

## SKAZANI NA ENERGOOSZCZĘDNOŚĆ<sup>1</sup>

### 1. Wymogi prawne w skrócie

Parlament Unii Europejskiej w grudniu 2008 r. przyjął pakiet energetyczno-klimatyczny (tzw. pakiet „3x20”), który jest zbiorem ustaw mających na celu przeciwdziałanie zmianom klimatycznym. Zgodnie z nim kraje należące do Unii Europejskiej mają do roku 2020 zmniejszyć emisję dwutlenku węgla o 20%, zmniejszyć zużycie energii o 20% oraz zwiększyć zużycie energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych (OZE) do 20%. Ponadto, dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków zobowiązuje państwa członkowskie do doprowadzenia do tego, aby od początku 2021r. wszystkie nowo powstające budynki były obiektami „o niemal zerowym zużyciu energii”.

W związku z przyjętymi aktami rozpoczęła się w Polsce rewolucja w budowlanych wymogach prawnych, która umożliwić ma spełnienie wymagań Parlamentu Europejskiego. Od początku roku 2014 obowiązuje na terenie naszego kraju nowe Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej [1], zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2]. Dokument ten jest podstawowym „przewodnikiem” dla projektantów, w tym architektów i instalatorów. Większość wprowadzonych nowelizacji dotyczy poprawy charakterystyki energetycznej polskich budynków i wskazuje na konieczność stopniowego zmniejszania zapotrzebowania na energię potrzebną do ich funkcjonowania.

Osiągnięcie celu stawianego przez Unię Europejską wymaga czasu i wzrostu świadomości użytkowników budynków, dlatego też proces ten podzielony został na trzy etapy obejmujące lata 2014 – 2021. Mamy zatem 6 lat na oswojenie się z wprowadzanymi zmianami i przekonanie się, że energooszczędne budowanie w Polsce jest możliwe i ekonomicznie uzasadnione.

### 2. Budynek energooszczędny czyli jaki?

Najogólniejszą metodą klasyfikacji budynków energooszczędnych jest ich ocena pod względem zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji. Energia użytkowa to energia, którą musimy doprowadzić do pomieszczeń aby utrzymać w nich warunki komfortu np. odpowiednią temperaturę i świeżość powietrza. Standardowe budynki, które powstały w Polsce po 2000r. potrzebują 100 – 150 kWh/m<sup>2</sup>/rok energii użytkowej. Jest to 2 – 3 krotnie więcej niż w budynkach powstających w tym samym okresie w Danii!

**Budynki niskoenergetyczne** wykazują zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylowania wnętrza w granicach 30 - 60 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Są różnie definiowane w zależności od kraju UE, jednak zawsze mają pewne wspólne cechy. Są to:

- bardzo dobrze zaizolowane przegrody zewnętrzne,
- zwarta bryła oraz zminimalizowana liczba mostków cieplnych,
- wysokiej jakości okna,
- stosunkowo duże przeszklenia po stronie południowej,
- wysoka szczelność powietrzna,
- najczęściej stosowana jest wentylacja mechaniczna z wysokosprawnym odzyskiem ciepła.

W **budynkach pasywnych** wymagania dotyczące oszczędności energii są znacznie wyższe niż w budynkach niskoenergetycznych. Charakteryzują się one zapotrzebowaniem na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji  $\leq 15$  kWh/m<sup>2</sup>/rok oraz bardzo wysoką szczelnością powietrzną. Ponadto, podobnie jak budynki niskoenergetyczne mają prostą i zwartą bryłę, a przegrody zewnętrzne wykazują bardzo wysoką izolacyjność cieplną. Do ogrzewania wnętrza oraz przygotowania ciepłej wody

