

**EDUKACJA TESTOWANIA: NARZĘDZIE ALL-PAIRS TESTING  
W PROCESIE OPTYMALIZACJI TESTÓW KONFIGURACJI –  
ZASTOSOWANIE NARZĘDZIA W SYSTEMIE B2B OPTIBUD  
(PROJEKT INNOTECH)**

**THE EDUCATION TESTING: ALL-PAIRS TESTING TOOL IN THE  
TESTS CONFIGURATIONS OPTIMIZATION PROCESS - THE USE  
OF THE TOOL IN A B2B OPTIBUD SYSTEM (INNOTECH PROJECT)**

**Marek Żukowicz**

Politechnika Rzeszowska

Wydział Elektroniki I Informatyki

ul. Wincentego Pola 2, 35-959 Rzeszów

e-mail: bobmarek@o2.pl

**Abstract:** This article is related to the IT industry in the context of optimizing the configuration tests using the appropriate methods and tools. The first chapter is an introduction, which describes the problem of testing a large number of computer systems pairs configuration, and gives a definition of a pair wise testing. The paper also describes the problem of an education testing. The chapter explains why the reduction in pairs test does not degrade the quality of the tests. The second chapter provides a description and demonstration of the utility All-pairs Testing, which is used to generate tests in a reduced amount, while at the same time without increasing risk oversight, the pair wise testing method and a description of the parameters for which it makes sense to apply the pair wise testing method are applied. The third chapter describes the study and the results on the reduction of test configuration for B2B OPTIbud system. Last chapter presents the conclusions and summary of the study.

**Keywords:** pair wise testing, combinatorial testing, tests optimization, All-pairs Testing, B2B OPTIbud system.

**Wprowadzenie do metody pairwise testing**

Analizując branżę informatyczną i testowanie aplikacji, okazuje się, że bardzo często brakuje dydaktyki testowania. W Polsce wiele uczelni proponuje kierunki informatyczne, lecz nieliczne oferują elementy edukacji testowania. Wiele mówi się o otwartości uczelni na pomysły i pomoc ze strony przedsiębiorców, ale niestety mało słyszy się o edukacji testowania na uczelniach wyższych. Zawodowi testerzy często muszą na własną rękę zwiększać swoją wiedzę oraz kwalifikacje. Okazuje się, że dobrym źródłem wiedzy dotyczącej testowania jest Internet. Znajac język angielski, człowiek jest w stanie sporo dowiedzieć się na temat

testowania. Ciekawym źródłem wiedzy są również publikacje naukowe związane z testowaniem. Można w nich znaleźć ciekawe strategie postępowania w niektórych przypadkach. Jednak niektóre z nich są nieco abstrakcyjne i niekoniecznie znajdują zastosowania w praktyce.

Istnieje wiele rodzajów testów. Jednym z nich jest **testowanie kombinatoryczne**. Jest to problem przed którym stoimy, gdy mamy produkt, który przetwarza wiele zmiennych, które mogą wchodzić w interakcje. Wobec tego podana jest definicja:

**Definicja 1. Testowanie par (ang. pairwise testing):** Czarno-skrzynkowa technika projektowania przypadków testowych w której przypadki testowe są projektowane tak, aby

wykonać wszystkie możliwe dyskretne kombinacje każdej pary parametrów wejściowych. Zmienne mogą pochodzić z różnych źródeł, np. interfejsu użytkownika, systemu operacyjnego, urządzeń peryferyjnych, bazy danych, lub w sieci. Celem projektowania testów metodą *pairwise testing* jest potwierdzenie, że różne kombinacje zmiennych są prawidłowo obsługiwane przez system lub **wykrycie defektów, które są wynikiem kombinacji par zmiennych w konfiguracji lub par zmiennych wejściowych**, w możliwie krótkim czasie. W wielu przypadkach zdarza się, że wystąpienie awarii jest związane z kombinacją dwóch parametrów, a nie ich większej ilości. Jest tak dlatego, że **prawdopodobieństwo wystąpienia błędu spowodowanego kombinacją dwóch par jest o wiele większe, niż prawdopodobieństwo wystąpienia błędu spowodowanego kombinacją trzech parametrów lub funkcji**. Testowanie parami

