

## ANALIZA CZYNNIKÓW OCENY POZIOMU ZRÓWNOWAŻONEGO MAGAZYNU

---

DATA PRZESŁANIA: 17.07.2018, DATA AKCEPTACJI: 12.11.2018, KODY JEL: Q01, Q56, Q33

**Magdalena Malinowska**

Wydział Zarządzania i Ekonomiki Usług, Uniwersytet Szczeciński  
e-mail: magdalena.malinowska@wzieu.pl

### STRESZCZENIE

W artykule podjęto tematykę szacowania poziomu zrównoważonego magazynu. Na bazie studiów literaturowych wskazano definicję zrównoważonego magazynu oraz założenia systemów certyfikacji budynków, które obecnie stanowią podstawę do oceny poziomu zrównoważonego magazynu. Zwrócono uwagę, iż stosowanie dostępnych rozwiązań pozwalających na uzyskanie certyfikatu nie uwzględnia specyfiki magazynu oraz zachodzących w nim procesów. W związku z powyższym zasadne jest opracowanie dedykowanego systemu oceny. Aby system taki został opracowany, niezbędne jest zidentyfikowanie czynników (kryteriów), które pozwolą oszacować poziom zrównoważonego magazynu. Celem artykułu jest przedstawienie zakresu kryteriów, które należy uwzględnić, budując odpowiedni system oceny, oraz zaproponowanie sposobów ich pomiaru, by w efekcie stały się podstawą do określenia poziomu zrównoważonego magazynu.

### SŁOWA KLUCZOWE

zrównoważony magazyn, zielony magazyn, poziom zrównoważonego magazynu, ocena poziomu zrównoważonego magazynu

---

## WPROWADZENIE

Choć pojęcie zrównoważonego rozwoju zostało użyte już ponad 300 lat temu przez niemieckiego naukowca Carlwitza, to dopiero w latach osiemdziesiątych XX wieku termin ten stał się powszechnie wykorzystywany w aspektach związanych z ekologią i ochroną środowiska (Rokicka, Woźniak, 2016; Żuchowski, 2014). Na skutek zmian cywilizacyjnych i prężnego rozwoju gospodarki światowej obserwować zaczęto wiele niekorzystnych oddziaływań na warunki życia ludzi i funkcjonowania ekosystemów (Skrobacki, 2011). Stało się to podstawą do wprowadzania działań zapewniających rozwój społeczno-gospodarczy, który stanowić będzie pewnego rodzaju kompromis między celami środowiskowymi, gospodarczymi i społecznymi

stanowiącymi o dobrobycie obecnych i przyszłych pokoleń (Czarnecki, Stanny, 2011). Zmiany te wkraczały w różne przestrzenie działalności biznesowej, co skutkowało tym, że także logistyka zaczęła uwzględniać zasady i działania na rzecz zrównoważonego rozwoju wyrażone przez pryzmat potrójnej odpowiedzialności: środowiskowej (emisje związane z transportem, budynek i zagospodarowanie terenu, generowanie odpadów, hałasu i zanieczyszczeń), socjalnej (zdrowie i bezpieczeństwo pracowników oraz osób związanych z działalnością firmy) i ekonomicznej (rozwój oraz wydajność firmy i co się z tym wiąże, wzrost zatrudnienia i konkurencyjność na rynku) (Vorbrod, 2015).

W połowie pierwszej dekady XXI wieku większą uwagę zaczęto poświęcać budowaniu i modernizacji magazynów i centrów dystrybucyjnych w kierunku rozwiązań przyjaznych środowisku, redukujących koszty działalności oraz tworzących bardziej przyjazne warunki pracy. Choć ogólnosiatowy spadek tempa wzrostu gospodarczego nieco osłabił tę tendencję, to jednak idea zrównoważonych magazynów wciąż pozostaje w centrum zainteresowania wielu firm (Logistic Management, 2014; Al-Zaidi, Illés, 2017).