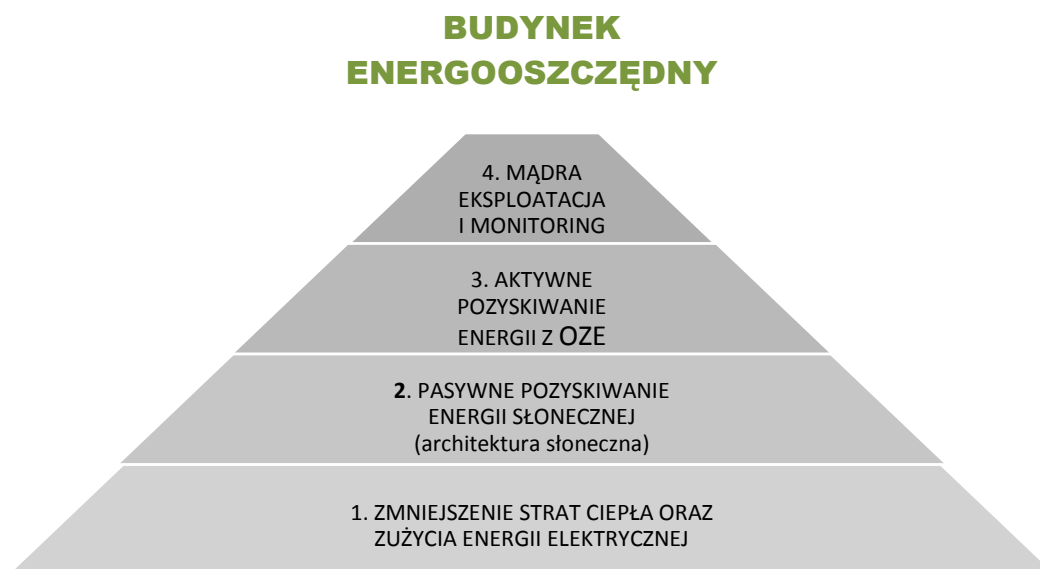
---

<sup>1</sup> Treść referatu prezentowanego 20 listopada 2014 na XII Konferencji „Odnawialne Źródła Energii” w Płońsku zorganizowanej przez Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie Oddział Poświętne w Płońsku i opublikowany w materiałach konferencyjnych.

wykorzystują energię słoneczną, a obowiązkowym wyposażeniem jest instalacja wentylacji mechanicznej z wysokosprawnym odzyskiem ciepła.

Szczególnym przypadkiem budynków energooszczędnych są **budynki zeroenergetyczne**, zwane też **budynkami zerowej energii netto** (ZNE, NZEB). Są to budynki wykorzystujące lokalnie dostępne źródła energii odnawialnej do produkcji energii cieplnej i elektrycznej. Dzięki wykorzystaniu np. energii słonecznej, energii gruntu i wiatru oraz przy jednoczesnym zmniejszeniu potrzeb energetycznych budynku, możliwe jest uzyskanie takiej ilości energii, która w bilansie rocznym pokrywać będzie ilość energii zużytej. Obiekty w których ilość energii uzyskanej z OZE przewyższa w bilansie rocznym ich potrzeby energetyczne nazywane są **budynkami plusenergetycznymi** lub  **dodatnimi energetycznie**.

Budynki zero- i plusenergetyczne mogą być w pełni autonomiczne, jednak często podłączone są do zewnętrznych sieci energetycznych. Wynika to z faktu nierównomiernej dostępności energii pochodzącej ze OZE w ciągu roku np. ilość energii słonecznej docierającej w zimie do powierzchni Polski jest ok. 10-krotnie mniejsza niż w lecie. Uzyskanie bezpośrednio ze źródeł odnawialnych ilości energii niezbędnej w każdym momencie dla budynku byłoby zatem niezmiernie trudne. Z tego powodu energia musi być uzyskiwana w znacznych ilościach w momentach jej dostępności, a następnie magazynowana do chwili wystąpienia jej deficytu. Możliwe jest również odsprzedawanie energii do sieci zewnętrznych w momencie jej nadprodukcji oraz jej kupowanie w okresie niedostatku.



Rys.1 Droga do energooszczędności

### 3. Jaką energię mogę uzyskać?

Najczęściej wykorzystywaną i powszechnie dostępną w Polsce energią odnawialną jest energia słoneczna. Dość dużą popularnością cieszy się również energia gruntu. W sprzyjających warunkach wykorzystać możemy także energię wody (rzeki, jeziora itd.) i wiatru, jednak ich dostępność w wielu miejscach jest ograniczona.