zwykle zaczynamy wybierając wartości zmiennych wejściowych systemu. Wartości te są następnie przesuwane tak, aby uzyskać pokrycie wszystkich par. Często wykorzystuje się do tego celu **tablice ortogonalne** (ang. *Orthogonal Arrays*, używane do eksperymentów statystycznych). W artykule natomiast zostanie do tego celu użyte narzędzie **All-pairs testing**, którego producentem są pracownicy portalu internetowego *testerzy.pl*. Sposób działania Metoda **pair wise testing** jest opisana w pracach [2] oraz [3].

### Narzędzie All-pairs Testing

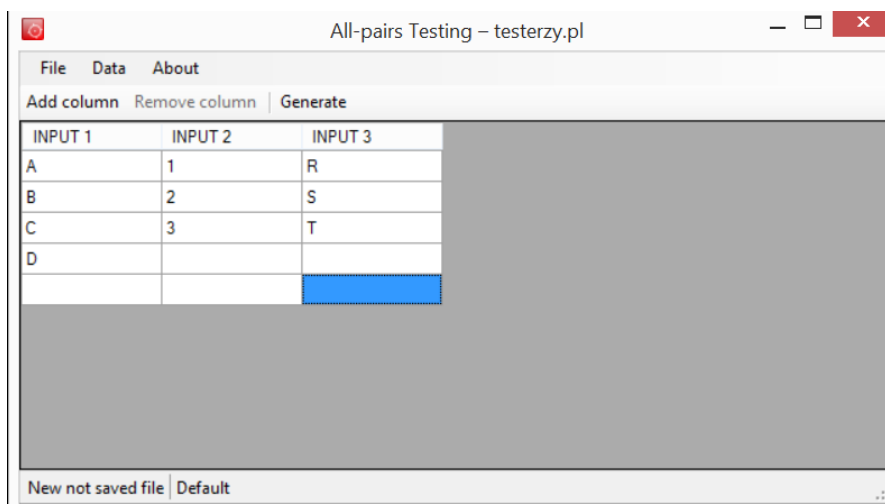
Narzędzie **All-pairs testing** służy do wyznaczenia podzbioru ze wszystkich możliwych par konfiguracji, które należy przetestować (ich interakcję). Menu główne tego narzędzia przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Menu główne programu All-pairs Testing.

Klikając w napis *Add column* pojawi się formatka, w której użytkownik wpisuje nazwę nowej kolumny, następnie wypełnia wiersze w kolumnie. Dodaną kolumnę interpretuje się jako nazwę testowanego parametru, natomiast wiersze to wartości testowanego parametru.

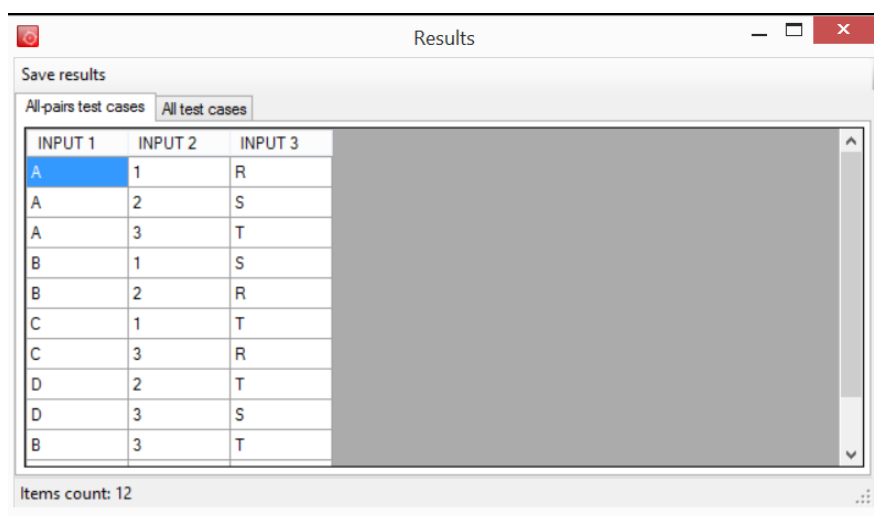
Załóżmy, że mamy do przetestowania interakcję trzech wejść (o nazwach INPUT 1, INPUT 2, INPUT 3) z pewnego systemu i każdy z nich może przyjąć wartości, takie jak na rys. 2.



