

Sebastian Łacheciński

Uniwersytet Łódzki

ANALIZA PORÓWNAWCZA WYBRANYCH NARZĘDZI CASE DO MODELOWANIA DANYCH W PROCESIE PROJEKTOWANIA RELACYJNYCH BAZ DANYCH

Streszczenie: Artykuł jest próbą oceny dostępnego na rynku oprogramowania różnych producentów, wykorzystywanego do modelowania danych w procesie projektowania relacyjnych baz danych. W analizie porównawczej uwzględnione zostały rozwiązania zarówno komercyjne, jak i niekomercyjne. Cel badawczy, jaki został postawiony, to zaproponowanie sposobu oceny narzędzi w oparciu o zmodyfikowany model jakości użytkowej prezentowany w normie ISO 25010 oraz wyłonienie najlepszego narzędzia spośród poddanych ocenie.

Słowa kluczowe: narzędzia CASE, modelowanie danych, projektowanie baz danych, notacje modelowania.

DOI: 10.15611/ie.2014.1.19

Uważaj na swoje myśli, one stają się słowami.

Uważaj na swoje słowa, bo stają się czynami.

Uważaj na swoje czyny one stają się twoimi nawykami.

Uważaj na swoje nawyki, bo stają się twoim charakterem.

Uważaj na swój charakter, on staje się twoim przeznaczeniem

Lao Tsy

1. Wstęp

Na rynku dostępnych jest wiele wersji oprogramowania przeznaczonego do modelowania danych. Projektanci baz danych mogą wybierać pomiędzy wersjami komercyjnymi i niekomercyjnymi. Rozwiązania niekomercyjne nie są z góry skazane na niepowodzenie, a ich porażka w stosunku do rozwiązań komercyjnych nie jest wcale taka oczywista. Z punktu widzenia użytkownika ważnych jest wiele cech, jakimi powinno się charakteryzować dane narzędzie wykorzystywane w procesie

modelowania danych. Jedną z bardzo istotnych cech jest stosunek oferowanej jakości i wydajności do ceny oprogramowania, czy chociażby liczba platform bazodanowych, na których dana firma opiera swoje oprogramowanie. Niniejszy artykuł jest próbą wskazania możliwości w podejmowaniu decyzji co do wyboru narzędzi, za pomocą których będą projektowane bazy danych. Powinien ułatwić znalezienie odpowiedzi na pytanie, kiedy i czy warto inwestować środki w profesjonalne oprogramowanie komercyjne, czy też może ze względu na potrzeby, jak również profil danej firmy oraz profil klientów firmy, lepszym i korzystniejszym rozwiązaniem będzie wybór rozwiązania opartego na licencji *freeware*. Drugim aspektem artykułu jest wskazanie metodyki oceny narzędzi CASE używanych w procesie modelowania danych, co ma ułatwić i jednocześnie przyczynić się do obiektywnej oceny, a w konsekwencji umożliwić wybór konkretnego narzędzia spełniającego wymagania zdefiniowane przez konkretnego użytkownika.

Wybór odpowiedniego narzędzia ma kluczowe znaczenie dla tworzonego projektu, jak również utrzymania odpowiedniej pozycji na rynku firmy zajmującej się projektowaniem baz danych (pozwala w krótszym czasie opracować spójny, wiarygodny model, odzwierciedlający cele i potrzeby biznesowe klienta). Proces modelowania danych przebiega na kilku poziomach modelowania. W zależności od stopnia złożoności problemu zdarza się w praktyce, iż nie wszystkie poziomy modelowania są wykorzystywane. W kontekście tego zdania należy mieć na uwadze, że nie wszystkie narzędzia pozwalają modelować wycinek świata rzeczywistego na wszystkich trzech poziomach: koncepcyjnym, logicznym i fizycznym. Podobnie nie wszystkie narzędzia są w stanie przeprowadzać transformację pomiędzy poszczególnymi modelami. W przypadku niektórych projektów kluczową rolę będzie odgrywać to, jaki standard jest używany do opisu modelu. Różne notacje modelowania opisują rzeczywistość w różny sposób (mniej lub bardziej ograniczony) [Łacheciński 2013]. Niektóre lepiej niż inne nadają się do modelowania na określonych poziomach tworzenia modelu. Nie wszystkie są w stanie odzwierciedlić pożądaną przez projektanta poziom szczegółowości modelu [Łacheciński 2012]. Czasami brak możliwości wykorzystania określonego rodzaju notacji (niektóre narzędzia posiadają szerszy lub uboższy wachlarz możliwości opisu modelu) skutkuje odrzuceniem oferty danej firmy w przetargu czy wręcz uniemożliwieniem wzięcia w nim udziału. W projektach realizowanych dla administracji rządowych w USA standardem jest opisywanie modelu za pomocą notacji IDEF1X [Allen 2005].

Oczywiście poziom wymagań może być różny, w zależności od potrzeb i możliwości danego użytkownika, zasobności jego portfela, poziomu złożoności i zaawansowania tworzonych modeli i projektów.

2. Wymagania stawiane narzędziom do modelowania danych

Narzędzia wykorzystywane do modelowania danych w procesie projektowania baz danych, jak i hurtowni danych powinny spełniać określone wymagania, pozwalające

na realizację głównego celu, którym jest jak najwierniejsze odwzorowanie modelowanego zagadnienia stanowiącego określony wycinek otaczającej nas rzeczywistości. Miarą jakości wybranych narzędzi do modelowania danych w procesie projektowania baz danych będzie wybrany zbiór realizowanych przez nie funkcjonalności, a także zbiór opisujących je cech (symbol w nawiasie oznacza przynależność do poszczególnych charakterystyk prezentowanych na rysunkach 2 i 3, odpowiednio oznacza: E – efektywność, W – wydajność, B – bezpieczeństwo, KU – kontekst użycia):

- (E) liczba dostępnych poziomów modelowania (konceptyjny *CDM* – opisujący model na najwyższym poziomie abstrakcji, logiczny *LDM* – konkretyzujący model danych np. relacyjny, obiektowy, etc., fizyczny *PDM* – stanowiący uwzględnienie architektury wybranego systemu bazodanowego, jak i środowiska pracy, w którym będzie on pracował),
- (E) możliwość transformacji modeli pomiędzy poszczególnymi fazami projektowania (przejście od modelu konceptyjnego do modelu logicznego, przejście od modelu logicznego do modelu relacyjnego, na podstawie którego można generować wiele modeli fizycznych uwzględniających cechy charakterystyczne wybranych platform bazodanowych),
- (E) możliwość tworzenia i integracji podmodeli danych,
- (E) możliwość tworzenia wielowymiarowych modeli danych,
- (E) liczba i rodzaj dostępnych notacji modelowania na poszczególnych poziomach tworzenia modeli danych,
- (E) możliwość zilustrowania kategoryzacji encji z uwzględnieniem kategorii zawierającej i wykluczającej oraz kompletnej i niekompletnej, w celu odwzorowania hierarchii encji,
- (E) możliwość określenia sposobu transformacji kategoryzacji encji do modelu fizycznego,
- (E) możliwość definiowania reguł biznesowych za pomocą: reguł poprawności, obiektów wartości domyślnych, procedur składowanych, wyzwalaczy etc.,
- (E) możliwość definiowania domen,
- (E) możliwość definiowania własnych typów danych,
- (E) możliwość różnego sposobu prezentacji związków wieloznacznych wiele do wielu, z uwzględnieniem lub pominięciem w modelu logicznym obiektu asocjacyjnego,
- (E) możliwość przeprowadzenia walidacji modelu,
- (E) możliwość porównania kilku wersji modeli ze sobą oraz ich łączenia,
- (E) możliwość tworzenia na podstawie utworzonych modeli fizycznych schematów baz danych, generowanych na różne platformy baz danych za pomocą opcji *forward engineering*,
- (E) liczba i rodzaj platform bazodanowych, na które można generować schematy baz danych za pomocą opcji *forward engineering*,

