

UNIwersytet Gdański
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki

Mateusz Kwiatkowski

nr albumu: 194 925

Walidacja w elektronicznym systemie zarządzania osiągnięciami studenta

Praca magisterska na kierunku:

INFORMATYKA

Promotor:

dr Włodzimierz Bzyl

Gdańsk 2014

Streszczenie

sa powinno zawierać omówienie głównych tez pracy magisterskiej, celów jakie autor sobie postawił

sb powinno zawierać informację czy udało się je zrealizować

sc należy także napisać jakimi metodami, technologiami się posłużono i jakie to przyniosło efekty

Pracę poświęcono zagadnieniu walidacji, kwestii ważnej i integralnie związanej z odpowiednim funkcjonowaniem sieci. W szczególności zwrócono uwagę na aspekt prawidłowego zarządzania jej jakością, co obligatoryjnie wiąże się z problemem odpowiedniego zabezpieczenia i odpowiedzialnego korzystania z niej.

Praca prezentuje sposób tworzenia oraz funkcjonowanie pakietu walidującego do frameworka *Meteor*. Pakiet ten ma umożliwić użytkownikowi wprowadzenie błędnych danych do systemu, dzięki czemu podniesiony zostanie poziom zaufania do korzystania z niego. Jednocześnie, aby przybliżyć i zademonstrować jego działanie, utworzono na potrzeby pracy, aplikację elektroniczny indeks. Wybór dokumentu nie był przypadkowy. Świadczy o tym jego wysoka ranga wśród uczelnianej dokumentacji urzędowej. Inny, równie istotny powód wyboru stanowi fakt, iż korzystanie z sieci komputerowej w systemie edukacyjnym stało się powszechne. Uczelnie wyższe wykorzystują sieć, by między innymi ułatwić kontakty na linii: wykładowca - student - administracja uczelni. Temu ma służyć wprowadzenie w ostatnich latach przez większość uczelni wyższych w Polsce, w tym Uniwersytet Gdański, elektronicznego systemu zarządzania osiągnięciami studentów tzw. elektronicznego indeksu.

W pracy, walidacji zostaną poddane operacje, które można wykonać w aplikacji elektroniczny indeks. Do stworzenia jej użyto frameworku *Meteor*, a dane wprowadzone do systemu, w celu ich przechowywania umieszczono w bazie danych - *MongoDB*.

Założono, że skutkiem tego informatycznego sofizmu będzie uproszczenie, a nawet intuicyjność obsługi oprogramowania. Cele założone przez autora pracy zostały zrealizowane, czego dowodem jest udostępnienie do pobrania pakietu walidacji systemu.

Spis treści

| | |
|--|----|
| Wprowadzenie | 5 |
| 1. Walidacja oprogramowania | 9 |
| 1.1. Specjalistyczny rudymet do walidacji | 9 |
| 1.2. Kategorie walidacji | 11 |
| 1.3. Różnica między walidacją a weryfikacją | 11 |
| 1.4. Etapy walidacji | 15 |
| 2. Aplikacja Elektroniczny indeks w Meteor | 18 |
| 2.1. Cele i funkcjonalność aplikacji | 18 |
| 2.2. Opis tworzenia aplikacji | 18 |
| 2.3. Opis testowania aplikacji | 18 |
| 2.4. Opis własnych rozwiązań | 18 |
| 3. Pakiet walidujący operacje elektronicznego indeksu | 19 |
| 3.1. Funkcjonalność pakietu | 19 |
| 3.2. Opis tworzenia pakietu | 19 |
| 3.3. Implementacja pakietu w aplikacji | 19 |
| 3.4. Przetestowanie pakietu | 19 |
| Zakończenie | 20 |
| A. Mesosphere | 21 |
| B. Meteor | 22 |
| C. Laika | 23 |
| D. TinyTest | 24 |
| Bibliografia | 25 |

| | |
|--------------------------------|----|
| Spis tablic | 27 |
| Spis rysunków | 28 |
| Oświadczenie | 29 |

Wprowadzenie

- wa** jak nazwa wskazuje, ma wprowadzać w obszar problemowy pracy
- wb** powinno przedstawiać ogólne uwarunkowania problemu oraz opisać go w kontekście
- wc** powinno zawierać powód dlaczego poruszyło się taki temat
- wd** należy odnieść się do dorobku innych

Najcenniejszym walorem komputera i Internetu są przechowywane w nich dane - zarówno ich ilość, jak i jakość. Ze względu na to, z dnia na dzień, rośnie liczba użytkowników sieci. Jednocześnie zwiększa się liczebność i różnorodność usług sieciowych.