Rys. 2. Wprowadzone parametry z wartościami.

Po kliknięciu przycisku *Generate* narzędzie wygeneruje podzbiór, który zastąpi nam testy

wszystkich możliwych par parametrów wejściowych (rys. 3).



Rys. 3. wyniki działania aplikacji All-pairs testing.

Narzędzie pokazało, że wystarczy przetestować 12 różnych konfiguracji, a nie 36 (bo tyle jest możliwych). Wszystkie kombinacje można podglądać na zakładce *All test Cases*.

### System B2B OPTIbud - opis modułów i wybranych parametrów

System B2B OPTIbud, to system dedykowany dla branży budowlanej. Jest to oprogramowanie modułowe. Projekt oprogramowania powstał

poprzez analizę potrzeb polskich firm budowlanych oraz poprzez analizę rynku budowlanego w Polsce. Oprócz samego rynku na etapie projektowania wzięte pod uwagę zostały takie czynniki jak: kwestie prawne, integracja z systemami księgowymi, parametryzacja oprogramowania, optymalizacja procesów budowlanych pod kątem użytkowania aplikacji [1]. W skład systemu B2B OPTIbud wchodzi moduły przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Opis modułów systemu B2B OPTIbud.

Nazwa modułu	Przeznaczenie i opis
Administrator	Administrowanie systemem z poziomu aplikacji desktopowej (parametryzacja systemu, interfejsu, nadawanie uprawnień, itp.); nadawanie uprawnień oraz podpinanie akcji do zdarzeń.
Baza sprzętu i transportu (BSiT)	Ewidencja i rejestracja procesu wynajmu/wypożyczenia sprzętu lekkiego, ciężkiego, transportu oraz elektronarzędzi wraz z ewidencją kosztów; gromadzenie informacji o osobach odpowiedzialnych, przeglądach i ubezpieczeniach, historia sprzętu i napraw.
Budżety	Tworzenie budżetów dla prowadzonych projektów w oparciu dane z wielu źródeł; przekształcanie budżetów do harmonogramów oraz odzwierciedlenie na osi czasu realizacji projektu.
BZ	Budżetowanie zadaniowe, czyli karty pracy dla pracowników, obciążanie budżetów budowlanych, wpływ kart pracy na obciążenie budżetu.
Księga raportów	Zgromadzenie w jednym miejscu wszystkich dostępnych w całym systemie statycznych raportów potrzebnych do prowadzenia bieżącej działalności; budowanie raportów i analiz na bazie informacji wprowadzonych do systemu; analizy podzielone na obszary/moduły; graficzna prezentacja danych.
Obieg dokumentów	Rejestracja pism i całej dokumentacji przychodzącej i wychodzącej; archiwizacja dokumentów; zapotrzebowania, oferty oraz zamówienia materiałowe (obsługa ścieżki akceptacji obiegu dokumentu); obieg faktur kosztowych (opisywanie dokumentów odpowiednimi projektami).
Panel kierownika budowy	Gromadzenie informacji dotyczących prowadzonych projektów; nadzór nad dokumentacją projektową oraz możliwość przypisywania kosztów do pozycji w budżecie; możliwość założenia karty budowy, w której zgromadzone zostaną wszystkie najważniejsze informacje dotyczące projektu oraz postanowienia z umowy z inwestorem; komunikacja oraz rozliczanie z podwykonawcami.
Przetargi	Ewidencja przetargów oraz etapów przygotowania oferty przetargowej; automatyczne zaczytywanie przetargów opublikowanych na portalach zamówień publicznych z funkcjonalnością filtrowania danych; etapowanie.
Spedycja	Ewidencja zleceń (spedycyjnych, transportowych, dostawy, przeładunku) oraz organizowania przewozu towarów; tworzenie tras oraz generowanie zleceń z wszystkimi najważniejszymi informacjami (typu: data wystawienia, załadunku, status, zleceniodawca, ładunek, ilość, trasa, miejsce załadunku i wyładunku).