**Energia słoneczna** pozyskiwana jest w budynkach w sposób pasywny i aktywny. Pasywne systemy słoneczne pozwalają na uzyskanie, zmagazynowanie, a następnie wykorzystanie energii niesionej do wnętrza bezpośrednio przez promieniowanie słoneczne. Najprostszym sposobem na wykorzystanie darmowej energii słońca jest zastosowanie stosunkowo dużych okien w ścianie południowej, co umożliwi bezpośrednią penetrację promieniowania słonecznego do wnętrza, gdzie jest ono pochłaniane i magazynowane w ścianach i podłodze. Zmagazynowana energia jest następnie częściowo przekazywana do powietrza w pomieszczeniach podnosząc jego temperaturę. W niektórych obiektach przegrody wewnętrzne mogą być specjalnie przystosowane do pochłaniania promieniowania słonecznego oraz oddawania go z dużym opóźnieniem, dzięki czemu zmniejszają się dobowe wahania temperatury (np. ściany akumulacyjne). Kupując okna dla domu energooszczędnego należy

pamiętać, że muszą się one bezwzględnie charakteryzować wysoką jakością - najczęściej wykorzystywane są okna 3-szybowe, niekiedy nawet 4-szybowe o niskim współczynniku przenikania ciepła U. Stosując okna niskiej jakości narazimy się na znaczną utratę energii, a co za tym idzie wzrost rachunków za ogrzewanie. Dodatkowo, okno złej jakości będzie zimną przegrodą, co w połączeniu z jego dużą powierzchnią spowoduje dyskomfort w użytkowaniu pomieszczeń – pomimo wysokiej temperatury wewnętrznej odczuwalne będą zimno i przeciągi.

Aktywne systemy słoneczne to instalacje, w których energia słoneczna uzyskiwana oraz magazynowana jest z wykorzystaniem dodatkowych urządzeń mechanicznych. Zadaniem systemu aktywnego jest pochłanianie i magazynowanie energii promieniowania słonecznego, a następnie w sposób kontrolowany dostarczenie jej do odbiorcy. Do systemów tych należą:

- kolektory słoneczne, dzięki którym energia słoneczna przetwarzana jest na ciepło wykorzystywane do przygotowania ciepłej wody, ogrzewania budynku itp.,
- ogniwa fotowoltaiczne, dzięki którym energia słoneczna przetwarzana jest na energię elektryczną.

**Energia gruntu** – wykorzystywana jest do ogrzewania oraz wentylacji pomieszczeń. Najpopularniejszą metodą pozyskiwania energii gruntu jest wykorzystanie pompy ciepła z odwiertami pionowymi lub kolektorem poziomym do ogrzewania budynków. Grunt jest także doskonałym źródłem ciepła oraz darmowego chłodu dla systemów wentylacji mechanicznej. W rozwiązaniach takich powietrze przed dostarczeniem do pomieszczeń przepływa przez specjalne wymienniki gruntowe (rurowe, żwirowe lub płytowe), gdzie zimą jest ogrzewane, a latem ochładzane.

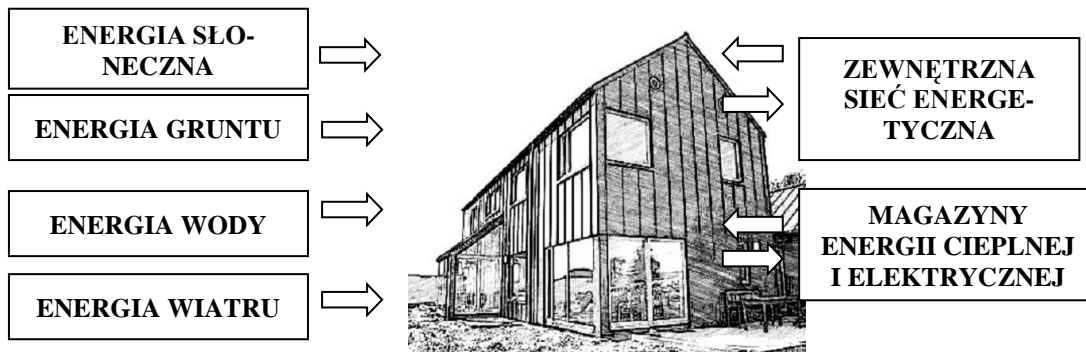
#### 4. Co zrobić z uzyskaną energią?