Komputer i Internet zmienił, wciąż zmienia naszą codzienność. To prawda oczywista. Usługi internetowe nie są już domeną urzędów, firm czy handlu. Chcemy za ich pomocą robić zakupy, obsługiwać konto w banku, a także załatwiać wszelkie formalności w urzędach. Jest to po prostu wymóg rozwoju cywilizacji, techniki oraz oszczędności czasu.

Coraz częściej systemy informatyczne wykorzystywane są w edukacji społeczeństwa. Jeszcze do niedawna na wszystkich uczelniach wyższych stosowano klasyczne indeksy papierowe, aby zarchiwizować osiągnięcia studentów podczas całego cyklu kształcenia. Jednak w wyniku rozwoju technologii internetowych coraz częściej rezygnuje się z klasycznych rozwiązań, zastępując je ich elektronicznymi odpowiednikami.

Dziś wiele szkół i uczelni wprowadziło do obszaru swego funkcjonowania nowoczesny system ewidencji osiągnięć ucznia czy studenta. W szkołach podstawowych, gimnazjach, liceach, technikach czy zasadniczych szkołach zawodowych jest nim tzw. dziennik elektroniczny. W uczelniach wyższych nazwano go elektronicznym indeksem. Zjawisko to stanowi nie lada wyzwanie, ponieważ wiąże się z problemem niezawodnego świadczenia usług w sieci komputerowej. Odbiorca, w tym przypadku uczeń lub student, musi mieć pewność, że dane są stałe, prawdziwe, od-

powiednio zabezpieczone przed ich utratą czy nieuprawnionym dostępem. Należy nadmienić, że taki poziom zaufania i poczucia bezpieczeństwa funkcjonowania systemu, powinna mieć również druga strona - nadawca, ten który wprowadza owe dane. Jest to tym bardziej ważną kwestią, gdyż coraz częściej mamy do czynienia ze zdarzeniami, wskazującymi na nieprawidłowe stosowanie sieci komputerowej lub jej nadużycie.

Rozwiązaniem, które zapewniłoby wzrost poziomu zaufania do korzystania z sieci, w tym również z elektronicznego systemu zarządzania osiągnięciami ucznia lub studenta jest, według autora niniejszej pracy, odpowiednie i odpowiedzialne zarządzanie jej jakością, czemu służy walidacja systemu.

Zjawisko to jest szeroko stosowane w technice i informatyce. Internetowy Słownik Języka Polskiego wyjaśnia hasło „walidacja” w następujący sposób: „walidacja (technika) - badanie odpowiedności, trafność lub dokładności czegoś”.[1]

Sam termin - „walidacja” pochodzi od angielskiego słowa „validate” i oznacza - w kontekście informatycznym - sprawdzanie poprawności i zgodności z zadanymi kryteriami. Jest on stosowany w odniesieniu do danych pochodzących od użytkownika, jak również w stosunku do zmiennych, obiektów, typów i klas w różnych językach programowania.[2]

Walidacja jest działaniem, mającym na celu potwierdzenie w sposób udokumentowany i zgodny z założeniami, że procedury, procesy, urządzenia, materiały, czynności i systemy, rzeczywiście prowadzą do zaplanowanych wyników. Znana jest także jako kontrola jakości oprogramowania.[3]

Wprowadzając dane do systemu, użytkownik może - świadomie lub nie - popełnić pomyłkę. Jeżeli dane odebrane przez użytkownika poddamy przetworzeniu bez weryfikacji, wówczas, w zależności od odporności aplikacji, możemy mieć do czynienia z różnymi rodzajami błędów, od drukowania w przeglądarce klienta komunikatów diagnostycznych, poprzez utratę spójności bazy danych, aż po ujawnienie niepowołanym użytkownikom informacji poufnych. Z tego powodu nie wolno ignorować wagi problemu.