Budynki, które można określić jako zrównoważone, na podstawie definicji przytoczonej przez Żuchowskiego (2014), a podanej przez Sustainable Buildings Industry Council, wymagają, by ich lokalizacja, projektowanie, budowa, wykorzystanie, utrzymanie i rozbiórka były prowadzone w sposób efektywny pod względem wykorzystania energii, wody i materiałów, zapewniając jednocześnie zdrowe, wydajne i komfortowe środowisko wewnętrzne i długoterminowe korzyści dla właścicieli, użytkowników i społeczeństwa jako całości. Ponadto pojęcie zrównoważonego magazynu jako budynku jest często zamiennie stosowane z terminem *zielony magazyn*, jednak należy pamiętać, iż choć w obu przypadkach stosuje się tożsame rozwiązania, to w przypadku zrównoważonego magazynu większy nacisk kładziony jest na integrację oraz synergię. Jak proponuje Żuchowski (2014), zrównoważony magazyn to zespół rozwiązań organizacyjno-technologicznych mających na celu wydajną realizację procesu magazynowego przy zachowaniu jak najwyższych standardów socjalnych, minimalizacji wpływu na środowisko z uwzględnieniem efektywności finansowej. Tworzenie zrównoważonych magazynów wymaga zatem zastosowania odpowiednich technologii i wprowadzania zmian organizacyjnych, na bazie których obserwować będzie można poprawę funkcjonowania magazynu w wymiarze ekonomicznym lub/i społecznym, lub/i ekologicznym.

W artykule przedstawiono wykaz czynników, które stanowią mogą podstawę do określenia poziomu, na jakim magazyn można uznać za zrównoważony, oraz podjęto próbę wskazania sposobu ich pomiaru w taki sposób, by stały się one podstawą do opracowania modelu oceny poziomu zrównoważonego magazynu (Malinowska, Rzeczycki, Sowa, 2018).

## OCENA POZIOMU ZRÓWNOWAŻONEGO MAGAZYNU

Wzrost zainteresowania kwestiami związanymi ze zrównoważonym rozwojem zaowocował wprowadzeniem systemów certyfikacji w tym obszarze. Jak wskazuje Żuchowski (2015), w zakresie szacowania poziomu zrównoważonego magazynu istnieje jednak nisza.

Do oceny poziomu zrównoważonego magazynu wykorzystuje się systemy certyfikowania budynków. W Europie najczęściej stosuje się 4 standardy certyfikacji (Delta Controls, 2018; Żuchowski, 2015; Hamedani, Huber, 2012; Mokrzecka, 2015) zaproponowane przez:

- a) BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) – brytyjski system oceny opracowany przez zorganizację BRE (Building Research Establishment);
- b) LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) – amerykański system oceny opracowany przez USGBC (U.S. Green Building Council);
- c) HQE (Haute Qualité Environnementale) – francuski system oceny opracowany przez Cerway;
- d) DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) – niemiecki system oceny opracowany przez Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, czyli niemieckie stowarzyszenie budownictwa zrównoważonego, we współpracy z Federalnym Ministerstwem Transportu, Budownictwa i Rozwoju Miasta.

Do najpopularniejszych zalicza się system certyfikacji BREEAM oraz LEED. Na rynku światowym najpowszechniej wykorzystuje się certyfikację LEED, zaś na europejskim najczęściej jest wykorzystywana certyfikacja BREEAM (Mokrzecka, 2015; Kuczera, 2016).

System BREEAM (Architektura.info, 2013) przewiduje 5 poziomów certyfikatów przyznanych na podstawie oceny budynku, uwzględniając następujące kategorie: zarządzanie (np. ogólna polityka zarządzania, zarządzanie terenem oraz kwestie proceduralne), energia (np. zużycie energii świetlnej oraz CO<sub>2</sub>), zdrowie i dobre samopoczucie (np. wewnętrzne i zewnętrzne czynniki wpływające na zdrowie i dobre samopoczucie pracowników, jak ilość światła dziennego w pomieszczeniach, temperatura i jakość powietrza, akustyka), zanieczyszczenie środowiska (np. wpływ na zanieczyszczenie powietrza i wody), transport (np. emisja CO<sub>2</sub>, lokalizacja budynku i bliskość przystanków środków komunikacji miejskiej, zastosowanie udogodnień dla rowerzystów), użytkowanie gruntów (np. zagospodarowanie terenów zielonych), ekologia (np. ochrona takich wartości, jak bioróżnorodność flory i fauny), materiały (np. stosowanie materiałów pozyskanych z legalnych i lokalnych źródeł posiadających odpowiednie certyfikaty ekologiczne), woda (np. zastosowanie rozwiązań ograniczających zużycie wody).