- (E) możliwość odtworzenia modelu danych na podstawie schematu istniejącej bazy danych za pomocą opcji *reverse engineering*,
- (E) liczba i rodzaj platform bazodanowych, z których można odtworzyć model danych, na podstawie schematu istniejącej bazy danych za pomocą opcji *reverse engineering*,
- (E) możliwość przeprowadzenia denormalizacji na poziomie modelu fizycznego,
- (E) możliwość tworzenia słownika danych,
- (E) możliwość tworzenia/generowania dokumentacji,
- (E) możliwość generowania danych testowych,
- (E) możliwość definiowania systemu bezpieczeństwa przez określenie użytkowników, ról oraz zarządzania uprawnieniami,
- (W) liczba i rodzaj systemów operacyjnych, pod kontrolą, których dane narzędzie może pracować,
- (W) minimalne wymagania sprzętowe,
- (W) możliwości integracyjne z innymi środowiskami (m.in. RAD Studio, Visual Studio, SSIS),
- (W) dostępność oprogramowania w wersji niekomercyjnej,
- (W) cena oprogramowania za 1 licencję na 1 stanowisko/na użytkownika,
- (W) liczba dostępnych wersji oprogramowania różniących się poziomem zaawansowania i ceną,
- (W) możliwość pozyskania pomocy i informacji nt. obsługi narzędzia (dostępny system pomocy, istniejąca dokumentacja, wsparcie od strony producenta),
- (B) możliwość tworzenia i korzystania repozytorium,
- (KU) możliwość personalizacja wyglądu środowiska,
- (KU) dostęp do sieci (czy wymagany jest konieczny dostęp do Internetu, w celu pracy z aplikacją, czy istnieje możliwość pracy w trybie OFFLINE).

2.1. Model jakości użytkowej normy ISO 25010

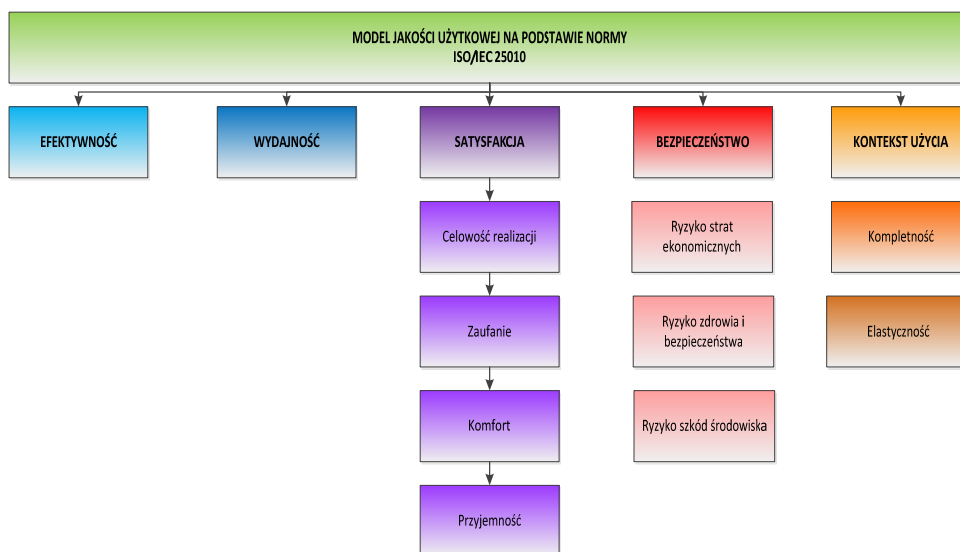
Pierwsze próby opracowania modelu jakości oprogramowania swoje początki miały już pod koniec lat 70. XX wieku. Wiele osób oraz zespołów (m.in. McCall i Boehm) na przestrzeni kilkudziesięciu ostatnich lat starało się wypracować jednoznaczne kryteria i metody oceny jakości oprogramowania traktowanego jako produkt. Skutkiem podjętych prób i działań było wypracowanie jednolitego podejścia zestawionego w postaci opracowania norm ISO 9126, która została następnie wyparta/zastąpiona przez normę ISO 25010 Software engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Software and quality in use models.

Norma 25010:2013 zawiera zarówno opis modelu jakości użytkowej, jak i modelu jakości oprogramowania. Model jakości użytkowej składa się z pięciu cech: efektywności, wydajności, satysfakcji użytkownika, bezpieczeństwa oraz kontekstu użycia aplikacji. Cechy te są powiązane z określonym kontekstem użycia danego

narzędzia z perspektywy użytkownika. Model jakości oprogramowania składa się z ośmiu cech: funkcjonalności, efektywności, wydajności, zgodności technicznej z platformą bazodanową oraz systemem operacyjnym, użyteczności, niezawodności, bezpieczeństwa/poufności, łatwej konserwacji oraz przenośności. Cechy te są powiązane ze statycznymi właściwościami jakości technicznej-statycznej oprogramowania (Internal Software Quality) oraz jakości technicznej-dynamicznej oprogramowania (External Software Quality).

Na podstawie modelu SQuaRE powstał Polski System Zgodności Oceny Oprogramowania, którego celem jest ustanowienie jednoznacznych i spójnych zasad przyznawania wspólnych znaków towarowych dla wytwarzanego oprogramowania. Znaki te nazwane zostały Certyfikatami Zgodności bądź też Certyfikatami Jakości. System został opracowany przez Polskie Stowarzyszenie na rzecz Atestacji i Standaryzacji Oprogramowania [SASO]. Obejmuje trzy obszary działania: Ergonomii i Efektywności – certyfikat **E**, Bezpieczeństwa użycia i Poufności użycia – certyfikat **S**, Zgodności formalnej – certyfikat **§**.

Na rysunku 1. zaprezentowano model jakości użytkowej opracowany na podstawie normy ISO 25010.

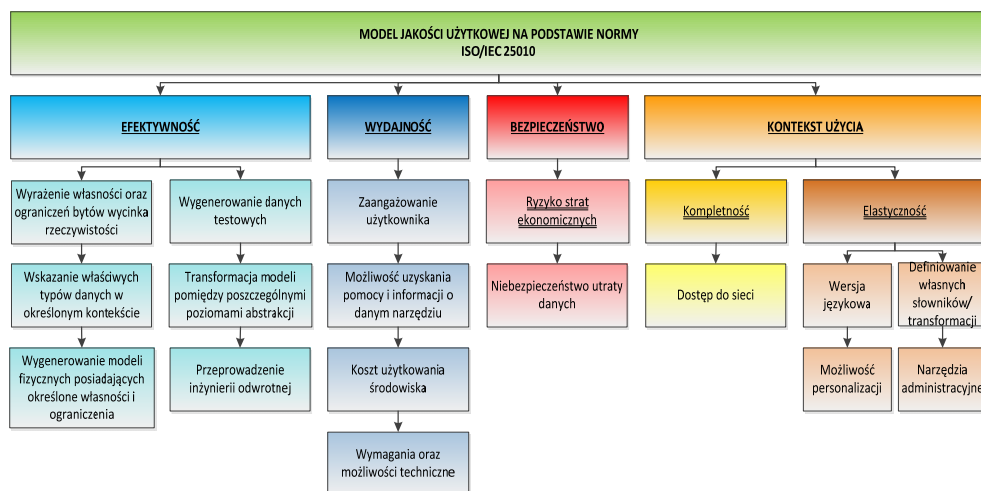


Rys. 1. Model jakości użytkowej zaprezentowany w normie ISO/IEC 25010

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Tuzinkiewicz, Piechota 2011].

Rysunek 2. prezentuje model jakości użytkowej zaadaptowany i opisany przez [Tuzinkiewicz, Piechota 2011] na potrzeby oceny narzędzi używanych w procesie projektowania baz danych. Autorzy uproszczyli model jakości użytkowej zawarty w

normie ISO 25010 poprzez usunięcie z niego elementów niemających bezpośredniego przełożenia na ocenę jakości użytkowej narzędzi używanych do projektowania baz danych. Na rysunku 2. wybrane charakterystyki zostały wyróżnione za pomocą symbolu podkreślenia. Pozostałe elementy stanowią zbiór zdefiniowanych atrybutów, które biorą udział w ocenie poszczególnych narzędzi poddawanych testom.