Aplikacje pozbawione walidacji pozwalają użytkownikowi na wprowadzenie irracjonalnych danych do systemu. Przykładem takiej aplikacji jest wspomniany przez autora pracy, elektroniczny indeks. Operacje, takie jak: wystawianie studentowi ocen z ćwiczeń czy też oceny z egzaminu kończącej edukację z danego przed-

miotu, powinny być odpowiednio walidowane. Dzięki temu nie dojdzie do niepożądanych zjawisk typu:

- student nie uzyskał pozytywnej oceny z ćwiczeń, a otrzymuje ocenę z egzaminu kończącego przedmiot,
- student otrzymuje ocenę spoza skali oceniania systemu danej uczelni,
- student uzyskuje ocenę od osoby nieuprawnionej do jej wystawienia.

Dlatego też, autor pracy chce zwrócić uwagę na rodzący się problem, związany z wprowadzeniem przez uczelnie elektronicznego indeksu oraz jego odpowiednim funkcjonowaniem. Zaproponowanie zastosowania walidacji w elektronicznym systemie wystawiania ocen usprawni działanie oraz udoskonali jego funkcjonalność. Korzystając z aplikacji, w której zaimplementowana jest walidacja możemy mieć pewność, że nie dojdzie do sytuacji, by użytkownik wprowadził błędne dane do systemu. Należy również zwrócić uwagę na ekonomiczny aspekt walidacji. Mianowicie oszczędność czasu użytkownika czy zwiększenie efektywności jego pracy.

W celu ukazania i udowodnienia przydatności walidacji podczas korzystania z elektronicznego systemu zarządzania osiągnięciami studenta, pokazano w pracy działanie tego zjawiska w aplikacji stworzonej w frameworku *Meteor* oraz zaprezentowano ułożony pakiet oraz wyjaśniono, jak udostępnić go w prosty, jasny i zrozumiały sposób.

Tworzenie pakietu walidującego oraz aplikacji - elektroniczny indeks, która korzysta ze stworzonego w ramach pracy pakietu, oparto na doświadczeniu innych badaczy, zajmujących się oprogramowaniami komputerowymi, takich jak: Kelly Copley, Tom Coleman czy Sacha Greif. W pracy umieszczono ponadto uzasadnienie, dlaczego wybrane technologie, takie jak - *Meteor* oraz *MongoDB*, to najbardziej trafny wybór do generowania pakietu walidacyjnego elektronicznego zarządzania osiągnięciami studenta.

Autor niniejszej pracy miał kontakt z wieloma systemami zarządzania osiągnięciami studentów, ale w każdym można było doprowadzać do anomalii. Zajęcie się rozwiązaniem tego problemu jest, z punktu widzenia informatyka interesujące.

Efektem pracy może być nie tylko usprawnienie działania systemu, ale również poczucie, że praca z nim jest prosta, przyjemna i wręcz intuicyjna.

Walidacja oprogramowania

stressp Najbardziej istotna informacja

topicp Początek nowego zdania odnoszący się do istotnej informacji poprzedniego zdania

W tym rozdziale autor postara się przybliżyć oraz wyjaśnić co to jest walidacja.

1.1. Specjalistyczny rudymet do walidacji

Walidacja jest to proces wyznaczania kompatybilności stopnia użytkownika systemu, w którym dany model staje się wiernym odzwierciedleniem rzeczywistego systemu. Chodzi o skuteczną zgodność wprowadzonych danych z ich oryginałem. Proces ten ma na celu zilustrowanie czy symulacja dostarcza użytkownikowi wiarygodnych danych wyjściowych, zgodnych z danymi wejściowymi użytkownika. Dokonuje więc, weryfikacji zgodności wizji projektanta z realnym światem. Pełni rolę autocenzury konkretnego systemu, by każdy wirtualny użytkownik, miał pewność, że dane wprowadzone do systemu są stałe i spełniają przydzieloną im rolę.