System LEED (Delta Controls, 2018; Rodriguez, 2018; LEED, 2004) z kolei proponuje 4 poziomy certyfikacji na podstawie oceny według 9 kategorii (w wersji v4): zintegrowany proces projektowy (np. zdolność do wykorzystania innowacyjnych podejść i technik w zakresie projektowania i budowy, doboru zespołu projektowego), lokalizacja i transport (np. położenie działki, możliwości komunikacyjne), zrównoważone zagospodarowanie terenu (takie przygotowanie projektu, by włączyć w naturalny sposób zasoby i ekosystemy w pobliżu, minimalizacja zanieczyszczeń), efektywne wykorzystanie wody (np. redukcja zużycia wody, wykorzystanie innowacyjnych technologii zapobiegających marnotrawstwu wody), energia i atmosfera (np. wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, optymalizacja zużycia energii, wykorzystanie rozwiązań technologicznych ograniczających zużycie energii), materiały i surowce (np. wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu, stosowanie certyfikowanych materiałów), jakość środowiska wewnętrznego (np. wydajność systemu wentylacji, możliwość kontroli i sterowania temperaturą, monitorowanie CO<sub>2</sub>, kontrolę termiczną), innowacje (biorąc pod uwagę aspekty nieuwzględnione w ramach kryteriów podstawowych), priorytety regionalne (biorąc pod uwagę rozwiązywanie problemów związanych z lokalizacją regionalną i geograficzną).

Analizując założenia obu systemów wielokryterialnej oceny budynków, można zwrócić uwagę na fakt, iż w każdym z systemów certyfikacji część kryteriów jest tożsama z uwagą na ich

znaczenie i wpływ na kształtowanie zrównoważonego rozwoju. W związku z powyższym takie kryteria, jak: zagospodarowanie terenu, zużycie wody i energii, jakość powietrza w budynku, wykorzystanie materiałów proekologicznych w konstrukcji budynku czy zapewnienie odpowiednich warunków pracy, bez względu na charakter budynku stanowić powinny trzon oceny poziomu zrównoważonego rozwoju. Niemniej tworząc system oceny magazynów, szczególną uwagę powinno się zwrócić na charakter realizowanych procesów, budowanie zrównoważonych magazynów powinno bowiem uwzględniać istotę i przebieg procesu magazynowego, który stanowi podstawę funkcjonowania magazynu. A zatem ocena poziomu zrównoważonego magazynu z jednej strony powinna uwzględnić kwestie konstrukcyjne i aranżacyjne, z drugiej zaś organizację procesu i wsparcie technologiczno-informatyczne na rzecz tego procesu (Amjed, Harrison, 2013; Tan, Ahmed, Sundaram, 2009).

## IDENTYFIKACJA CZYNNIKÓW MAJĄCYCH WPŁYW NA POZIOM ZRÓWNOWAŻONEGO MAGAZYNU

Podejście do opracowania modelu systemu, który byłby dedykowanym rozwiązaniem do oceny poziomu zrównoważonego magazynu, został zaproponowany w pracy Malinowska i in. (2018). Model ten bazuje na wykorzystaniu metody obiektów charakterystycznych. Na potrzeby budowy modelu wykorzystano 22 czynniki, które za sprawą kolejnych agregacji w efekcie dają odpowiedź w zakresie poziomu zrównoważonego magazynu. Czynniki te, charakteryzujące różne aspekty działania zrównoważonego magazynu – ekonomiczny, społeczny, ekologiczny – wymagają opracowania jednoznacznych skal pomiarowych. W tabeli 1 zaproponowano przykładowy sposób szacowania wartości poszczególnych czynników. Wskazano również, dla których aspektów kształtowania zrównoważonego magazynu dany czynnik ma zasadnicze znaczenie.