Wahania potrzeb energetycznych budynków oraz często jedynie okresowa dostępność energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, powoduje konieczność jej magazynowania. Zgromadzona energia przechowywana jest najczęściej w wodzie, lodzie lub materiałach zmiennofazowych (tzw. PCM). Niewielkimi magazynami PCM są popularne ogrzewacze do rąk, w których wraz z wyzwoleniem energii cieplnej następuje krystalizacja substancji (np. octan sodu) zawartej w niewielkich woreczkach. Wprowadzenie energii do substancji odbywa się w procesie gotowania, podczas którego zawartość woreczka przybiera z powrotem postać płynną.

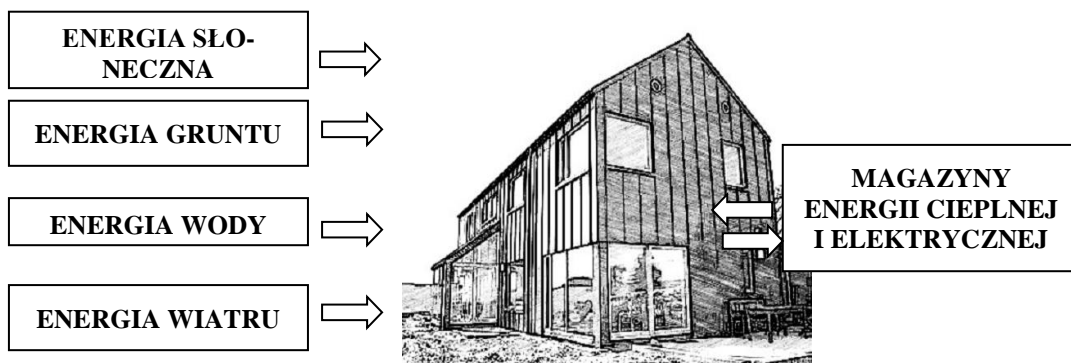
Magazynowanie energii odbywać się może być przez kilka- czy kilkanaście godzin, a nawet przez kilka miesięcy. Krótkotrwałe magazyny to np. kilkusetlitrowe zasobniki ciepłej wody w domowych instalacji kolektorów słonecznych i bufory ciepła w instalacjach centralnego ogrzewania zasilanych pompą ciepła. Realizacja budynku w pełni autonomicznego, odłączonego od sieci zewnętrznych wymaga magazynów długoterminowych, o dużej pojemności, przechowujących energię pomiędzy sezonami letnimi i zimowymi. Przykładowo w magazynach lodu zimą gromadzona jest energia chłodnicza wykorzystywana następnie latem w instalacjach klimatyzacyjnych, w wodnych lub chemicznych magazynach ciepła energia słoneczna przechowywana jest do zimy, a następnie wykorzystana do ogrzewania budynków.

Wymagana pojemność magazynów energii cieplnej zależy jest od wielu czynników (m.in. metody i czasu przechowywania) i musi być ustalana indywidualnie dla każdego obiektu. Najtańszą metodą przechowywania energii do ogrzewania budynku jest wykorzystanie zbiorników o pojemności od kilku do kilkudziesięciu metrów sześciennych wypełnionych wodą. Wykorzystać można także zasobniki wypełnione specjalnymi żelami, które potrafią zmagazynować kilkanaście razy więcej energii cieplnej, niż zbiornik wodny o tej samej objętości. Taki magazyn zajmowałby znacznie mniej miejsca od tradycyjnego magazynu wodnego, jednak koszt jego wykonania jest bardzo wysoki.

W przypadku energii elektrycznej osoba produkująca ją we własnym zakresie w systemach z panelami fotowoltaicznymi czy elektrowniami wiatrowymi może nadmiar energii zmagazynować w akumulatorach lub odsprzedać do sieci zewnętrznej. W porównaniu z krajami zachodnimi, Polskie prawo dotyczące sprzedaży energii elektrycznej pochodzącej z OZE jest bardzo młode i niestety jeszcze niedoskonałe. Na obecną chwilę jednostka energii odsprzedawanej do sieci jest tańsza od energii z niej zakupionej, w związku z czym potencjalni mikroproducenci mają wiele wątpliwości co do opłacalności takiej inwestycji.