Każdy system informatyczny wymaga osiągnięcia odpowiedniego stopnia adekwatności, bezbłędności, stabilności oraz wyeliminowania błędów działania w modelu. Przez model, który przeszedł walidację, rozumieć należy ten, który został poddany serii operacji, mających na celu doprecyzowanie go do optymalnego poziomu, przez co, zgodnie z jego przeznaczeniem, będzie mógł sprostać postawionym przed nim zadaniom. Taki poziom wiarygodności modelu uzyskamy dzięki procesowi walidacji.

Systemy zautomatyzowane i skomputeryzowane stosowane szczególnie w przemyśle wysokich technologii, muszą być poddawane okresowym kontrolom, potwierdzającym ich jakość w celu wykrycia ewentualnych, potencjalnych zagrożeń,

wynikających z bezpośredniego lub pośredniego wpływu na produkt końcowy. Walidacja zatem ma udokumentować, w jaki sposób należy zmienić i udoskonalić proces, aby zminimalizować ewentualne skutki jego nieprawidłowego działania.

Jeżeli istnieje możliwość, walidacja systemu powinna być poprzedzona rozmową z jego użytkownikiem. Ma ona spełnić rolę sondy i zebrania cennych informacji, by program walidacyjny stał się optymalny. Mając przez długi czas styczność z systemem rzeczywistym, ekspert często potrafi odpowiedzieć na pytania dotyczące całości systemu lub wskazać rażące błędy, których podstawą jest niezrozumienie rzeczywistego systemu, co staje się przyczyną generowania przez symulację złych wyników. [4]

Innym zagadnieniem mającym związek z procesem walidacji jest problem czasu tworzenia go oraz związanych z tym kosztów. Walidacja procesów, systemów czy urządzeń jest czasochłonna. Tworzenie dokumentacji, procedur, wykonywanie testów i działań naprawczych na ogół przeciąga się w czasie. Dobrze zarządzana walidacja, obciąża budżet projektu w skali 4 - 7 % kosztów. Nieprawidłowo prowadzona podnosi ją do 20 - 30% kosztów całkowitych. Poniesienie niskich nakładów może przynieść wymierne zyski ekonomiczne już w krótkiej perspektywie. Według danych zgromadzonych przez osoby zajmujące się walidacją dla nowych urządzeń i systemów produkcyjnych, wydajność początkowa urządzenia, które były przedmiotem pełnego cyklu walidacji, może być 2 - 3 razy wyższa, niż tych uruchomionych bez jej przeprowadzania. Mechanizmy i systemy poddane walidacji osiągają pełną zdolność produkcyjną a ich kultura obsługi i serwisu jest wysoka, ponieważ w czasie testów walidacyjnych pracownicy zdobywają praktyczną wiedzę od dostawcy czy użytkownika. Właściwe opracowanie *specyfikacji wymagań użytkownika*

/ w skrócie URS / ¹, prowadzenie kwalifikacji projektu, nadzorowanie i współpraca z dostawcą od początku wiąże się z nakładami. Jednak poniesione koszty są niewspółmierne niższe od kosztów poprawy pracy czy usuwania usterek w gotowym urządzeniu, czy utworzonym systemie. Dlatego ważna jest współpraca z dostawcą / użytkownikiem od samego początku inwestycji. Wspólne rozwiązywanie proble-

¹ang. User Requirements Specification - URS

mów, tworzenie scenariuszy testowych, pozwala na obustronną wymianę wiedzy i znaczne ograniczenie kosztów w późniejszej eksploatacji systemu i urządzenia.[5]

1.2. Kategorie walidacji

Kryterium funkcjonalności wyróżnia następujący podział walidacji:

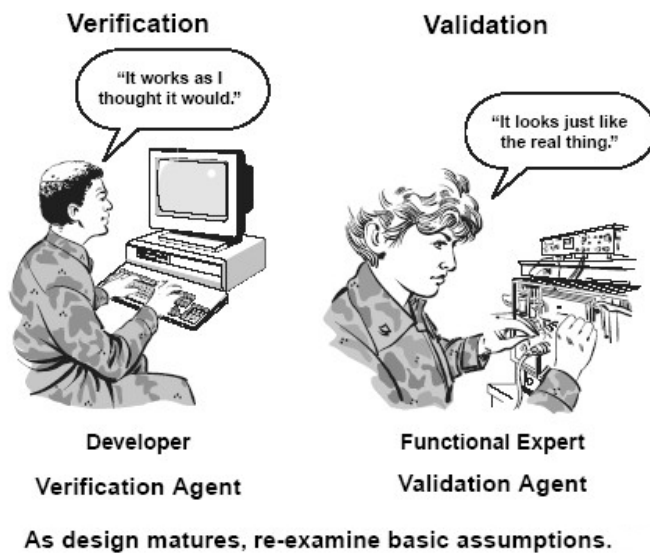
1. **Walidacja prospektywna** – zadaniem takiej walidacji jest, aby przed wprowadzeniem nowych produktów na rynek upewnić się, że funkcjonują prawidłowo i spełniają standardy bezpieczeństwa.
2. **Walidacja retrospektywna** – ten proces wyasygnowano dla produktów, które są już w użyciu oraz dystrybucji czy produkcji. Walidację tą przeprowadza się na podstawie wcześniej określonych oczekiwań specyfikacji produktu oraz danych historycznych. Jeśli jakiegokolwiek dane krytyczne są niepełne, to nie mogą być one przetworzone lub mogą być przetworzone częściowo. Zadania są uważane za konieczne, gdy:
 - walidacja prospektywna jest niewystarczająca lub błędna,
 - zmiana przepisów prawnych lub norm wpływa na zgodność produktów wypuszczonych na rynek,
 - przywrócenie produktu do użytkowania.
3. **Rewalidacja** – przeprowadza się dla produktu, który został odrzucony, naprawiony, zintegrowany, przeniesiony lub po upływie określonego czasu.[6]

1.3. Różnica między walidacją a weryfikacją

W testowaniu oprogramowania ważne są pojęcia – weryfikacja i walidacja. Pojęcie walidacji wyjaśniono we wprowadzeniu oraz rudymencie podrozdziału pierwszego. Należy wyjaśnić również pojęcie *weryfikacji*

Internetowy Słownik Języka Polskiego podaje następujące znaczenia tego słowa: *weryfikacja* z łac. *verifico* - „wycenić wartość, ustalić; 1. Sprawdzenie zgodności czegoś z prawdą; sprawdzenie autentyczności czegoś; weryfikacja hipotezy, teorii,

faktów. 2. Sprawdzanie i ocena czyichś kwalifikacji - np. pracownika”. Różnica w znaczeniu tych pojęć jest istotna. Aby ją wskazać należy zwrócić uwagę na celowość tych dwóch określeń. Specyfika działania weryfikacji to zastosowanie pytania: „Czy produkt tworzony jest prawidłowo?”. Z kolei dla procesu walidacji typowym pytaniem będzie: „Czy tworzony produkt jest prawidłowy?”. *Prawidłowy* – to znaczy zgodny z wytycznymi programowania, przy zastosowaniu odpowiednich metod, języka programowania i algorytmów.



Rysunek 1.1. Różnice między weryfikacją, walidacją

Źródło: <http://commons.wikimedia.org/wiki/>

Pojęcia weryfikacji i walidacji są znaczeniowo na tyle bliskie, że mogą przysporzyć trudności. Zarówno weryfikacja jak i walidacja produktu są czynnościami, które służą sprawdzeniu, czy wytworzony produkt jest taki, jaki sobie życzyliśmy my, bądź inny interesariusz. *Produkt* możemy rozumieć jako:

- dany moduł systemu,
- blok kodu,

- cały system,
- istotny dokument, na bazie którego moduł lub system będzie zbudowany.

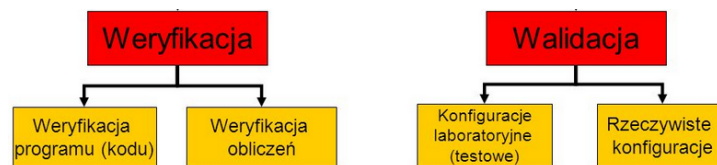
Warto zapamiętać, że obie te czynności zachodzą w wielu różnych momentach i mogą pojawić się w wielu fazach procesu tworzenia systemu. Błędym będzie zatem rozumienie, np. walidacji, jako jakiegoś etapu wieńczącego budowę systemu. Różnice między weryfikacją i walidacją dotyczą przede wszystkim tego, z jakiej perspektywy dokonujemy sprawdzenia czy jest to perspektywa technologiczna i typowa dla zespołów budujących system, czy raczej z perspektywy użytkownika końcowego, który nie ma obowiązku rozumieć technicznej strony systemu, z którego będzie korzystał.