Rys. 2. Model jakości użytkowej do oceny narzędzi używanych w procesie projektowania baz danych zaproponowany przez [Tuzinkiewicz, Piechota 2011]

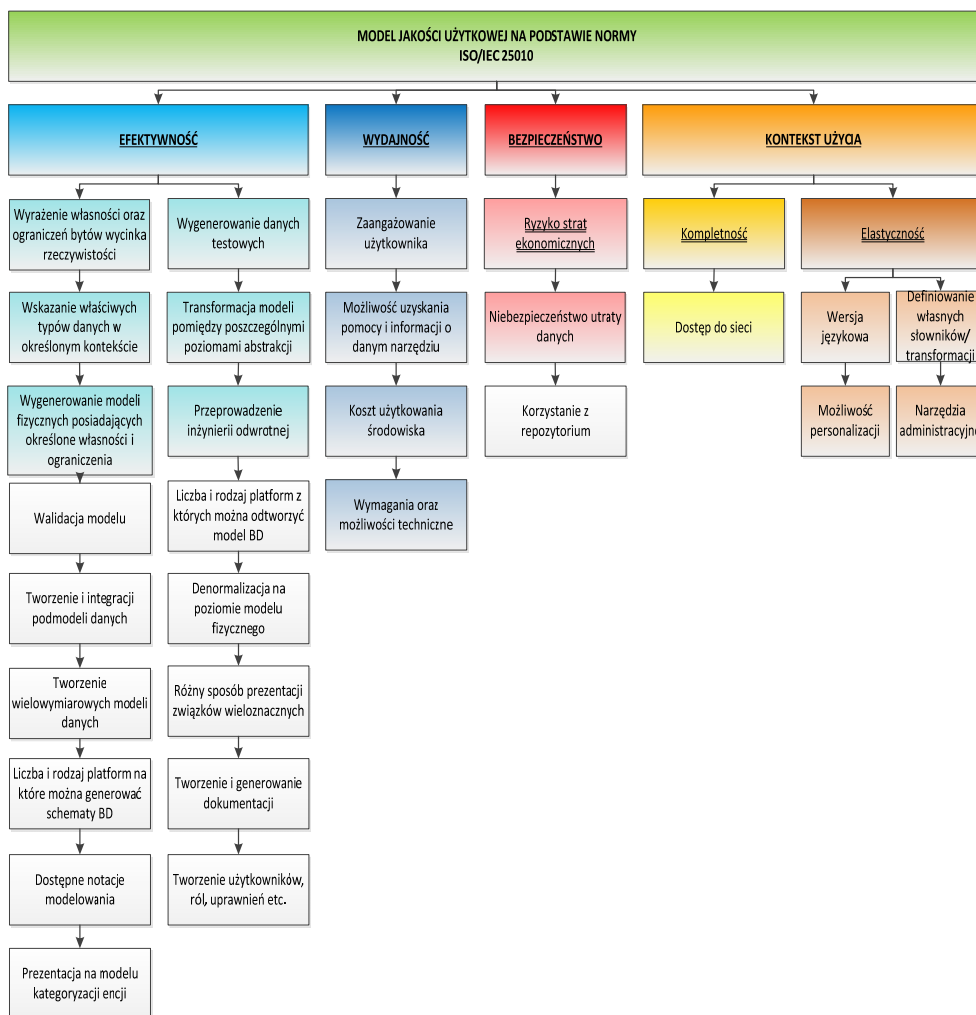
Źródło: opracowanie własne na podstawie [Tuzinkiewicz, Piechota 2011].

2.2. Model jakości użytkowej w kontekście oceny narzędzi do modelowania danych w procesie projektowania baz danych

W pracy zaproponowano model nieco rozszerzony w stosunku do modelu przedstawionego na rysunku 2., poprzez uwzględnienie dodatkowych atrybutów. Należą do nich:

- korzystanie z repozytorium – zwiększa bezpieczeństwo poprzez składowanie całego modelu w centralnym repozytorium i umożliwia jednoczesną pracę projektantom na lokalnych kopiach modeli;
- walidacja modelu – sprawdzenie poprawności modelu;
- tworzenie i integracja submodeli danych – możliwość podziału pracy pomiędzy kilka osób rozwijających określony fragment/dział modelu, z możliwością zintegrowania poszczególnych submodeli w jeden duży, spójny działający model;
- tworzenie wielowymiarowych modeli danych – możliwość tworzenia modeli danych na potrzeby projektu hurtowni danych;
- tworzenie i generowanie dokumentacji;

- przeprowadzenie procesu denormalizacji na poziomie modelu fizycznego – umożliwia zwiększenie wydajności aplikacji, ułatwia implementację wybranych funkcjonalności aplikacji w ściśle określonych sytuacjach;
- różnorodny sposób prezentacji związków wieloznacznych – możliwość prezentacji związków z obiektem lub bez uczestnictwa obiektu asocjacyjnego;
- wizualizacja na modelu logicznym kategorii encji oraz możliwość jej transformacji w określony przez użytkownika sposób do modelu fizycznego;
- dostępne notacje modelowania na różnych poziomach tworzenia modelu;



Rys. 3. Rozszerzony model jakości użytkowej poprzez wprowadzenie nowych atrybutów

Źródło: opracowanie własne.

- liczba i rodzaj platform, na które można generować schematy baz danych;
- liczba i rodzaj platform baz danych, z których można odtworzyć model bazy danych (w sposób natywny).

Nowo wprowadzone atrybuty prezentowane są w postaci niezamalowanych pól na rysunku 3.

3. Postać funkcji oceny

Do budowy funkcji oceny wybrano te charakterystyki i składające się na nie argumenty, które pozwolą na otrzymanie obiektywnych wyników, bez udziału osób trzecich. Niezależnie od liczby osób, które dokonywałyby oceny, wyniki eksperymentu zawsze powinny być zbieżne. Z tego też powodu nie uwzględniono na tym etapie charakterystyki *Satysfakcja* widocznej na rysunku 1. oraz kilku innych atrybutów, których ocena może być subiektywna.

W celu uwzględnienia oraz uwiarogodnienia pominiętych cech należałoby przeprowadzić badanie na określonej, odpowiednio licznej grupie osób zawodowo trudniących się modelowaniem danych, w kontekście projektowania baz danych, które na co dzień korzystają z wybranych narzędzi. Uwzględnienie dodatkowych badań na grupie specjalistów i otrzymanych na ich podstawie wyników w funkcji oceny niewątpliwie pozwoliłoby otrzymać pełniejszy obraz. Włączenie dodatkowych elementów do funkcji oceny popartych przeprowadzonymi badaniami na podstawie ankiety planowane jest w najbliższej przyszłości, jako kolejny etap pracy badawczej.

Poniżej przedstawiona jest postać funkcji oceny:

$$F_{oc} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot c_i \left(\sum_{j=1}^m a_{ij} \right),$$

gdzie: F_{oc} – funkcja oceny,

c_i – i -ta charakterystyka uwzględniona w funkcji oceny,

a_{ij} – j -ty atrybut przynależący do i -tej charakterystyki,

n – liczba uwzględnionych charakterystyk,

m – liczba atrybutów przyporządkowana i -tej charakterystyce,

w_i – waga określająca rangę danej i -tej charakterystyki w całej funkcji oceny. Suma wag zawsze stanowi 100%.

