnione.

W oparciu o rezultaty wynikające z realizacji projektu E4 „Energooszczędne windy i schody ruchome” i wykonane pomiary został zaprojektowany, zbudowany i zainstalowany dźwig uwzględniający potencjalnie wszystkie punkty charakteryzujące jego energooszczędność. Po określonym okresie jego eksploatacji ponownie zostaną wykonane pomiary w celu potwierdzenia jego zalet i uzyskanych oszczędności energetycznych. Oceniając potencjał oszczędności energetycznych jakie mogą powstać w wyniku zastosowania zarówno w produkcji jak i przy modernizacji wind i schodów ruchomych,

najbardziej efektywnych energetycznie rozwiązań technicznych poszczególnych węzłów konstrukcyjnych, przy podsumowaniu prac przeprowadzonych w projekcie E4 rezultaty przedstawiono w poniższej tabeli.

### Konsorcjum projektu zastrzega że w tej ocenie nie były brane pod uwagę następujące dane:

- Koszty wytwarzania rozwiązań istniejących
- Koszty konserwacyjne (praca, części zamienne itd.)
- Niektóre rozwiązania zmieniające parametry zużycia podczas pracy dźwigu wpływają na wzrost zużycia podczas „oczekiwania”. Zastosowanie każdej technologii powinno być za każdym razem dokładnie analizowane

Przedstawione poniżej wyniki pokazują, że osiągnięcie oszczędności energetycznych na poziomie 65% jest możliwe. Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w granicach 10–12 TWh może skutkować zmniejszeniem emisji od 4,5 do 5,2 Mton CO<sub>2</sub>e.

Jednakże zarówno przedsięwzięcia modernizacyjne wind i schodów ruchomych jak i działania na rzecz wprowadzania do produkcji nowych rozwiązań technologicznych napotyka na określone bariery wstrzymujące takie wydawałoby się celowe i proste działania.

		Praca (TWh)	Stand by (TWh)	Suma (TWh)	Oszczędności (%)
Technologia w istniejących urządzeniach	Windy	8.7	9.7	18.4	
	Schody ruchome	0.82	0.08	0.90	
	Razem	9.52	9.78	19.30	
Najlepsza dostępna technologia	Windy	5.6	0.55	6.15	66
	Schody ruchome	0.4	0.24	0.64	28
	Razem	6.0	0.79	6.79	65

Tabela 1 – Szacowane zapotrzebowanie na energię elektryczną dla wind i schodów ruchomych w UE 27  
(Źródło: de Almeida et al. 2009: Estimation of saving potentials)

### Do najistotniejszych barier należy zaliczyć:

- Brak usystematyzowanej informacji nt. efektywnych rozwiązań technologicznych docierającej bezpośrednio do zarządców, decydentów czy operatorów wind i schodów w celu dokonania prawidłowej oceny danej technologii,
- Brak wiedzy tej grupy docelowej dot. metodyki oceny ekonomicznej poszczególnych rozwiązań technologicznych
- Ograniczone możliwości dopłat do modernizacji
- Ograniczenia czasowe, często brak wystarczająco czasu do wykonania prawidłowej oceny technologii.
- Brak odpowiedniej ilości kapitału do wykonania pełnej analizy rynku wind i schodów ruchomych.

Zarówno windy jak i schody ruchome w odróżnieniu do produktów standardowych tzw. „z półki”, są indywidualnym rozwiązaniem inżynierskim. Szczególnie windy są bardzo zróżnicowane pod względem konstrukcyjnym, gdzie dobór komponentów zależy od inwencji twórczej konstruktora. Istnieje na rynku bardzo duża gama komponentów szczególnie w obszarze sterowań czy oświetlenia. Dlatego istnieje ogromna potrzeba aby zarówno producenci komponentów jak i osoby bezpośrednio związane z tworzeniem nowych rozwiązań, mający wpływ na budowę danego obiektu w trakcie modernizacji, zwracali uwagę nie tylko na jak najniższe koszty produkcji czy modernizacji lecz także dążyli do poprawy efektywności energetycznej swoich rozwiązań.

Ryszard Zwierchanowski  
Krzysztof Kisiel

Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.  
ul. Mokotowska 35  
00-560 Warszawa  
(22) 6260910  
rzwierchanowski@kape.gov.pl



**POLSKIE STOWARZYSZENIE  
PRODUCENTÓW DŹWIGÓW**

**Zielone strony  
przygotowane są  
przez**

**Polskie Stowarzyszenie  
Producentów Dźwigów**

**Adres:**  
ul. Taborowa 20  
02 - 699 Warszawa

**Kontakt:**  
Tel.: (+48 22) 853 66 38  
Fax: (+48 22) 853 66 39  
e-mail: stowarzyszenie@stowdzwig.pl

w zakresie

# Poligrafii i Druku



- reklamy prasowe
- papier firmowy
- wizytówki
- ulotki
- plakaty
- banery

**EWIT** Europejskie  
Wydawnictwo  
Informacji  
Technicznych

26-600 Radom, ul. Żeromskiego 29

tel./fax: **048 384 57 12**

grafika@wydawnictwo-ewit.pl