Najprościej jest zapamiętać, że weryfikujemy to, co da się wyliczyć, wykazać logicznie i nie ma jak zanegować tego, co już zweryfikowane. Przy dobrze spisanych wymaganiach weryfikacji dokonać może każdy człowiek rozumiejący tekst specyfikacji i wiedzący, jak wykonać test. Natomiast walidacja zawsze jest po stronie odbiorcy i to zaspokojenie jego potrzeb jest ostatecznym kryterium sukcesu. Odcinając się od możliwości konsultowania z klientem spraw dotyczących choćby wygody użytkowania produktu, wytwórcy ryzykują niepowodzenie walidacji.

Weryfikacja produktu procesu polega na dostarczeniu dowodów, że dany produkt spełnia z d e f i n i o w a n e wymagania. Można spotkać się też z objaśnieniami tego terminu mówiącymi, że jest to sprawdzanie „czy aplikacja jest prawidłowo zbudowana”, czy produkty danego etapu produkcji spełniają wymogi założone na początku całego procesu. Kluczowym słowem jest wyraz - *zdefiniowane*. Weryfikacja domaga się odniesienia do przesłanek, które spisano w taki sposób, by można je było sprawdzić w sposób jednoznaczny. Weryfikacja polega na stwierdzeniu, że dany punkt np. specyfikacji technicznej jest informacją, która w sposób prawdziwy opisuje dany produkt poddany testowi. W praktyce powinniśmy zatem unifikować weryfikację z procesem, który zakończy się „zero-jedynkowym” rozstrzygnięciem, decydującym o tym, że dany produkt wygląda, bądź zachowuje się, bądź jest taki, jak ustalono dla niego w specyfikacji wszystkich przesłanek. Jeśli na przykład jakąś funkcjonalność można:

- sprawdzić poprzez odczytanie wyniku liczbowego, którego ona dostarcza;

- zbadać czy odpowiedź systemu nastąpi w konkretnie ustalonym czasie;
- sprawdzić czy następuje przesłanie odpowiedniego pliku między serwerem a klientem, wtedy możemy oczekiwać, że proces sprawdzania tego produktu jest weryfikacją.



Rysunek 1.2. Weryfikacja i walidacja

Źródło: <http://slideplayer.pl/slide/427709/> slajd 4

Walidacja produktu polega na sprawdzeniu poprawności i dostarczeniu dowodów, że proces wytwarzania go, spełnia potrzeby i wymagania użytkownika. Tłumaczy się ją również, jako „sprawdzenie czy aplikacja jest poprawna” / w starszych wersjach słowników testerskich / [7]

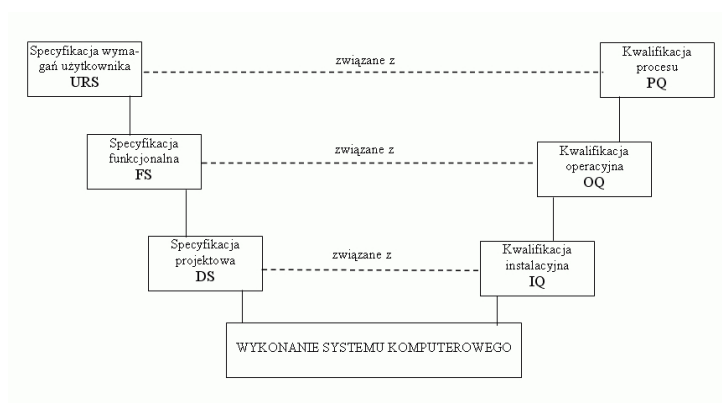
Najistotniejsze do zrozumienia walidacji jest to, że to, co było jasno zdefiniowanym kryterium zaliczenia testu, jest tutaj zamienione na potrzeby i wymagania użytkownika. O ile zweryfikować można różne rzeczy bez wczuwania się w rolę użytkownika końcowego / bo wystarczy się oprzeć choćby na wyliczeniach i sprawdzaniu, czy wyniki są zgodne z założeniami ze specyfikacji /, to walidacja służy właśnie do sprawdzenia wszystkich tych funkcjonalności, które użytkownik będzie oceniał pod kątem swoich osobistych upodobań, często subiektywnie, nieraz w oparciu o rozmaite nawyki. Sukces walidacji opiera się niejednokrotnie na sprawach, które ciężko jest przewidzieć podczas pisania specyfikacji funkcjonalnej. Odbiorca systemu nieraz nie uświadamia sobie swoich własnych aberracji i może stwierdzić ich brak dopiero wtedy, gdy przystępuje do finałowego testu akceptacyjnego. Często wtedy słyszany argument z ust niezadowolonego odbiorcy jest to, że coś było „tak oczywiste, że nie trzeba tego było spisywać w specyfikacji”. O ile kluczem do udanej weryfikacji produktu jest klarowne zdefiniowanie kryteriów zaliczenia testu, o tyle kluczem do udanej walidacji jest pogłębiona i sprawna

