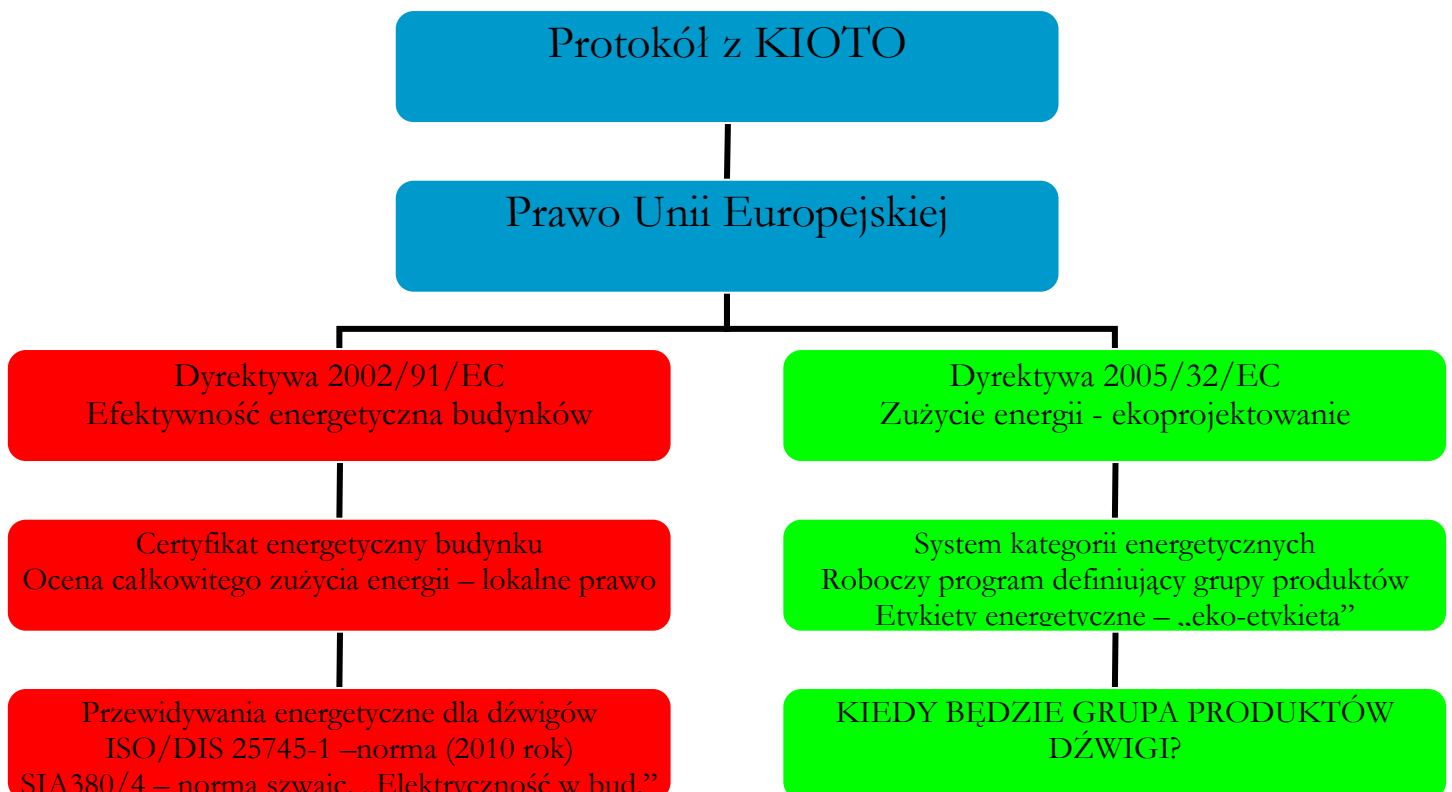


## CERTYFIKACJA i EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA DŹWIGÓW OSOBOWYCH i OSOBOWO- TOWAROWYCH a ich MODERNIZACJE

### 1.Wstęp

Od wielu lat trwają wysiłki rządów mające na celu ochronę Ziemi przed gwałtownymi zmianami klimatu, których głównym elementem jest redukcja emisji CO<sub>2</sub> (dwutlenku węgla) do atmosfery. Rządy wielu krajów podpisały w 1997r w tej sprawie międzynarodowe porozumienie nazywane „Protokółem z Kioto”, który rozpoczął regulacje na szczeblu lokalnym, w tym w Unii Europejskiej w postaci dyrektyw, norm oraz prawnych regulacji w poszczególnych krajach, które wymuszają oszczędność energii. Traktat ratyfikowało w lutym 2005r 141 krajów wytwarzających w sumie 61% światowej emisji gazów cieplarnianych. Schemat blokowy realizacji zapisów Traktatu przedstawiono poniżej.