W wypadku atrybutów (niezależnie od rodzaju wybranej charakterystyki), których wartość jest w 100% spełniona (dana funkcjonalność/cecha jest w pełni implementowana w danym narzędziu), przyjmowana jest dla nich wartość równa 1. W sytuacji zupełnego braku implementacji danej cechy w testowanym narzędziu przyjmowana jest wartość równa 0 dla takiego atrybutu. Przy fragmentarycznej implementacji danej cechy wartość atrybutu przyjmowana jest z miarą 0,5 bądź też, w za-

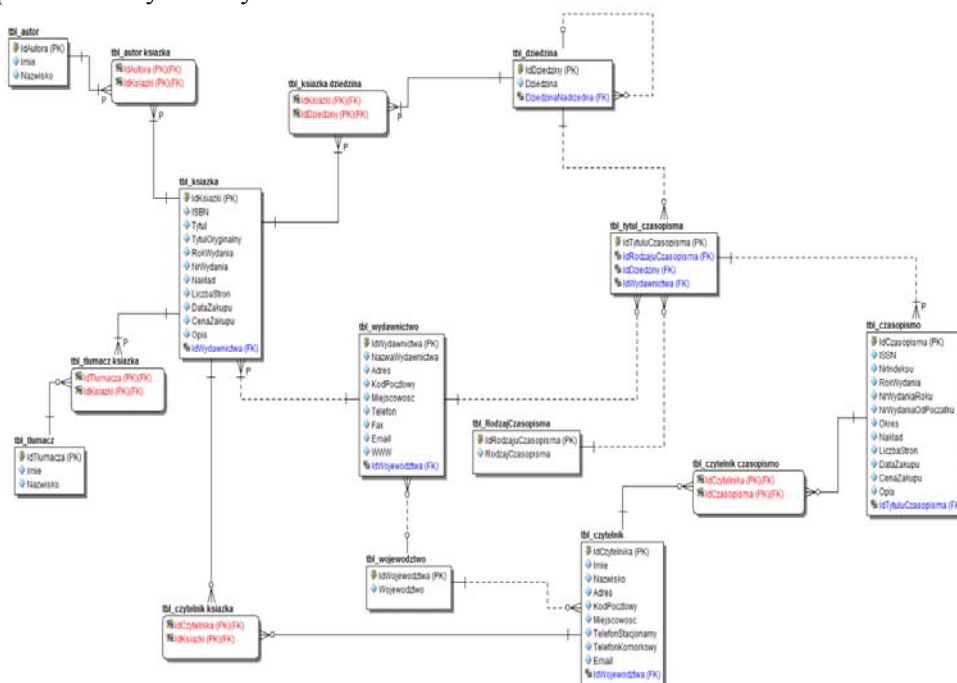
leżności od ustalonej wielkości, wartość ta wyznacza jest według ściśle określonej zależności – dotyczy to tych atrybutów, których rolą jest także (poza stwierdzeniem faktu istnienia danej funkcjonalności) określenie liczebności dostępnych wariantów składających się na daną cechę. W wyniku przyjęcia takiego algorytmu wartość konkretnego atrybutu równa jest ilorazowi liczebności zbioru rzeczywiście zaimplementowanych elementów danej cechy do 100% liczebności zbioru cech (którą stanowi najliczniejszy zbiór cech spośród testowanych narzędzi). Minimalne wymagania sprzętowe oszacowane zostały na podstawie zależności:

$$c_2(a_{22}) = 1 - \frac{\text{rozmiar zasobu używanego przez testowane narzędzie}}{\text{rozmiar największego zużywanego zasobu dla testowanych narzędzi}}$$

Wartość dla atrybutu ceny za 1 stanowisko oprogramowania oszacowane została na podstawie zależności:

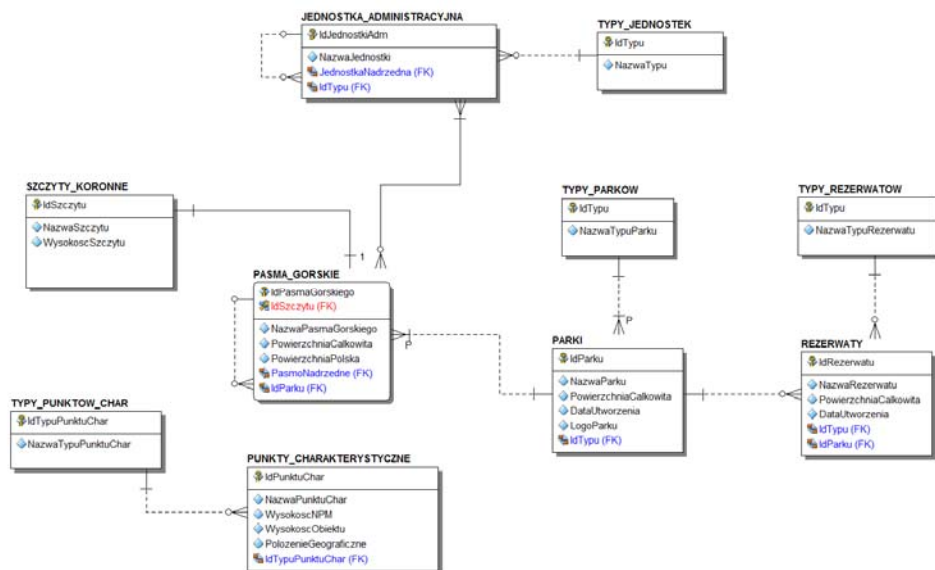
$$c_2(a_{25}) = 1 - \frac{\text{cena testowanego narzędzia}}{\text{cena najdroższego narzędzia spośród testowanych}}$$

Do testowania wybranych narzędzi CASE użyto trzech prostych modeli danych prezentowanych na rysunkach 4-6.



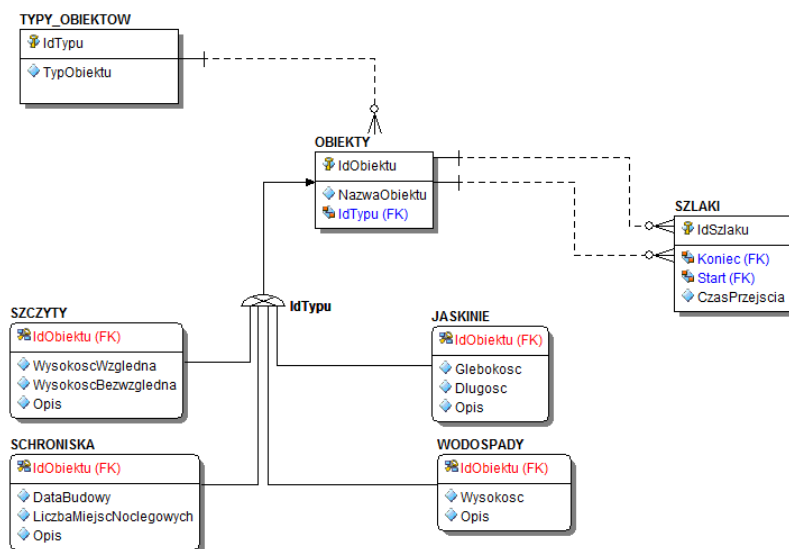
Rys. 4. Model biblioteki domowej

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 5. Podmodel ewidencji parków narodowych, krajobrazowych, rezerwatów przyrody na terenach górskich Polski

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Podmodel ewidencji atrakcji turystycznych, jakie można spotkać wędrując określonym górskim szlakiem turystycznym