Zbiór parametrów systemu OPTIbudowa jest dość duży. Nie wszystkie jednak wchodzą ze sobą w interakcje. W publikacji [2] autor pisze, że metoda pair wise testing działa tylko wtedy,

gdy parametry są od siebie współdziałają ze sobą. Zestaw parametrów z wartościami oraz opisem, które współdziałają ze sobą (dla każdego modułu osobno) prezentuje tabela 2.

Tabela 2. Opis wybranych parametrów pogrupowanych wg modułów w systemie B2B OPTIbud.

Nazwa modułu	Nazwa parametru	Wartości parametru	Opis parametru
BSiT	BSiT – Czy sprawdzać dzienne ograniczenie pracy dla sprzętu	a) True, b) False	Po ustawieniu parametru na True, podczas zapisu karty pracy sprzętu, sprawdzane jest czy nie został na którejś z pozycji przekroczony dzienny limit pracy ustawiony na karcie sprzętu.
	BSiT – dni pracy sprzętu do rozliczeń	a) Wszystkie, b) Bez niedziel, c) Bez sobót i niedziel.	Określa, jakie dni tygodnia mają być brane pod uwagę, podczas obliczania sumy dni wypożyczenia sprzętu na rozliczeniach.
	BSiT – sposób, w jaki ma być aktualizowany licznik na liście sprzętu	a) Wszystkie, b) Karta pracy, c) GPS, d) Lista tankowań	Parametr określa, skąd ma być brany aktualny stan licznika wyświetlany na karcie sprzętu.
	BSiT – sposób, w jaki ma być aktualizowany licznik na podstawie kart pracy	a) Największa wartość, b) Ostatnia wartość	Parametr określa, czy aktualizując stan licznika na podstawie karty pracy sprzętu, aplikacja ma brać wartość najnowszą, czy największą.