Tabela 1. Kluczowe czynniki wpływające na ocenę poziomu zrównoważonego magazynu

Czynnik	Przykładowy sposób pomiaru czynnika	Aspekt ekonomiczny	Aspekt społeczny	Aspekt ekologiczny
1	2	3	4	5
Wykorzystanie energooszczędnych źródeł energii	Procent punktów świetlnych wyposażonych w żarówki energooszczędne	x	–	x
Stosowanie urządzeń automatycznego sterowania oświetleniem	Procent powierzchni magazynu, na której zastosowano czujniki światła	x	x	x
Powierzchnia dachu pokryta świetlikami	Procent powierzchni dachu pokrytej świetlikami	x	x	x
Przepuszczalność światła w świetlikach	Stopień przepuszczalności szkła zamontowanego w świetlikach	x	x	x
Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii	Stosunek udziału energii ze źródeł odnawialnych będących w posiadaniu magazynu do pozostałych źródeł energii	x	–	x
Wykorzystanie alternatywnych źródeł wody	Procent wykorzystania wody deszczowej w ramach zużycia wody	x	–	x

1	2	3	4	5
Wykorzystanie mechanizmów redukujących przepływ wody	Procent punktów kanalizacyjnych wyposażonych w mechanizmy redukujące przepływ wody	x	x	x
Poziom izolacji budynku	Grubość zamontowanej izolacji	x	–	x
Stosowanie urządzeń automatycznego sterowania temperaturą	Procent powierzchni magazynu, w której istnieje możliwość automatycznego sterowania temperaturą	x	x	x
Stosowanie metod i narzędzia oczyszczania powietrza	Jakość systemu oczyszczania powietrza w magazynie wyrażona np. liczbą stosowanych urządzeń oczyszczania powietrza i poziomem technologicznym sterowania procesem wymiany powietrza	–	x	x
Wykorzystanie materiałów przyjaznych środowisku w konstrukcji budynków	Procent wykorzystania materiałów proekologicznych w konstrukcji budynku	–	–	x
Powierzchnia działki przyjazna środowisku	Procent powierzchni działki biologicznie czynna, z różnorodną florą o niskim stopniu zapotrzebowania na wodę	–	x	x
Poziom automatyzacji	Stopień zaawansowania technologicznego urządzeń wykorzystywanych w magazynie	x	x	–
Poziom informatyzacji	Poziom złożoności funkcyjnej systemów IT wykorzystywanych w magazynie	x	x	–
Poziom efektywnego sterowania zapasami	Stopień wykorzystania metod zarządzania zapasami w planowaniu, przyjmowaniu, składowaniu, kompletowaniu, wydawaniu zapasów	x	–	–
Redukcja dystansu podczas operacji magazynowych	Poziom wykorzystania metod służących konsolidacji zleceń, optymalizacji ścieżek kompletacji, tworzenia stref pickingowych	x	x	x
Przeszkolenie pracowników w zakresie recyklingu i zasad zrównoważonego rozwoju	Procent pracowników biorących udział w szkoleniu w zakresie recyklingu i zasad zrównoważonego rozwoju	x	x	x
Przeszkolenie pracowników w zakresie MHE ( <i>Material Handling Equipment</i> )	Procent pracowników przeszkolonych w MHE	x	x	x
Stosowanie mało emisyjnego poruszania się po magazynie	Liczba kierowców, którzy ukończyli praktyczny kurs w zakresie mało emisyjnego poruszania się po magazynie	x	–	x
Recykling opakowań i zwrotów	Procent wykorzystania materiałów z recyklingu i zwrotów	x	–	x
Organizacja stref przyjaznych pracownikom	Liczba stref/pomieszczeń przyjaznych pracownikom	–	x	–
Stosowanie polityki dbania o zdrowie i bezpieczeństwo pracowników	Poziom jakości stosowanej polityki dbania o zdrowie i bezpieczeństwo wyrażony działaniami na ten cel, np. audytami bezpieczeństwa, inspekcjami i kontrolą urządzeń magazynowych, regulaminami, zastosowaniem czujników określających np. poziom jakości powietrza	–	x	x

Źródło: opracowanie własne.