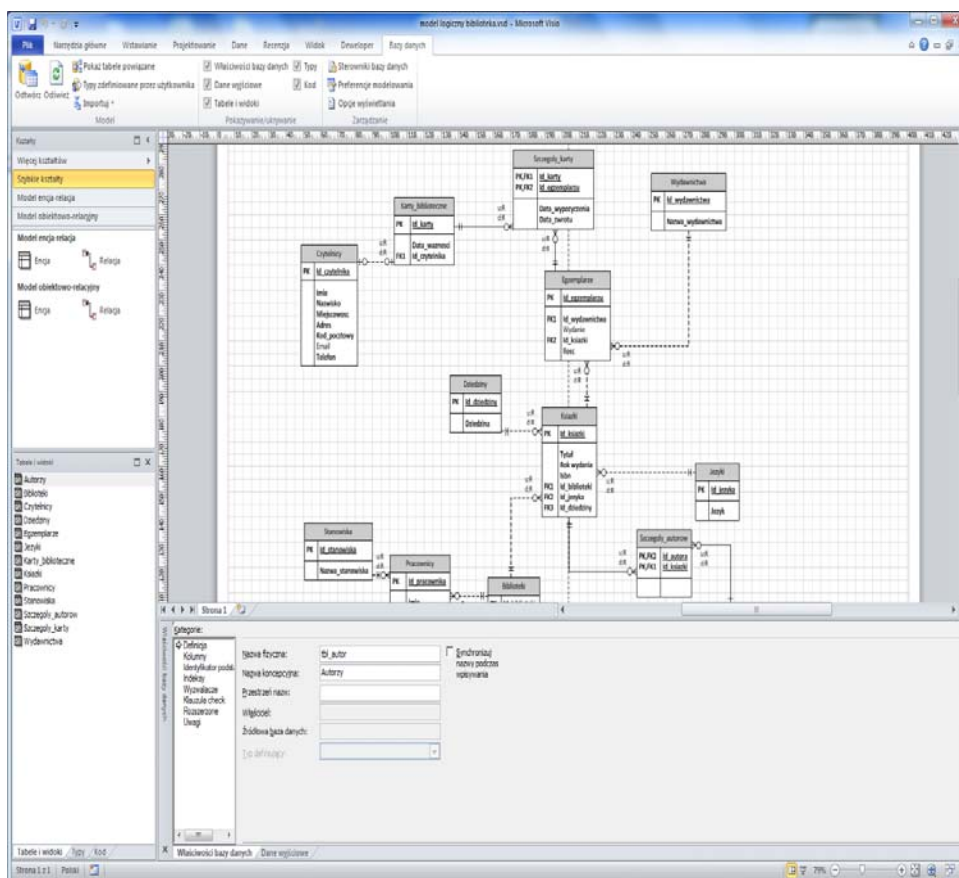
Źródło: opracowanie własne.

4. Testowane narzędzia

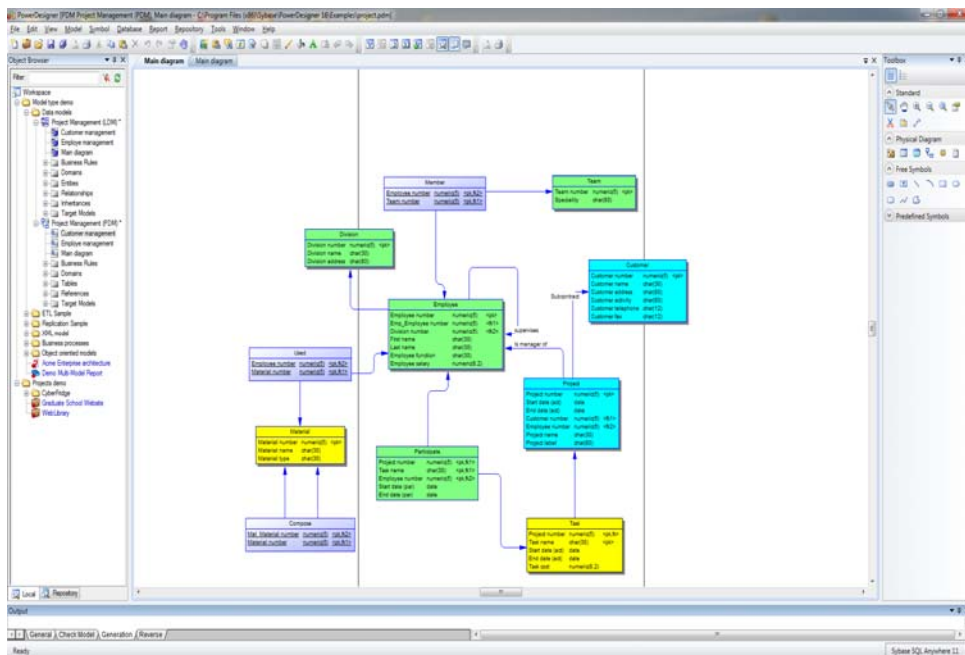
Testom poddane zostały wybrane narzędzia:

- ER Studio XE5 Data Architect 9.7 [Embarcadero]
- CA ERWin 9.5 Workgroup [ERWin]
- SAP Sybase Power Designer 16.5 Data Architect RE [PowerDisgner]
- ORACLE SQL Developer Data Modeler 4.0.1 [ORACLE]
- MySQL Workbench 6.1.4 [MySQLWorkbench]
- MS Visio 2010/2013 Professional [Visio]
- IBM InfoSphere Data Architect 9.1 [IBM]

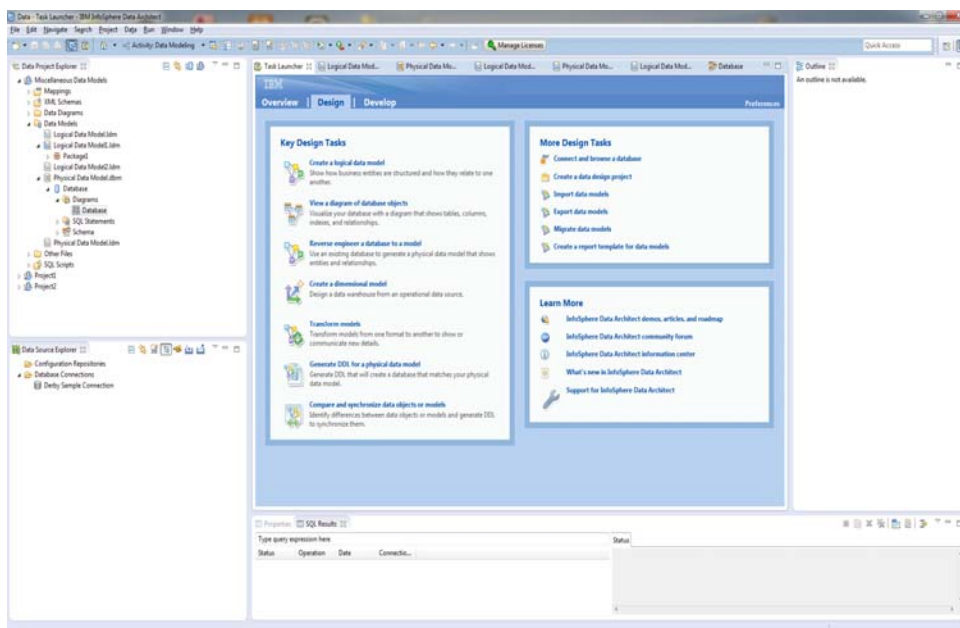
Na kolejnych ilustracjach zaprezentowano środowisko robocze testowanych środowisk.



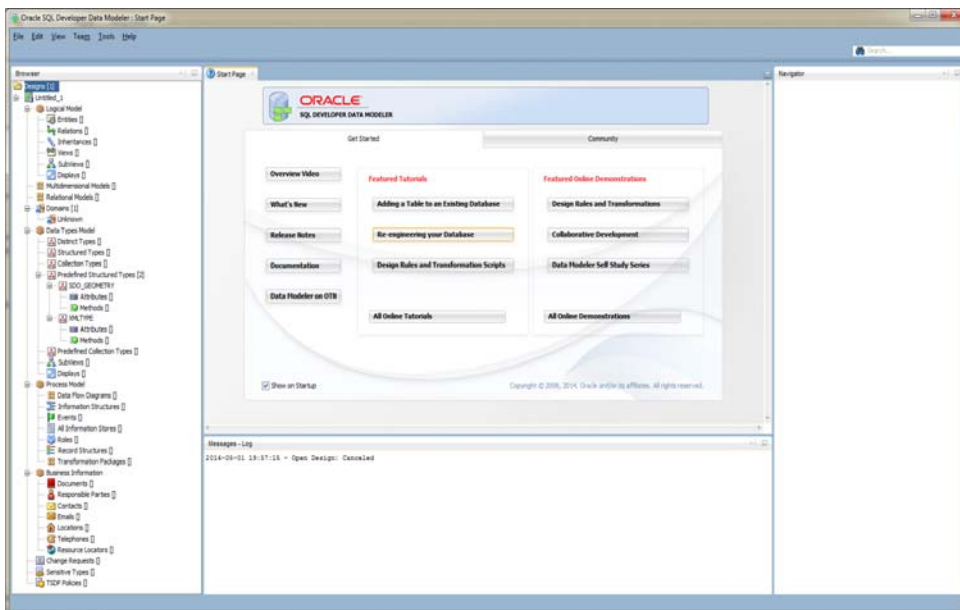
Rys. 7. Środowisko pracy MS Visio 2010 Professional