W Polsce obowiązek sporządzania Świadectw charakterystyki energetycznej budynków wprowadzono od 01 stycznia 2009r. Obowiązek ten został wprowadzony Ustawą z dnia 19 września 2007r o zmianie ustawy Prawo budowlane (Dz.U. nr 191, poz. 1373) . Natomiast Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków ... (Dz.U. Nr 201, poz. 1240) określa sposób sporządzenie i wzór świadectwa charakterystyki energetycznej budynku.

## **2. Dyrektywa 2002/91/WE w odniesieniu do dźwigów**

Od szeregu lat trwają prace mające na celu objęcie obowiązkiem certyfikacji również dźwigów. Nie wdrożenie dotychczas do certyfikacji dźwigów do systemu certyfikacji budynków wynikało zapewne z faktu, iż zużycie energii przez dźwigi odpowiada tylko 3 – 8% całkowitego zużycia energii przez budynki.

Poniżej w formie postulatów przedstawiono podstawowe jej założenia:

- Definicja: Charakterystyka energetyczna dźwigu jest aktualnym lub szacowanym zużyciem energii dla standardowego użytkownika
- Dźwigi powinny być włączone w certyfikat energetyczny budynku.
- Ważność certyfikatu – maksimum 10 lat
- Członkowie UE dokonują przeglądu wymagań efektywności energetycznej budynków przynajmniej raz na 5 lat

Wprowadzenie obowiązku certyfikacji wynika z liczby instalowanych rocznie dźwigów (w 2008r ok. 500.000 nowych instalacji na świecie, a tylko w Chinach ok. 130.000 szt.) oraz ok. 8,5 milionów obecnie eksploatowanych dźwigów. Zaoszczędzenie ok. 25% energii elektrycznej dałoby oszczędność ok. 5 TW (Terawat) co odpowiada mocy generowanej przez około 3.800 turbin wiatrowych [4].

## **3. Próby standaryzacji Certyfikacji energetycznej dźwigów osobowych**

Trwające prace nad objęciem certyfikacją energetyczną dźwigi obejmują :

1. Opracowanie normy – w 2010 r ma być opublikowana norma ISO 25 745 „Efektywność energetyczna dźwigów, schodów i chodników ruchomych” – norma podaje sposób pomiarów i określenia oraz weryfikacji efektywności energetycznej tych urządzeń.
2. Projekt E4 - Pracę studialną ELA (European Lift Association) – „Efektywność energetyczna dźwigów i schodów ruchomych” – E4. Celem projektu E4 jest poprawa efektywności energetycznej wind, schodów i chodników ruchomych w budynkach biurowych, w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych, centrach handlowych, szkołach, szpitalach i innych. Projekt E4 ma promować efektywne energetycznie wykorzystywanie energii elektrycznej w układach windowych poprzez stosowanie najlepszych dostępnych technologii. Projekt ma się skończyć w 2010r.
3. Zalecenia VDI 4707 do oceny efektywności energetycznej dźwigów Stowarzyszenia Niemieckich Inżynierów

Z uwagi na kompletność oraz wartości użytkowe poniżej przedstawiono bardziej szczegółowo zalecenia VDI 4707.

## **4. Zalecenia VDI 4707 – Klasy efektywności energetycznej**

Zalecenie VDI 4707 oparte są na kilku prostych elementach:

- Zużycie energii elektrycznej przez dźwigi może być wyrażone przez specyficzny współczynnik konsumpcji wyrażony w funkcji zużycia energii elektrycznej, przez

dźwig o nominalnym udźwigu 1000 kg na dystansie jazdy wyrażonym w metrach (podwojona wysokość drogi).