Budżety	Budżety – czy można edytować wartości planowane?	a) True, b) False	Parametr mówi nam, czy można wpisywać również wartości planowane, czy tylko realizację.
	Budżety – Wartości planowane rozbijane dniowo	a) True, b) False	Po wybraniu wartości False system generuje kalendarze realizacji i przychodów patrząc tylko na miesiące (nie ważne czy są pełne czy nie). Po ustawieniu tego parametru na True, mamy następujące przypadki: a) Jeśli budowa zaczyna się przed 15 lub 15-go dnia jakiegoś miesiąca, to za ten miesiąc zostanie wygenerowany kalendarz, b) Jeśli budowa rozpoczyna się po 15 dniu danego miesiąca, to kalendarz nie zostanie wygenerowany, c) Jeśli budowa kończy się przed 15 dniem miesiąca, to za ostatni miesiąc nie zostanie wygenerowany kalendarz, d) Jeśli budowa kończy się po 15 lub 15-go dnia, to kalendarz zostanie stworzony.
		a) True, b) False	Jeżeli parametr jest ustawiony na True, to podczas zakładania harmonogramu planowania budżetu na 3 miesiące, na przykład: od 16.02.2014 – 18.04.2014 z wartością planowaną na 10 000 – to ilość dni zostanie policzona i podzielona przez 10 000. $10\,000 \text{ koszt} / 62 \text{ dni} = 161,29$ planowany koszt dzienny. W przypadku, gdy parametr ma wartość False, to pod uwagę biorą się miesiące posiadające powyżej okresu planowania, powyżej 15 dni, czyli od 16.02.2014 – 18.04.2014 miesiąc luty nie będzie uwzględniony. Wartość planowana będzie wynosiła 5000 za marzec i 5000 za kwiecień.
	Automatycznie przenos realizację z „Harmonogram przychody” na „Budżet realizacja”	a) True, b) False,	Wpisanie kwoty przychodów za konkretny okres rozliczeniowy powoduje automatyczne uzupełnienie realizacji kosztów (procentowo)
	Procent realizacji węzła od całości czy od wartości planowanej?	a) Całość b) Planowanie	Parametr mówi nam czy procenty realizacji mają być liczone od całości wartości węzła czy od wartości planowanej w danym okresie.
	Powiązanie kosztów z przychodami wg węzłów	a) True, b) False,	W przypadku zaznaczenie parametru na True harmonogram kosztowy ma identyczną strukturę, jak harmonogram przychodowy. Jeśli parametr przyjmuje wartość Falce, to struktura przychodów może różnić się od struktury kosztów.
	Typ kalkulacji w Budżecie	a) Uproszczony, b) RMS, c) Uproszczony rozliczany wg kosztorysu d) RMS rozliczany wg kosztorysu	W budżecie Uproszczonym nie ma podziału na Robociznę, Sprzęt i Materiały. W budżecie RMS węzły na najniższym poziomie są postaci Sprzęt, Robocizna, Materiały.
BZ	BZ – tryb wprowadzania	a) Budowa, b) Pracownik c) Rozszerzony	W zależności od rodzaju trybu, będzie różnił się wygląd karty pracy.
	BZ – Czy rejestrować BZ na Etap?	a) True, b) False	W przypadku wartości True karta pracy jest rejestrowana do konkretnego etapu budowy. W przypadku False karta pracy jest rejestrowana na budowę niezależnie od etapu.
	BZ – Czy wprowadzać godziny dojazdu?	a) True, b) False	Jeśli parametr ustawiony jest na True, to istnieje możliwość dodania pozycji zawierającej wartości godziny wyjazdu do pracy, godzina przyjazdu z pracy, ilość godzin prowadzenia pojazdu, kwota za dojazd, czas dojazdu.
	BZ – Czy wprowadzać godziny szczegółowo?	a) True, b) False	Jeżeli parametr ustawiony jest na True – to zostają dodatkowo zarejestrowane godziny rozpoczęcia, przyjazdu do pracy, dojazdu z pracy i zakończenia pracy. Jeśli parametr ma wartość False, to wprowadzać można tylko godziny rozpoczęcie i zakończenia pracy.
Panel Kierowni ka budowy	PK – blokada przekraczania wartości przy podpisie	a) True b) False	Podczas podpisu dokumentu w momencie przypisania pozycji budżetowej o wartości mniejszej niż wartość dokumentu pojawi się komunikat: Nie można przypisać wybranej pozycji, przekroczona zostanie wartość pozycji! W tym przypadku należy wybrać inną pozycję budżetową o wartości większej niż wartość na dokumencie.

PK – podpis dokumentów – autouzupełnianie dokumentów przy podpisie	a) True b) False	
PK – podpis dokumentów – kontrola przekroczenia	a) True, b) False	
PK – podpis dokumentu - dopełnienie kwoty dokumentu	a) True, b) False	

### Optimalizacja testów konfiguracji modułów systemu B2B OPTIbud za pomocą narzędzia All –pairs testing

W poprzednim rozdziale zostały opisane parametry dla czterech modułów systemu B2B OPTIbud, które są dotyczą tego samego obiektu

w danym module. Działanie narzędzia All-pairs testing zostało przedstawione drugim rozdziale. Wyniki wygenerowane za jego pomocą są następujące:

a) Baza Sprzętu i Transportu (12 z 48 przypadków testowych) – rys. 4.

BSiT - Czy sprawdzać dzienne ograniczenie pracy dla sprzętu	BSiT - dni pracy sprzętu do rozliczeń	BSiT - sposób, w jaki ma być aktualizowany licznik na liście sprzętu	BSiT - sposób, w jaki ma być aktualizowany licznik na podstawie kart pracy
True	Wszystkie	Wszystkie	Największa wartość
True	Bez Niedziel	Karta pracy	Ostatnia wartość
False	Wszystkie	GPS	Ostatnia wartość
False	Bez Niedziel	Lista tankowań	Największa wartość
True	Bez Sobót i Niedziel	GPS	Największa wartość
False	Bez Sobót i Niedziel	Wszystkie	Ostatnia wartość
True	Wszystkie	Lista tankowań	Ostatnia wartość
False	Wszystkie	Karta pracy	Największa wartość
True	Bez Niedziel	Wszystkie	Największa wartość
True	Bez Niedziel	GPS	Największa wartość
True	Bez Sobót i Niedziel	Karta pracy	Największa wartość
True	Bez Sobót i Niedziel	Lista tankowań	Największa wartość

Rys. 4. Ilość sugerowanych przez narzędzie All – pairs Testing testów po redukcji w BSiT.

b) Budżety (11 z 128 przypadków testowych)  
rys. 5.