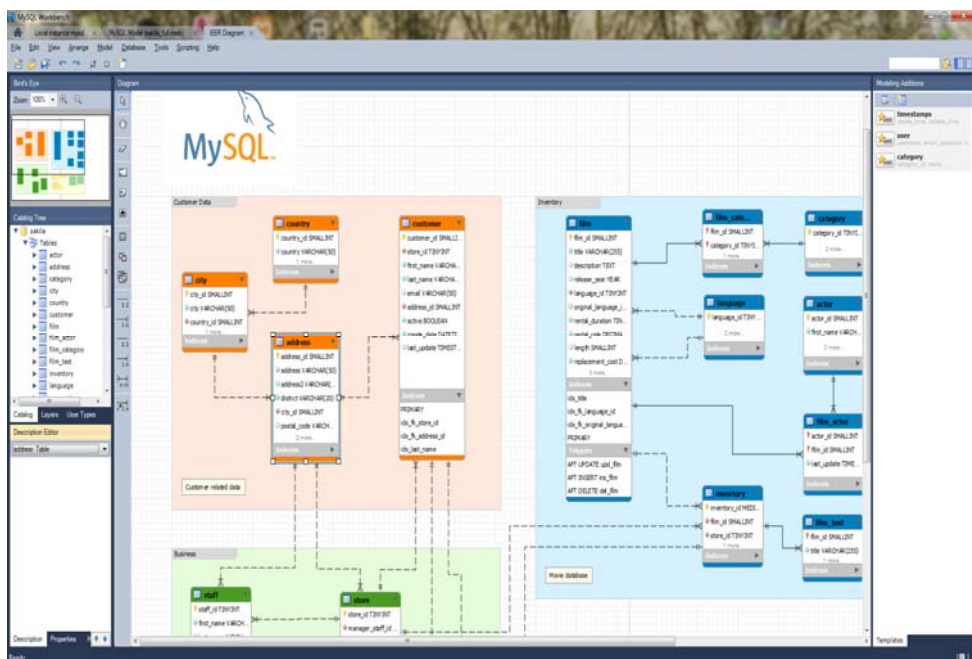
Rys. 10. Środowisko pracy Sybase Power Designer 16.5



Rys. 11. Środowisko pracy IBM InfoSphere Data Architect 9.1.1



Rys. 12. Środowisko pracy ORACLE SQL Developer Data Modeler 4.0.1



Rys. 13. Środowisko pracy ORACLE MySQL Workbench 6.1.4

5. Wyniki

W rozdziale tym zaprezentowane zostały wyniki zestawione zarówno w ujęciu tabelarycznym, jak i w postaci wykresów dla testowanych narzędzi, w kontekście odpowiednio wybranych cech zaprezentowanych w rozdziale 2, definiujących wybrane charakterystyki.

Tabela 1. Wykaz uwzględnionych atrybutów w funkcji oceny, należących do charakterystyki *Efektywność*

Atrybut	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer	IBM InfoSphere	ORACLE SQL Developer Data Modeler	ORACLE MySQL Workbench
1. Liczba dostępnych poziomów modelowania	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,333
2. Możliwość transformacji pomiędzy modelami	0	1	1	1	1	1	0
3. Możliwość tworzenia i integracji podmodeli	0	1	1	1	1	0	0
4. Możliwość tworzenia wielowymiarowych modeli danych	0	1	1	1	1	1	0
5. Liczba i rodzaj dostępnych notacji modelowania	0,333	0,333	0,222	0,67	0,222	0,333	0,333
6. Możliwość prezentacji kategorii encji na modelu	0,5	1	1	1	1	1	0
7. Możliwość określenia sposobu transformacji kategoryzacji encji w PDM	0	1	1	1	1	0	0
8. Możliwość definiowania reguł biznesowych	1	1	1	1	1	1	0,33
9. Możliwość definiowania domen	0	1	1	1	1	1	0
10. Możliwość definiowania typów danych	1	1	1	1	1	1	1
11. Możliwość różnego sposobu prezentacji związków wieloznacznych	0	1	1	1	1	1	0
12. Walidacja modelu danych	0	1	1	1	1	1	0
13. Porównywanie i łączenie kilku wersji modeli z sobą	0	1	1	1	1	1	1
14. Opcja forward engineering	0	1	1	1	1	1	1
15. Liczba i rodzaj dostępnych platform BD dla opcji forward engineering	0,11	0,64	0,43	0,43	0,42	0,14	0,03
16. Opcja reverse engineering	1	1	1	1	1	1	1
17. Liczba i rodzaj dostępnych platform BD dla opcji reverse engineering	0,25	0,5	0,42	0,33	0,25	0,16	0,1
18. Możliwość denormalizacji na poziomie PDM	0	1	1	1	1	0	0
19. Możliwość tworzenia słownika danych	0	1	1	1	0	1	0
20. Tworzenie dokumentacji	0	1	1	1	1	1	0
21. Generowanie danych testowych	0	0	0	1	0	0	0
22. Definiowanie systemu bezpieczeństwa	0	1	1	1	1	1	0

Tabela 2. Wykaz uwzględnionych atrybutów w funkcji oceny, należących do charakterystyki *Wydajność*

Atrybut	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer	IBM InfoSphere	ORACLE SQL Developer Data Modeler	ORACLE MySQL Workbench
1. Liczba i rodzaj obsługiwanych SO	0,18	0,5	0,27	0,32	0,54	0,41	0,55
2. Minimalne wymagania sprzętowe	0,42	0,77	0,25	0,42	0,25	0,55	0,3
3. Możliwość integracji z innymi środowiskami	1	1	1	1	1	1	1
4. Dostępność oprogramowania w wersji niekomercyjnej	0	0	1	0	0	1	1
5. Cena oprogramowania za licencję na 1 stanowisko	0,9	0	0	0,5	0,15	1	1
6. Liczba dostępnych wersji oprogramowania	0,4	0,8	1	0,6	0,2	0,2	0,2
7. Możliwość uzyskania pomocy i informacji nt. narzędzia	0,5	1	1	1	1	1	1

Tabela 3. Wykaz uwzględnionych atrybutów w funkcji oceny, należących do charakterystyki *Bezpieczeństwo*

Atrybut	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer	IBM InfoSphere	ORACLE SQL Developer Data Modeler	ORACLE MySQL Workbench
1. Korzystanie z repozytorium	0	1	1	1	0	0	0

Tabela 4. Wykaz uwzględnionych atrybutów w funkcji oceny, należących do charakterystyki *Kontekst użycia*

Atrybut	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer 15.5	IBM InfoSphere	ORACLE SQL Developer Data Modeler	ORACLE MySQL Workbench
1. Możliwość personalizacji środowiska	0,5	1	1	1	1	0	0
2. Dostęp do sieci	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 5. Wykaz dostępnych notacji modelowania w testowanych narzędziach

Notacja	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer	IBM InfoSphere	ORACLE SQL Developer Data Modeler 4.0.1	ORACLE MySQL Workbench 6.1.4
Bachmana	-	-	-	-	-	✓	-
Barkera	-	-	-	✓	-	✓	-
Martina (IE)	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
IDEF1X	✓	✓	✓	✓	-	-	✓
UML	-	-	-	-	✓	-	✓
E/R	-	-	-	✓	-	-	-
Codasyl	-	-	-	✓	-	-	-
Conceptual	-	-	-	✓	-	-	-
Relational	✓	✓	-	✓	-	-	-

Tabela 6. Wykaz systemów operacyjnych, z którymi współpracuje testowane oprogramowanie