- Ten współczynnik może być odniesiony do 4 grup kategorii użytkowania i do 7 grup efektywności energetycznej wyrażonych literowo od A do G, gdzie klasa efektywności energetycznej A jest najwyższa.
- Zużycie energii nie zależy tylko od technicznych właściwości windy, ale również: od indywidualnego sposobu jej pracy (liczba jazd, średnia liczba pasażerów na jazdę itp.)
- Proporcji czasu jazdy i postoju

**Dlatego takie same dźwigi osobowe używane w różnych budynkach mają inny współczynnik zużycia energii i inną klasę efektywności energetycznej**

Kategorie użytkowania składają się z 4 klas, scharakteryzowanych w poniższej tabeli:

| Kategoria użytkowania               | 1  | 2   | 3   | 4  |
|-------------------------------------|--|---|---|--|
| Intensywność użytkowania            | Lekki ruch, maks. 200 startów/dobę   | Umiarkowany ruch, maks. 500 startów/dobę  | Intensywny ruch, maks. 1000 startów/dobę  | Bardzo intensywny ruch, ponad 1000 startów/dobę                          |
| Przeciętny czas jazdy w godz/dobę   | 0,5 (≤ 1)  | 1,5 (>1-2)  | 3 (>2-4,5)  | 6 (>4,5)   |
| Przeciętny czas postoju w godz/dobę | 23,5   | 22,5  | 21  | 18   |
| Typowy budynek                      | Budynek mieszkalny do 20 mieszkań, małe biuro i administracja, budynek do 3 pięter, mały hotel | Budynek mieszkalny do 50 mieszkań, średniej wielkości biuro i administracja, budynek do 10 pięter, hotel średniej wielkości | Budynek mieszkalny z ponad 50 mieszk., wysokie biura i administracja z ponad 10 piętrami, duży hotel, mały lub średni hotel | Biurowiec i budynek administracyjny o wysokości ponad 100m, duży szpital |
| Udźwig nominalny (kg)               | 320-630  | 630-1000  | 1000 - 1600   | 1000 - 2500  |
| Prędkość (m/s)                      | 0,63 – 1,0   | 1,0 – 1,6   | (1,0-) 1,6 – 2,5  | (1,6-) 2,5 – 6 (-10)   |
| Typowa wysokość (m)                 | Do 20  | Do 50   | Do 100  | Więcej niż 100   |

Zużycie energii elektrycznej w czasie ruchu jak i postoju może być określone w oparciu o **cykl pomiarowy** zdefiniowany dla każdego użycia, który jest projektowany do symulacji przeciętnej operacji.

Charakterystyczne współczynniki odnoszące się do:

- trybu postoju (standby) – składają się z zużycia energii poszczególnych elementów mierzone po 10 minutach od zakończenia ostatniej jazdy,
  - trybu jazdy – referencyjna jazda składa się z jazdy do góry i na dół z pustą kabiną i zawiera ruch drzwi,
- przedstawiono w poniższej tabeli. Kolory odpowiadają klasom efektywności energetycznej.

| Dla trybu postoju                |       |       |       |       |       |        |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Zużycie w [W]                    | ≤ 50  | ≤ 100 | ≤ 200 | ≤ 400 | ≤ 800 | ≤ 1600 | >1600 |
| Klasa                            | A     | B     | C     | D     | E     | F      | G     |
| Dla trybu jazdy                  |       |       |       |       |       |        |       |
| Wsp.zużycia energii w [mWh/kg*m] | ≤ 0,8 | ≤ 1,2 | ≤ 1,8 | ≤ 2,7 | ≤ 4,0 | ≤ 6,0  | > 6   |
| Klasa                            | A     | B     | C     | D     | E     | F      | G     |

Powyższe założenie pozwoliły stworzyć Tabele klas efektywności energetycznej dźwigów.

| Klasa efektywności energetycznej | Wskaźnik zużycia energii [mWh/(kg*m)] |         |        |        |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------|--------|--------|
|                                  | Kategoria użytkowa                    |         |        |        |
|                                  | 1                                     | 2       | 3      | 4      |
| A                                | ≤ 1,45                                | ≤ 1,01  | ≤ 0,90 | ≤ 0,84 |
| B                                | ≤ 2,51                                | ≤ 1,62  | ≤ 1,39 | ≤ 1,28 |
| C                                | ≤ 4,41                                | ≤ 2,63  | ≤ 2,19 | ≤ 1,97 |
| D                                | ≤ 7,92                                | ≤ 4,37  | ≤ 3,48 | ≤ 3,04 |
| E                                | ≤ 14,41                               | ≤ 7,33  | ≤ 5,56 | ≤ 4,67 |
| F                                | ≤ 26,88                               | ≤ 12,67 | ≤ 9,11 | ≤ 7,33 |
| G                                | > 26,88                               | > 12,67 | > 9,11 | > 7,33 |

Z powyższej tabeli wynika, że inwestor lub właściciel dźwigu przy podejmowaniu decyzji w sprawie typu instalowanego nowego, bądź modernizowanego dźwigu powinien wziąć pod uwagę:

- własności techniczne dźwigu,
- koszt dźwigu,
- i jego efektywność energetyczną.