Zaproponowanie odpowiedniej skali dla każdego z czynników wymaga jednak detalicznej analizy, by z jednej strony każdy z czynników był jednoznacznie mierzalny, zaś z drugiej zbiór czynników w sposób jasny i kompletny odzwierciedlał poziom zrównoważonego magazynu. Jak wskazano w pracy (Malinowska i in., 2018), wyróżnione w tabeli 1 czynniki mogą stać się podstawą do oceny magazynów jako obiektów zrównoważonych. Niemniej zaproponowane podejście i szereg wyspecyfikowanych kryteriów stanowią pierwszą iterację w drodze do opracowania dedykowanego systemu oceny poziomu zrównoważonego magazynu. Obecnie prowadzone są działania weryfikujące kompletność kryteriów oraz poziom ich granulacji, a także przyjęte systemy ocen.

## PODSUMOWANIE

Z uwagi na rosnące znaczenie zrównoważonego rozwoju w literaturze tematu istnieje wiele opracowań przedstawiających działania mające na celu uzyskanie równowagi pomiędzy czynnikami środowiskowymi, społecznymi i ekonomicznymi. Promowanie rozwiązań proekologicznych i prospołecznych opłacalnych i zasadnych ekonomicznie ma miejsce także w magazynach. Niemniej w przypadku magazynów brakuje dedykowanych systemów mierzących poziom zrównoważonego magazynu na skutek zastosowanych w nim rozwiązań.

W artykule zaprezentowano szereg czynników, które mogą stać się podstawą oceny poziomu zrównoważonego magazynu w systemie dedykowanym do tego celu. Czynniki te szeroko rozpatrują kwestie związane z funkcjonowaniem magazynu jako obiektu zrównoważonego. Zaproponowany sposób pomiaru kolejnych kryteriów ma prowadzić do tego, by wynik oceny poziomu zrównoważonego magazynu był wiarygodny oraz jednoznaczny.

## LITERATURA

- Amjed, T.W., Harrison, N.J. (2013). A model for sustainable warehousing: from theory to best practices. Pobrane z: <https://pdfs.semanticscholar.org/570e/5476946437853206a3522fd2cad44bb0380f.pdf> (16.07.2018).
- Architektura.info (2013). *Certyfikat BREEAM*. Pobrane z: [http://www.architektura.info/index.php/architektura\\_zrownawazona/certyfikacja/certyfikat\\_breem](http://www.architektura.info/index.php/architektura_zrownawazona/certyfikacja/certyfikat_breem) (20.07.2018).
- Czarnecki, A., Stanny, M. (2011). *Zrównoważony rozwój obszarów wiejskich zielonych płuc Polski. Próba analizy empirycznej*. Warszawa: Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa Polskiej Akademii Nauk.
- Delta Controls (2018). *Certyfikacja wielokryterialna budynków*. Pobrane z: [http://www.pas4u.eu/uploads/plik/CERTYFIKATY\\_014\\_spreads.pdf](http://www.pas4u.eu/uploads/plik/CERTYFIKATY_014_spreads.pdf) (15.07.2018).
- Hamedani, A.Z., Huber, F. (2012). A comparative study of DGNB, LEED and BREEAM certificate systems in urban sustainability. Pobrane z: <https://pdfs.semanticscholar.org/f1a1/4eb59594c8532892f72d00f8e427f96b624e.pdf> (20.07.2018).
- Kuczera, A. (2016). Certyfikacja budynków w Polsce. *Przegląd Budowlany*, 9, 24.
- LEED (2004). *Green Building Rating System*. Pobrane z: <https://www.usgbc.org/Docs/LEEDdocs/EB-final%20content%20version.pdf> (16.07.2018).
- Logistics Management (2014). *Warehouse/DC Operations: Why sustainable design still matters*. Pobrane z: [https://www.logisticsmgmt.com/article/warehouse\\_dc\\_operations\\_why\\_sustainable\\_design\\_still\\_matters](https://www.logisticsmgmt.com/article/warehouse_dc_operations_why_sustainable_design_still_matters) (16.07.2018).
- Malinowska, M., Rzczycki, A., Sowa, M. (2018). Roadmap to sustainable warehouse. *InfoGlob* (w recenzji).
- Mokrzejka, M. (2015). Międzynarodowe systemy certyfikacji LEED, BREEAM i DGNB. Wstępna analiza porównawcza poparta studium przypadku. *Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture*, XXXII, 62 (2/15), 311–322.