System operacyjny	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer	IBM InfoSphere	ORACLE SQL Developer Data Modeler	ORACLE MySQL Workbench
1. Windows Xp	-	✓	✓	✓	-	✓	✓
2. Windows 2000 Professional	-	✓	-	-	-	-	✓
3. Windows 2000 Server	-	✓	-	-	-	-	✓
4. Windows 2003 Server	-	✓	✓	✓	-	✓	-
5. Windows 2003 Server R2	-	✓	-	-	-	✓	-
6. Windows 2008 Server SP2	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
7. Windows 2008 Server R2	✓	✓	-	✓	✓	✓	-
8. Windows 2012 Server	✓	✓	-	-	✓	-	✓
9. Windows Vista	-	✓	✓	✓	-	✓	✓
10. Windows 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11. Windows 8	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
12. Red Hat Linux Desktop	-	-	-	-	✓	-	-
13. Red Hat Linux Client	-	-	-	-	✓	-	-
14. Red Hat Linux Workstation	-	-	-	-	✓	-	-
15. Red Hat Linux Server	-	-	-	-	✓	-	-
16. SUSE Linux Desktop	-	-	-	-	✓	-	-
17. SUSE Linux Server	-	-	-	-	✓	-	-
18. Ubuntu	-	-	-	-	✓	-	✓
19. Linux RPM	-	-	-	-	-	✓	✓
20. Fedora	-	-	-	-	-	-	✓
21. Mac OS X	-	-	-	-	-	✓	✓
22. Open Solaris	-	-	-	-	-	-	✓

Tabela 7. Wykaz platform baz danych dostępnych dla opcji *forward engineering* w testowanych narzędziach

Platforma bazodanowa <i>forward engineering</i>	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer	IBM InfoSphere	ORACLE SQL Developer Data Modeler	ORACLE MySQL Workbench
1. MS Access	✓	✓	-	-	-	-	-
2. MS Visual FoxPro	-	✓	✓	-	-	-	-
3. MS SQL Server	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
4. ORACLE	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
5. IBM DB2	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
6. MySQL	-	✓	✓	✓	✓	-	✓
7. PostgreSQL	-	✓	✓	✓	✓	-	-
8. Interbase	-	✓	-	-	-	-	-
9. FireBird	-	✓	-	-	-	-	-
10. Informix	-	✓	✓	✓	✓	-	-
11. Sybase	-	✓	✓	-	✓	-	-
12. Sybase IQ	-	✓	✓	-	-	-	-
13. Teradata	-	✓	✓	✓	✓	-	-
14. Progress	-	-	✓	-	-	-	-
15. Netezza	-	✓	-	✓	✓	-	-
16. Hitachi HiRDB	-	✓	-	-	-	-	-
17. GreenPlum	-	✓	-	-	-	-	-
18. ODBC	✓	✓	-	-	-	-	-
19. JDBC	-	-	-	-	✓	✓	-
20. Generic JDBC Driver	-	-	-	-	✓	-	-
21. Apache Derby	-	-	-	-	✓	-	-
22. Adabas	-	-	-	✓	-	-	-
23. AS400	-	-	-	✓	-	-	-
24. SQL Anywhere	-	✓	-	-	-	-	-
25. SQL Lite	-	-	-	-	-	-	-
26. SAS	-	-	✓	-	-	-	-
27. Ingres	-	-	-	✓	-	-	-
28. SAP Hana	-	-	-	✓	-	-	-

Tabela 8. Wykaz platform baz danych dla opcji *reverse engineering* w testowanych narzędziach

Platforma bazodanowa <i>reverse engineering</i>	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer	IBM InfoSphere	ORACLE SQL Developer Data Modeler	ORACLE MySQL Workbench
1. IBM DB2 os/390	-	✓	-	-	-	-	-
2. IBM DB2 UDB	-	✓	✓	-	✓	✓	-
3. MS SQL Server	✓	✓	✓	✓	-	-	-
4. ORACLE	-	✓	✓	✓	-	-	-
5. Sybase ASE	-	✓	✓	✓	-	-	-
6. ODBC	✓	✓	✓	✓	-	-	-
7. MS Access	✓	-	-	-	-	-	-
8. MySQL	-	-	-	-	-	-	✓
9. JDBC	-	-	-	-	-	✓	-
10. JDBC-ODBC	-	-	-	-	-	✓	-
11. Netzza	-	-	-	-	✓	-	-
12. Teradata	-	-	-	-	✓	-	-

Tabela 9. Wykaz minimalnych wymagań sprzętowych dla testowanych narzędzi CASE

Wymagania sprzętowe Minimum/zalecane	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer	IBM InfoSphere	ORACLE SQL Developer Data Modeler	ORACLE MySQL Workbench
1. CPU	1 GHz	600MHz	1,6GHz	1,5 GHz	2 GHz	2 GHz	2 GHz
2. RAM	1 GHz	1 GHz	2 GHz	2 GHz	1 GHz	1 GHz	4 GHz
3. Dysk MB/GB	2 GB	340 MB	2 GB	1 GB	2 GB	110 MB	120 MB

Ceny prezentowane w tabeli 10. przeliczone zostały na podstawie aktualnego kursu walut dla dolara oraz euro (odpowiednio dla wybranych narzędzi).

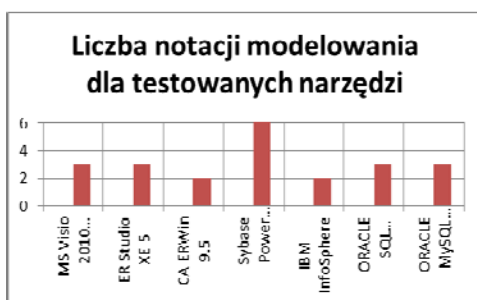
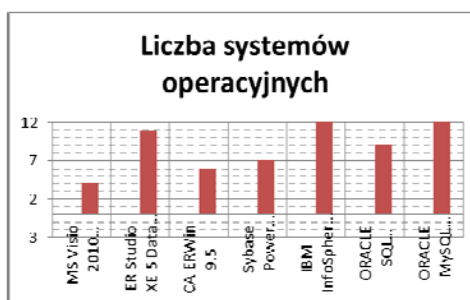
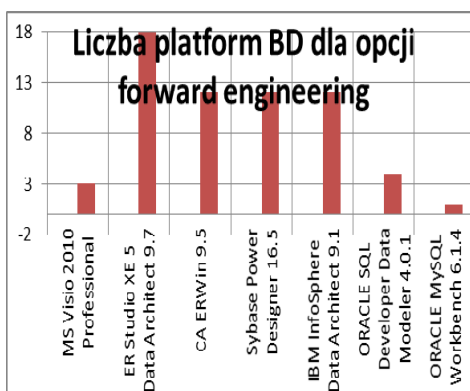
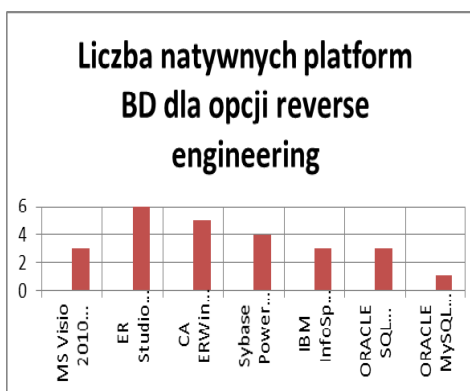
Tabela 10. Wykaz cen dla 1 licencji, na 1 użytkownika dla testowanych narzędzi CASE

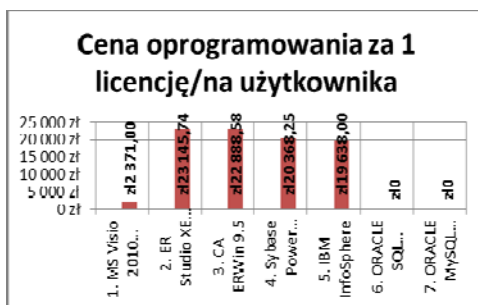
Produkt	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer	IBM InfoSphere	ORACLE SQL Developer Data Modeler	ORACLE MySQL Workbench
Cena (w zł)	2 371,00	23 145,74	22 888,58	20 368,25	19 638,00	0	0