Na podstawie powyższej metodologii można stworzyć rekomendowane klasy efektywności energetycznej dźwigów do instalowania w określonej kategorii budynku:

| Klasa efektywności energetycznej | Kategoria budynku |   |   |   |
|----------------------------------|-------------------|---|---|---|
|                                  | 1                 | 2 | 3 | 4 |
| <b>A</b>                         | +                 | + | + | + |
| <b>B</b>                         | +                 | + | + | + |
| <b>C</b>                         | +                 | 0 | 0 | 0 |
| <b>D</b>                         | 0                 | 0 | 0 | 0 |
| <b>E</b>                         | 0                 | 0 | - | - |
| <b>F</b>                         | 0                 | - | - | - |
| <b>G</b>                         | -                 | - | - | - |

Gdzie wartość „+” jest rekomendowana, „0” neutralna, dopuszczalna, a „-” niezalecana

Jakie są konsekwencje właściwego doboru danego rozwiązania dźwigu dla konkretnego budynku przedstawia poniższy przykład:

| Rodzaj budynku                      | Dom mieszkalny                    | Biurowiec                         |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Liczba kondygnacji                  | 5/kategoria 1                     | 15/kategoria 3                    |
| Liczba mieszkań                     | 20                                | 500 pracowników                   |
| Wysokość w m                        | 12                                | 49                                |
| Liczba jazd/dobę                    | 200                               | 1200                              |
| Nominalna prędkość                  | 0,63 m/s                          | 2,5 m/s                           |
| Nominalny udźwig                    | 630 kg                            | 1000 kg                           |
| Postojowe zużycie en.               | 31 W                              | 750 W                             |
| Wsp. zużycia en. jazdy              | 6,83 mWh/(m*kg)                   | 0,95 mWh/(m*kg)                   |
| Całkowite zużycie energii           | 5,61 kWh/d                        | 41,4 kWh/d                        |
| Współczynnik zużycia energii dźwigu | 7,85 mWh/(m*kg)<br><b>Klasa D</b> | 1,53 mWh/(m*kg)<br><b>Klasa C</b> |

Dla danego przykładu dźwig zainstalowany w budynku mieszkalnym ma klasę „D”, a dźwig w biurowcu klasę „C”.

Jeżeli jednak zmienimy kategorię budynku dla pierwszego dźwigu klasy jego efektywności energetycznej również ulegną zmianie – w tym przypadku pogorszą się:


|  | KATEGORIA UŻYTKOWANIA |              |              |              |
|--|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
|  | 1                     | 2            | 3            | 4            |
| <b>Przeciętny czas jazdy (h/doba)</b>            | <b>0,5</b>            | <b>1,5</b>   | <b>3,0</b>   | <b>6,0</b>   |
| <b>Zużycie energii na jazdę na dobę w kWh</b>    | <b>4,88</b>           | <b>14,64</b> | <b>29,28</b> | <b>58,55</b> |
| <b>Czas postoju na dobę w h</b>                  | <b>23,5</b>           | <b>22,5</b>  | <b>21</b>    | <b>18</b>    |
| <b>Zużycie energii w postoju w kWh</b>           | <b>0,73</b>           | <b>0,70</b>  | <b>0,65</b>  | <b>0,56</b>  |
| <b>Całkowite zużycie energii w kWh/doba</b>      | <b>5,61</b>           | <b>15,34</b> | <b>29,93</b> | <b>59,11</b> |
| <b>Współczynnik zużycia energii w mWh/(m*kg)</b> | <b>7,85</b>           | <b>7,16</b>  | <b>6,98</b>  | <b>6,90</b>  |
| <b>Klasa energetyczna dźwigu</b>                 | <b>D</b>              | <b>E</b>     | <b>F</b>     | <b>F</b>     |