Rys.2 Zarządzanie energią w budynku zeroenergetycznym przyłączonym do sieci zewnętrznych (ON-GRID)



Rys.3. Zarządzanie energią w autonomicznym budynku zeroenergetycznym (OFF-GRID)

### 5. Przykładowa realizacja osiedla zeroenergetycznego

W światowej architekturze znaleźć można wiele przykładów budynków energooszczędnych. Ciekawą realizacją jest angielskie zeroenergetyczne osiedle mieszkaniowe Beddington Zero Energy Development (BedZED) wybudowane pod Londynem w latach 2000 – 2002. Osiedle zamieszkuje ok. 220 osób, a koszt jego budowy wyniósł 15 mln funtów (ponad 80 mln zł). Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody wynosi 48 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Ściany zewnętrzne ocieplone są 30 cm wełny mineralnej, zastosowano okna 3-szybowe oraz naturalną wentylację z charakterystycznymi, samonastawnymi nasadami kominowymi. Ponadto na osiedlu zamontowanych jest prawie 800 m<sup>2</sup> paneli fotowoltaicznych, produkujących energię elektryczną.



Rys.4 Osiedle BedZED [3]

Zgodnie z badaniami przeprowadzonymi w 2007 osiedle BedZED, w porównaniu do średniej brytyjskiej, ograniczyło zużycie energii do ogrzewania budynków o 77% oraz energii elektrycznej o 34% [4]. Ponadto, w porównaniu ze średnią hrabstwa Sutton zużycie wody zostało ograniczone o 50%

[5]. Założeniem osiedla było również ograniczenie śladu ekologicznego mieszkańców o 65% w porównaniu ze średnim wynikiem dla Wielkiej Brytanii. Okazało się jednak, że wielu mieszkańców nie do końca jest świadomych w jak dużym stopniu eksploatacja budynków wpływa na uzyskiwane wyniki - tylko ok. 30% mieszkańców żyła zgodnie z założeniami projektu. W roku 2010 ślad ekologiczny mieszkańców osiedla był mniejszy od średniej brytyjskiej o ok. 45% [6].

## 6. Mądra eksploatacja i monitoring drogą do sukcesu energetycznego – polski przykład budynku niskoenergetycznego

Ciekawym polskim przykładem energooszczędnego budownictwa jest niskoenergetyczny budynek **Centrum Technologii Energetycznych** (CTE) w Świdnicy na Dolnym Śląsku. Jest to budynek badawczo – rozwojowy z funkcjami demonstracyjnymi, zbudowany w roku 2012. Na powierzchni liczącej 1200 m<sup>2</sup> testowanych jest 11 różnych technologii: generacji energii elektrycznej, ciepła, chłodu, rozwiązań wentylacyjno-klimatyzacyjnych oraz technologii budownictwa niskoenergetycznego. Zainstalowane w budynku CTE urządzenia to m.in.: panele PV, kolektory słoneczne, pompy ciepła, system regeneracji dolnego źródła pompy ciepła, kocioł biomasowy, gruntowy wymiennik ciepła, 3 centrale wentylacyjne z wysokosprawnym odzyskiem ciepła oraz 2 niezależne systemy dystrybucji ciepła i chłodu. Technologie budynku wpięte są do systemu zarządzania energią (BEMS), będącego autorskim rozwiązaniem grupy energetyków, informatyków i automatyków pracujących na rzecz CTE. BEMS stanowi krwioobieg informacyjny, dzięki któremu można sterować i monitorować pracę urządzeń i technologii energetycznych, a także dobierać optymalne ich konfiguracje i parametry pracy.

CTE to wizytówka racjonalnego ekonomicznie budownictwa energooszczędnego i projektowania zintegrowanego. Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku CTE wynosi 37 kWh/m<sup>2</sup>/rok co jest to wynikiem nie tylko doboru materiałów i urządzeń, w tym izolacji termicznej czy energooszczędnych okien, ale także efektem doświadczeń gromadzonych przez wiele lat, wykorzystania elementów projektowania pasywnego oraz zintegrowanego projektowania. Do procesu projektowania na jednej płaszczyźnie włączeni zostali architekci, konstruktorzy, instalatorzy, elektrycy, energetycy i automatycy, a także wykonawcy budowlani.