Tabela 11. Wykaz różnych wariantów wartości funkcji oceny dla testowanych narzędzi CASE

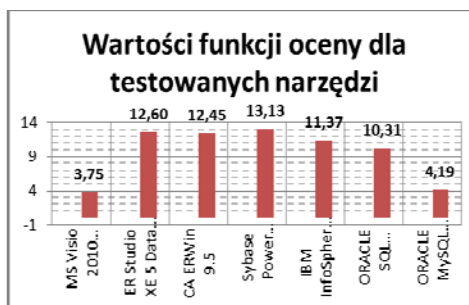
Funkcja oceny dla różnych wartości wag	MS Visio 2010 Professional	ER Studio XE 5 Data Architect	CA ERWin 9.5	Sybase Power Designer 16.5	IBM InfoSphere Data Architect 9.1	ORACLE SQL Developer Data Modeler 4	ORACLE MySQL Workbench 6.1
1.w1=0,6 w2=0,2 w3=0,1 w4=0,1	3,75	12,80	12,45	13,13	11,37	10,31	4,19
2.w1=1 w2=0 w3=0 w4=0	4,86	19,47	18,74	20,10	17,56	15,30	5,13
3.w1=0,7 w2=0,3 w3=0 w4=0	4,42	14,85	14,48	15,22	13,24	12,26	5,10
4.w1=0 w2=1 w3=0 w4=0	3,40	4,07	4,52	3,84	3,14	5,16	5,05
5.w1=0,5 w2=0,5 w3=0 w4=0	4,13	11,77	11,63	11,97	10,35	10,23	5,09

Na rysunkach 14-19 przedstawiono otrzymane wyniki dla testowanych narzędzi.

**Rys. 14.** Liczba dostępnych notacji modelowania w testowanych narzędziach CASE**Rys. 15.** Liczba systemów operacyjnych, z którymi współpracują testowane narzędzia CASE**Rys. 16.** Liczba platform bazodanowych, w stosunku, do których można użyć opcji *forward engineering* z poziomu testowanych narzędzi CASE**Rys. 17.** Liczba natywnych platform bazodanowych, dla których dostępna jest opcja *reverse engineering* dostępnych w testowanych narzędziach CASE



Rys. 18. Wysokość cen oprogramowania za 1 licencję, na 1 użytkownika



Rys. 19. Wartości wyznaczonych funkcji oceny testowanych narzędzi CASE, dla 1 wariantu tabeli 11

6. Zakończenie

W artykule zaproponowany został rozszerzony model do oceny jakościowej oprogramowania modelującego dane, w kontekście projektowania relacyjnych baz danych (bazujący na normie ISO 25010), w stosunku do modelu opracowanego przez [Tuzinkiewicz, Piechota 2011]. Wprowadzony został zbiór dodatkowych atrybutów w zakresie wybranych charakterystyk, poszerzając tym samym poziom szczegółowości oceny. Ponadto do funkcji oceny włączone zostały dodatkowe charakterystyki nieuwzględnione w pracy [Tuzinkiewicz, Piechota 2011].

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, iż niekwestionowanym liderem wśród testowanego oprogramowania zostało narzędzie PowerDesigner 16.5. Na szczególną uwagę zasługuje produkt ER Studio XE5 Data Architect 9.7 firmy Embarcadero plasujący się drugiej pozycji. W kilku dość ważnych kwestiach wypada znacznie lepiej od konkurencyjnego produktu firmy SAP. Ponadto zużywa najmniej zasobów sprzętowych oraz pracuje praktycznie pod każdą wersją systemu Windows, począwszy od XP na wersji 8 kończąc. Jest również niewątpliwym liderem, jeśli chodzi o obsługę platform bazodanowych dla opcji *forward engineering* oraz *reverse engineering* (mając na uwadze natywne połączenia). Jest to także najbardziej intuicyjne w obsłudze narzędzie spośród wszystkich poddanych testom. Jego możliwości znacznie można rozszerzyć poprzez wykorzystanie pozostałych narzędzi wchodzących w skład pakietu ER Studio XE5 Enterprise, tj. Business Architect, Software Architect, Connect, Repository, MetaWizard, ER/Studio Viewer, Data Lineage, Universal Data Models.

Spośród darmowych narzędzi najlepszy wynik osiągnął produkt firmy ORACLE SQL Developer Data Modeler v.4, przewyższając znacznie płatny produkt firmy Microsoft Visio 2010 Professional (rozpatrywany pod kątem modelowania danych). SQL Developer Data Modeler v.4 jest skutecznym narzędziem dla osób wdrażających swoje rozwiązania na bazie danych ORACLE (możliwa jest obsługa innych środowisk po pobraniu odpowiednich sterowników), jak również dążących do zintegrowania modułów z innymi produktami firmy ORACLE. Wybór darmowych wersji narzędzi używanych w modelowaniu danych na potrzeby

projektowania baz danych jest jedną z dogodnych możliwości dla firm posiadających znaczne ograniczenia finansowe czy rozpoczynających swoją przygodę w branży modelowania danych. W takiej sytuacji właściwym podejściem będzie również użycie wersji CA ERWin 9.5 Community, która jest funkcjonalnym odpowiednikiem wersji Standard. Niestety posiada ona ograniczenia co do liczby tworzonych encji (przydatność tej wersji ograniczona do niewielkich projektów). Natomiast jeśli firma posiada profil klientów, dla których projektuje modele, które będą wdrażane w oparciu o serwer MySQL, wówczas rozsądnym wyborem (w szczególności, gdy firma dopiero zdobywa klientów), nie uszczuplając jednocześnie budżetu firmy, wydaje się MySQL Workbench 6.1.4.

Literatura

- Allen S., 2005, *Modelowanie danych*, Helion, Gliwice.
Embarcadero: <http://www.embarcadero.com.pl/produkty/er-studio/> (10.04.2014).
ERWin: <http://erwin.com/> (10.04.2014).
<http://www.saso.org.pl/images/dokumenty/sozo.pdf> (10.04.2014).
IBM: <http://www-03.ibm.com/software/products/pl/subcategory/SWB80> (10.04.2014); <http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg24034837> (10.04.2014).
Łacheciński S., 2012, *Tworzenie relacyjnych modeli danych*, Studia i Materiały, Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, nr 62, s. 42-55, Bydgoszcz.
Łacheciński S., 2013, *Notacje modelowania w projektowaniu relacyjnych baz danych*, „Studia Informatica” vol. 34, nr 4 (114), s. 5-20, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
MySQL Workbench: <http://www.mysql.com/products/workbench/> (10.04.2014).
ORACLE: <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/datamodeler/overview/index.html?ss=SourceSiteId=otnru>; <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/datamodeler/featurelist-167684.html> (10.04.2014).
PowerDesigner: <http://www.sybase.com/products/modelingdevelopment/powerdesigner>; <http://www.sybase.com.pl/products/powerdesigner> (10.04.2014).
SASO: Polskie Stowarzyszenie na rzecz Atestacji i Standaryzacji Oprogramowania – Polski System Oceny Zgodności Oprogramowania.
Tuzinkiewicz L., Piechota B., 2011, *Ocena narzędzi wspierających proces projektowania baz danych*, „Studia Informatica” vol. 32, nr 2A (96), s. 143-155, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
Visio: <http://office.microsoft.com/pl-pl/visio/najwazniejsze-funkcje-programu-microsoft-visio-2013-oprogramowanie-do-tworzenia-diagramow-FX103796044.aspx> (10.04.2014).

COMPARATIVE ANALYSIS OF SELECTED CASE TOOLS FOR DATA MODELING IN RELATIONAL DATABASES DESIGN

Summary: The article presents an attempt to evaluate commercially available software selected software vendors, used in the design of relational databases. In the comparative analyses both commercial and non-commercial solutions are taken into account. The research purpose is to propose a method of assessment of tools based on a modified model of usable quality presented in ISO 25010 and to select the best tool of the ones that have been evaluated.

Keywords: CASE tools, data modeling, database design, modeling notations.