W przypadku drugiego dźwigu mamy sytuację odwrotną w przypadku podniesienia kategorii użytkowania budynku klasa się poprawi, a w przypadku zainstalowanie tego dźwigu w budynku o kategorii niższej klasa efektywności się pogorszy:

|  | KATEGORIA UŻYTKOWANIA |              |              |              |
|--|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
|  | 1                     | 2            | 3            | 4            |
| <b>Przeciętny czas jazdy (h/doba)</b>            | <b>0,5</b>            | <b>1,5</b>   | <b>3,0</b>   | <b>6,0</b>   |
| <b>Zużycie energii na jazdę na dobę w kWh</b>    | <b>4,28</b>           | <b>12,83</b> | <b>25,65</b> | <b>51,30</b> |
| <b>Czas postoju na dobę w h</b>                  | <b>23,5</b>           | <b>22,5</b>  | <b>21</b>    | <b>18</b>    |
| <b>Zużycie energii w postoju w kWh</b>           | <b>17,63</b>          | <b>16,88</b> | <b>15,75</b> | <b>13,50</b> |
| <b>Całkowite zużycie energii w kWh/doba</b>      | <b>19,56</b>          | <b>29,71</b> | <b>41,40</b> | <b>64,80</b> |
| <b>Współczynnik zużycia energii w mWh/(m*kg)</b> | <b>5,29</b>           | <b>2,20</b>  | <b>1,53</b>  | <b>1,20</b>  |
| <b>Klasa energetyczna dźwigu</b>                 | <b>D</b>              | <b>C</b>     | <b>C</b>     | <b>B</b>     |

## 5. Podsumowanie

1. Proponowana metodologia oceny efektywności energetycznej dźwigów powinna być szeroko rozpowszechniona i wykorzystywana przez producentów dźwigów do tworzenia i umieszczania w dźwigach obok innych informacji również etykiety energetycznej dźwigu np. wg. poniższego wzoru:

|   |                         |  |  |
|---|-------------------------|--|--|
| <b>Manufacturer:</b> ?  |                         | <b>Energy efficiency class</b>   |  |
|   |                         |  |  |
| <b>Place:</b>   | Test tower              |  |  |
| <b>Elevator Model:</b>  | HighEfficientUpDown 1.0 |  |  |
| <b>Type:</b>  | Traction elevator       |  |  |
| <b>Nominal Load:</b>  | 630 kg                  |  |  |
| <b>Speed:</b>   | 1 m/s                   |  |  |
| <b>Standby:</b>   |                         |  |  |
| ≤50 W   |                         |  |  |
| (Class A)   |                         |  |  |
| <b>Operational:</b>   |                         |  |  |
| ≤0,80 mWh/(m·kg)  |                         |  |  |
| (Class A)   |                         |  |  |
| <b>Category of usage 1 (VDI 4707)</b>   |                         |  |  |
| Comparison of energy efficiency classes are only possible considering the same category of usage. |                         |  |  |

Jest to tym bardziej łatwiejsze, gdyż powstał już program komputerowy, który wspomaga określenie efektywności energetycznej danego dźwigu i umożliwia przygotowanie powyższej etykiety.

2. Należy zwracać większą uwagę na dostosowanie dźwigu do kategorii budynku i sposobu korzystania z niego (prędkość, przyspieszenie, nominalny udźwig).

3. Należy obniżać zużycia energii stanu gotowości drogą:

- Wyłączania silnika drzwi podczas postoju dźwigu i zastąpienie trójfazowych silników silnikami synchronicznymi
- Zastosowania inteligentnych systemów regulacji i sterowania
- Wyłączanie oświetlenia kabiny i zastosowanie LED oświetlenia
- Wykorzystywania najnowszych konstrukcji napędów

## 6. Bibliografia

1. VDI Guidelines VDI 4707 Lifts Energy Efficiency -draft (grudzień 2007r) - Stowarzyszenie Niemieckich Inżynierów (VDI)
2. Energy efficiency of lifts and the VDI 4707 Guideline – prezentacja (styczeń.2008r) – Urs Lindegger

3. Lifts: a proposal energy classification – Elevatori (maj 2009r) – Gina Barney
4. Energy efficiency of lifts systems – comparison on basis of VDI 4707 – Lift-Report (2009r) – Gerhard Thumm
5. Energieeffizienz in Europa neue anforderungen on gebaude und enerieausweise – referat z X Jubileuszowej Miedzynarodowej Konferencji Naukowo- Szkoleniowej “Przyjazny Dom – Dom Energooszczędny. Ocena energetyczna budynków” (Krynica Zdrój czerwiec 2009r) – Christian Sperber