komunikacja z odbiorcą, zadawanie celnych pytań pomagających w zrozumieniu autentycznych potrzeb klienta, przeprowadzanie wraz z klientem symulacji zastosowań systemu na wszelkiego rodzaju makietach. Kolejną bardzo istotną sprawą jest umiejętne korzystanie z badań aktualnych rozwiązań i tendencji w produktach dostępnych na rynku, co wiąże się z przeglądaniem odpowiednich stron internetowych, sięganiem po prace znawców tematu i autorytetów, ciągłym doksztalcaniem.

Walidację warto zapamiętać jako ogół tych czynności, które zwiększają szansę na zadowolenie odbiorcy tworzonego produktu i które będą brały pod uwagę konsultacje z tym odbiorcą, wspólne wypracowywanie rozwiązania i przewidywanie jego preferencji.[7]

1.4. Etapy walidacji

Zakres walidacji powinien uwzględniać wiele czynników systemu, w tym jego zamierzone zastosowanie i rodzaj walidacji oraz czy mają być dołączane nowe elementy systemu. Walidacja powinna być uznawana za część całego cyklu użytkowania systemu komputerowego. Cykl ten obejmuje planowanie, specyfikację, programowanie, badanie, odbiór techniczny, dokumentację, działanie, monitorowanie i modyfikowanie.



Rysunek 1.3. Cykl życia systemu

Źródło: <http://www.label.pl>

Projektowanie systemu skomputeryzowanego można podzielić na kilka etapów:

1. **Specyfikowanie** – URS oraz specyfikacja funkcjonalna². W planie walidacji tego etapu projektowania powinno się uwzględnić audyt dostawcy oraz przegląd specyfikacji.
2. **Projektowanie** – projekt hardware³, software⁴, projekt mechaniczny i elektryczny oraz projekt sieci informatycznej. Walidacją objęty jest przegląd poszczególnych projektów – kwalifikacja projektu⁵.
3. **Wykonanie** – utworzenie hardware, połączeń elektrycznych modułów systemu, oprogramowanie modułów, montaż całego urządzenia, wykonanie sieci informatycznej. Walidacja obejmuje przeglądy wykonania poszczególnych czynności oraz przegląd kodów źródłowych oprogramowania.
4. **Testowanie** – testowanie hardware, poszczególnych modułów oprogramowania, integracji oprogramowania oraz testy funkcjonalne kompletnego urządzenia. Walidacja obejmuje nadzór nad dostawcą poszczególnych elementów systemu.
5. **Instalacja** – instalacja hardware, software, urządzeń, sieci informatycznej, testy instalacyjne hardware oraz sieci informatycznej. Walidacja tego etapu projektowania systemu skomputeryzowanego dotyczy pełnej kwalifikacji instalacyjnej⁶.
6. **Odbiór** – testy akceptacji systemu, w tym kompletności dokumentacji. Na tym etapie realizacji, walidacja dotyczy kwalifikacji operacyjnej⁷ oraz procesowej⁸. Zakończenie walidacji uwieńczone jest raportem, który powinien

²ang. Functional Specification - FS

³ang. Hardware Design System - HDS

⁴ang. Software Design System - SDS

⁵ang. Design Qualification - DQ

⁶ang. Installation Qualification - IQ

⁷ang. Operational Qualification - OQ

⁸ang. Performance Qualification - PQ

określać przykładowo urządzenia produkcyjne, krytyczne parametry procesu i krytyczne zakresy operacyjne, charakterystykę produktu, sposób pobierania próbek koniecznych do zebrania danych z badań, ilość przebiegów procesu walidacyjnego i akceptowalne wyniki badań.