Rys.5 Niskoenergetyczny budynek CTE w Świdnicy [7]

Celem badań i testów jest dostarczenie inwestorom oraz przedsiębiorstwom obiektywnej i zweryfikowanej wiedzy, niezbędnej do podjęcia decyzji o wyborze urządzeń i rozwiązań, pozwalających w sposób racjonalny oszczędzać energię, a także wytwarzać ją z własnych, lokalnie dostępnych źródeł. Infrastruktura badawczo-rozwojowa służy grupie współpracujących firm oraz jednostek B+R, skupionych w ramach **Klastra CTE**. Klastr powstał w 2009 roku i ma charakter otwarty. W jego skład wchodzi 63 podmioty: uczelnie (4 wydziały Politechniki Wrocławskiej) oraz przedsiębiorstwa (pracownie architektoniczne, dostawcy technologii OZE, producenci materiałów budowlanych, instalatorzy i projektanci, deweloperzy). W ramach Klastra działają dwie grupy projektowo-wykonawcze. Jedną z nich skupiona jest na budynkach energooszczędnych, a druga na instalacjach mikrogeneracyjnych OZE oraz większych systemach solarnych.



Rys. 6. Stanowiska badawcze w budynku CTE

W ramach CTE funkcjonuje także **Centrum Transferu Technologii** (CTT). Jest to 8 osobowa grupa inżynierów i konsultantów, aktywnie poszukująca nowatorskich sposobów wprowadzania technologii na rynek, na przykład poprzez budowę dedykowanych platform internetowych, które służą promocji firm z Klastra oraz promocji technologii. Zespół CTT pomaga również inwestorom i przedsiębiorstwom w pozyskaniu finansowania na wdrażanie innowacyjnych technologii oraz uczestniczy w realizacji zaawansowanych usług proinnowacyjnych. W ramach swojej działalności CTT przygotowuje m.in.: audyty technologiczne przedsiębiorstw, usługi transferu technologii, komercjalizację innowacyjnych rozwiązań wypracowanych w jednostkach naukowo-badawczych, koncepcje zintegrowanych projektów technologicznych od pomysłu poprzez biznes plan, pozyskanie finansowania aż do wdrożenia rynkowego, oceny czystości patentowej oraz oceny potencjału rynkowego dla nowych technologii.

Jednym z efektów wieloletniej współpracy specjalistów zrzeszonych w CTE jest zbiór modelowych rozwiązań budynków niskoenergetycznych,

które można zobaczyć na stronie Domów Czystej Energii. Do tej pory zespół projektowy opracował ponad 80 szczegółowych koncepcji i projektów domów jednorodzinnych niskoenergetycznych i pasywnych, 5 szczegółowych koncepcji niskoenergetycznych budynków użyteczności publicznej, a także 2 koncepcje dla budynków plusenergetycznych. Odwiedzając stronę poświęconą projektom budynków energooszczędnych można przekonać się, że powszechnie spotykana negatywna opinia dotycząca ich walorów estetycznych jest krzywdząca, i każdy, zarówno zwolennik nowoczesności jak i tradycjonalista, może znaleźć bryłę która będzie mu odpowiadać.



Rys.7 Przykładowe projekty Domów Czystej Energii [8]

## 7. Nieuchronny postęp

Zmiany, które czekają polski sektor budowlany są przesądzone. Już za niewiele ponad 2 lata, w roku 2017, wejdzie w życie kolejna nowelizacja przepisów, która zbliży nas do „niemal zerowego zużycia energii” w budynkach. Osiągnięcie tego stanu, patrząc na obecny rozwój technologii oraz tempo jej doskonalenia, jest możliwe i przyniesie korzyści globalne oraz jednostkowe. Bardziej sceptyczni inwestorzy, zmuszeni poniekąd przez nowe prawo do lepszego budowania, odczuwają wprowadzone zmiany w zmniejszeniu rachunków za energię. Ci bardziej świadomi odetchną także czystszym powietrzem i odczuwają ulgę z powodu poprawy jakości środowiska w którym żyjemy.

## LITERATURA:

1. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2013, poz. 926).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r, w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75/2002, poz. 690 wraz ze zmianami).
3. [www.zedfactory.com/zed/?q=node/102](http://www.zedfactory.com/zed/?q=node/102)
4. [www.ashden.org/winners/brdg](http://www.ashden.org/winners/brdg)
5. [www.dac.dk](http://www.dac.dk)
6. J.C. Kucharek Bedding in nicely: BedZed was the ultimate sustainability trailblazer. Nearly a decade on, it may be thriving but it remains an anomaly. BD Reviews: Sustainability, 2010.
7. [cte.fea.pl](http://cte.fea.pl)
8. [www.domyczysteenergii.pl](http://www.domyczysteenergii.pl)