Budżety - czy można edytować wartości planowane?	Budżety - Wartości planowane rozbijane dniowo	Automatycznie przenos realizację z „Hamonogram przychody” na „Budżet realizacja”	Procent realizacji wężła od całości czy od wartości planowanej?	Powiązanie kosztów z przychodami wg węzłów	Typ kalkulacji w Budżecie
True	True	True	Całość	True	Uproszczony
True	False	False	Planiwanie	False	RMS
False	True	True	Planiwanie	False	Uproszczony rozliczany wg kosztorysu
False	False	False	Całość	True	RMS rozliczany wg kosztorysu
True	True	True	Całość	False	RMS rozliczany wg kosztorysu
True	True	False	Całość	True	Uproszczony rozliczany wg kosztorysu
False	True	True	Całość	True	RMS
False	False	True	Planiwanie	True	Uproszczony
True	True	False	Całość	False	Uproszczony
True	True	True	Planiwanie	True	RMS rozliczany wg kosztorysu
True	False	True	Całość	True	Uproszczony rozliczany wg kosztorysu

Rys. 5. Ilość sugerowanych przez narzędzie All – pairs Testing testów po redukcji w Budżetach.

c) Budżetowanie Zadaniowe (7 z 24

przypadków testowych) – rys. 6.

BZ – Czy rejestrować BZ na Etap?	BZ – Czy wprowadzać godziny dojazdu?	BZ – Czy wprowadzać godziny szczegółowo?	BZ – tryb wprowadzania
True	True	True	Budowa
True	False	False	Rozszerzony
False	True	False	Pracownik
False	False	True	Budowa
True	False	True	Pracownik
False	True	True	Rozszerzony
True	True	False	Budowa

Rys. 6. Ilość sugerowanych przez narzędzie All – pairs Testing testów po redukcji w BZ.

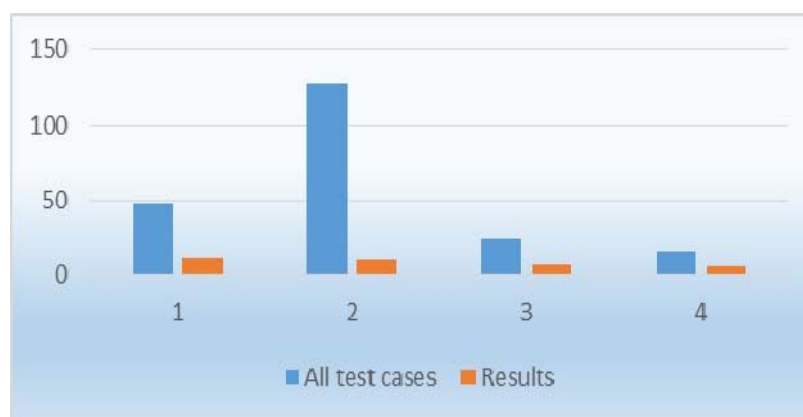
d) Panel kierownika budowy (6 z 16 przypadków testowych) – rys. 7.

PK – blokada przekroczenia wartości przy podpisie	PK – podpis dokumentów – autouzupelnianie dokumentów przy podpisie	PK – podpis dokumentów – kontrola przekroczenia	PK – podpis dokumentu -dopełnienie kwoty dokumentu
True	True	True	True
True	False	False	False
False	True	True	False
False	False	False	True
True	True	False	True
True	False	True	True

Rys. 7. Ilość sugerowanych przez narzędzie All – pairs Testing testów po redukcji w Panelu Kierownika.