- Rodriguez, J. (2018). *Understanding the LEED Certification Basics*. Pobrane z: <https://www.thebalancesmb.com/understanding-the-leed-certification-basics-844729> (16.07.2018).
- Rokicka, E., Woźniak, W. (2016). *W kierunku zrównoważonego rozwoju. Koncepcje, interpretacje, konteksty*. Pobrane z: [http://socjologia.uni.lodz.pl/pliki/32-w\\_kierunku\\_zrownowazonego\\_rozwoju.pdf](http://socjologia.uni.lodz.pl/pliki/32-w_kierunku_zrownowazonego_rozwoju.pdf) (15.07.2018).
- Skrobacki, Z. (2011). Od ogólnej idei zrównoważonego rozwoju do zasad zrównoważonego rozwoju transportu. *Autobusy*, 12, 297–307.
- Tan, K-S., Ahmed, M.D., Sundaram, D. (2009). *Sustainable Warehouse Management*. Pobrane z: <http://ceur-ws.org/Vol-458/paper5.pdf> (15.07.2018).
- Vorbrodt, A. (2015). *Zielony magazyn*. Pobrane z: <https://www.log24.pl/artykuly/zielony-magazyn,5279> (15.07.2018).
- Al-Zaidi, W.A.H, Illés, Cs.B. (2017). *Dimensions of green warehouses – a literature review*. Selected Collection from Synergy 2017 International Conference, Faculty of Mechanical Engineering, Szent István University. Pobrane z: [http://www.gek.szie.hu/english/sites/default/files/MEL\\_2017\\_16Synergy.pdf](http://www.gek.szie.hu/english/sites/default/files/MEL_2017_16Synergy.pdf) (16.07.2018).
- Żuchowski, W. (2014). Zrównoważone magazyny – definicja i oczekiwane efekty implementacji. *Logistyka*, 6, 13954–13957.
- Żuchowski, W. (2015). Division of environmentally sustainable solutions in warehouse management and example methods of their evaluation. *Scientific Journal of Logistics*, 11 (2), 171–182.

---

## Analysis the factors assessing the level of sustainable warehouse

### SUMMARY

The article discusses the issue of estimating the level of a sustainable warehouse. On the basis of the literature studies, the definition of a sustainable warehouse was given and the assumptions of building certification systems, which at the moment are the basis for assessing the level of a sustainable warehouse, were indicated. It was pointed out that the use of available solutions to obtain a certificate does not take into account the specificity of the warehouse and the processes taking place in it. In connection with the above, it is justified to develop a dedicated evaluation system. To develop such a system, it is necessary to identify factors (criteria) that will allow to estimate the level of a sustainable warehouse. The aim of the article is to present the scope of criteria that should be considered to create an appropriate evaluation system and to propose ways to measure them, so that they become the basis for determining the level of a sustainable warehouse.

### KEYWORDS

sustainable warehouse, green warehouse, level of sustainable warehouse, assessment of the level of sustainable warehouse

*Translated by Magdalena Malinowska*