7. **Użytkowanie systemu** – konserwacja i utrzymanie sprawności systemu, nadzór nad zmianami. W okresie użytkowania systemu przeprowadzane są okresowe, planowane rewalidacje, a system jest monitorowany.[8]

ROZDZIAŁ 2

Aplikacja Elektroniczny indeks w Meteor

2.1. Cele i funkcjonalność aplikacji

2.2. Opis tworzenia aplikacji

[9] [10] [11] [12] [13] [14] [15]

2.3. Opis testowania aplikacji

[16]

2.4. Opis własnych rozwiązań

ROZDZIAŁ 3

Pakiet walidujący operacje elektronicznego indeksu

3.1. Funkcjonalność pakietu

3.2. Opis tworzenia pakietu

[17] [10] [11]

3.3. Implementacja pakietu w aplikacji

3.4. Przetestowanie pakietu

[18]

Zakończenie

DODATEK A

Mesosphere

DODATEK B

Meteor

DODATEK C

Laika

DODATEK D

TinyTest

Bibliografia

- [1] PWN. [Walidacja](#). *SJP PWN*, 2014.
- [2] Włodzimierz Gajda. [Walidacja danych](#). *gajdaw*, 2008.
- [3] Wikipedia. [Walidacja \(technika\)](#). *Wikipedia*, 2014.
- [4] Wikipedia. [Weryfikacja i walidacja oprogramowania](#). *Wikipedia*, 2014.
- [5] Wikipedia. [Aspekty ekonomiczne procesu walidacji](#). *DPK Consulting*, 2008.
- [6] Wikipedia. [Verification and validation](#). *Wikipedia*, 2014.
- [7] Piotr Furtak. [Jak zrozumieć różnicę między weryfikacją a walidacją systemu, by nie mieć problemu podczas odpowiadania na egzaminie ISTQB?](#) *ALT-KOM Akademia*, 2014.
- [8] W. Szkolnikowski A. Łobzowski. [Co firma LAB-EL ma do powiedzenia w tematyce GAMP 4 \(cz. 2\)](#). *LAB-EL*, 2009.
- [9] Stephen Walther. [An Introduction to Meteor](#). *stephenwalther*, 2013.
- [10] MeteorJS. [Meteor Documentation](#), 2014.
- [11] Tom Coleman and Sacha Greif. [Discover Meteor: Building Real-Time JavaScript Web Apps](#). First edition edition, 2013.
- [12] Joyent. [Node.js Manual and Documentation](#), 2014.
- [13] MongoDB. [The MongoDB Manual](#), 2014.
- [14] Kristina Chodorow. [Scaling MongoDB](#). First edition edition, 2011.
- [15] Rick Copeland. [Scaling with MongoDB](#). page 32, 2012.
- [16] Arunoda Susiripala. [Test Driven Development with Meteor](#). *Sitepoint*, 2013.
- [17] Stephen Walther. [Creating a basic meteorite smart package](#). *Vintyge Inc*, 2012.

- [18] Eventedmind. *Testing Packages with Tinytest*, 2013.

Spis tablic

Spis rysunków

| | |
|--|----|
| 1.1. Różnice między weryfikacją, walidacją | 12 |
| 1.2. Weryfikacja i walidacja | 14 |
| 1.3. Cykl życia systemu | 15 |

Oświadczenie

Ja, niżej podpisany(a) oświadczam, iż przedłożona praca dyplomowa została wykonana przeze mnie samodzielnie, nie narusza praw autorskich, interesów prawnych i materialnych innych osób.

.....

data

.....

podpis