Patrząc na przedstawione wcześniej wyniki, nietrudno zauważyć, że narzędzie All-pairs Testing znacznie pomogło w zmniejszeniu

ilości przypadków testowych związanych z testami konfiguracji. Pokazano to na rys. 8.



Rys. 8. Ilość przypadków testowych związanych z testami konfiguracji.

Analizując wykres na rys. 8, można stwierdzić, że znacznie zmniejszy się czas przeznaczony, a co więc mniejsze koszty i o wiele mniejsze ryzyko braku czasu na testowanie, niż w przypadku testów każdego przypadku, jaki tylko istnieje. Ilość wszystkich możliwości konfiguracji wynosi 216 (biorąc pod uwagę tabelę 2), natomiast po zastosowaniu metody pair wise testing zmniejszyła się ona do 36, co wynosi w przybliżeniu 17% wszystkich przypadków. Analizując poszczególne moduły otrzymujemy wyniki:

- a) w BSiT ilość przypadków testowych zmniejszyła się z 48 do 12, co daje 25 % wszystkich możliwych konfiguracji,
  - b) w Budżetach ilość przypadków testowych zmniejszyła się z 128 do 11, co daje ok. 9 % wszystkich możliwych konfiguracji,
  - c) w BZ-ach ilość przypadków zmniejszyła się z 24 do 7, co stanowi 30 % par wszystkich możliwych konfiguracji,
  - d) w Panelu Kierownika Budowy ilość przypadków zmniejszyła się z 16 do 6, co stanowi 37,5 % par wszystkich możliwych konfiguracji.
- Nasuwa się wniosek, że im więcej parametrów, tym bardziej zostaje zmniejszona ilość przypadków testowych związanych tylko z testami parametryzacji systemu informatycznego.

### Podsumowanie – korzyści płynące z metody pair wise testing

Autor pisząc artykuł postawił sobie dwa główne założenia: popularyzowanie i dydaktyka testowania, opis sposobu optymalizacji testów konfiguracji oraz narzędzia All-pairs Testing i pokazanie jego zastosowania w praktyce.

Jak się okazuje, wyniki wygenerowane za pomocą użytego narzędzia są zadowalające. Średnio ilość przypadków zmniejszyła się do 17 %. W projektach informatycznych bardzo często istnieje pewne ograniczenie – czas. Plan realizacji projektu musi uwzględniać czas przeznaczony na testowanie. W dobie dzisiejszych technologii systemy informatyczne są na tyle złożone, że brak testowanie lub niepełne przetestowanie aplikacji niesie za sobą ryzyko braku odpowiedniej jakości dostarczonego oprogramowania. Dlatego problem optymalizacji testów jest bardzo ważny, warto o nim pisać oraz powinien być przedmiotem badań z możliwie jak największym zastosowaniem w praktyce. Testowanie oraz problemy związane z testowaniem aplikacji zdaniem piszącego powinny być przedmiotem edukacji na kierunkach informatycznych na uczelniach wyższych jako osobno prowadzony wykład, a nie tylko w formie kilku godzin na przedmiotach pokrywanych inżynierii oprogramowania, a często tak jest.

### Bibliografia

1. Łobaziewicz, M., Standard architektury modelu systemu B2B wspomagającego zarządzanie procesami budowlanymi, [w] *Od procesów do oprogramowania: badania i praktyka*, red. Kosiuczenko, P., Śmiałek, M., Swacha, J., PTI, Warszawa 2015, s.111-120 .
2. Żukowicz, M. *Pairwise testing: projektowanie przypadków testowych i testy konfiguracji metodą redukcji par danych wejściowych*, <http://testerzy.pl/baza-wiedzy/pairwise-testing-projektowanie-przypadkow-testowych-i-testy-konfiguracji-metoda-redukcji-par-danych-wejscowych>, (dostęp 10.10.2016).
3. Żukowicz, M., Testowanie oprogramowania: Uzasadnienie potrzeby dydaktyki oraz tworzenia strategii testowania wykorzystując wnioski z teorii „No Free Lunch”, *General and Professional Education*, Nr. 3/2015, s. 61-70.