

ROY OSHEROVE

TESTY JEDNOSTKOWE

ŚWIAT NIEZAWODNYCH APLIKACJI

WYDANIE II

Poznaj możliwości
testów jednostkowych!

Tytuł oryginału: The Art of Unit Testing: With Examples in .NET, 2nd Edition

Tłumaczenie: Radosław Meryk

ISBN: 978-83-246-8774-9

Original edition copyright © 2014 by Manning Publications Co.
All rights reserved.

Polish edition copyright © 2014 by HELION SA.
All rights reserved.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Projekt okładki: Studio Gravite / Olsztyn
Obarek, Pokoński, Pazdrijowski, Zaprucki

Materiały graficzne na okładce zostały wykorzystane za zgodą Shutterstock Images LLC.

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
<http://helion.pl/user/opinie/tesjed>
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

Spis treści

<i>Słowo wstępne do drugiego wydania</i>	11
<i>Słowo wstępne do pierwszego wydania</i>	13
<i>Przedmowa</i>	15
<i>Podziękowania</i>	17
<i>O tej książce</i>	19
<i>O ilustracji na okładce</i>	24

CZĘŚĆ I. ZACZYNAMY 25

Rozdział 1. Podstawowe informacje o testach jednostkowych 27

- 1.1. Definicja testu jednostkowego krok po kroku 28
 - 1.1.1. *Dlaczego ważne jest pisanie „dobrych” testów jednostkowych* 29
 - 1.1.2. *Wszyscy piszemy testy jednostkowe (w pewnym sensie)* 30
- 1.2. Właściwości dobrego testu jednostkowego 31
- 1.3. Testy integracyjne 31
 - 1.3.1. *Wady niezautomatyzowanych testów integracyjnych w porównaniu z automatycznymi testami jednostkowymi* 33
- 1.4. Co sprawia, że test jednostkowy jest dobry 36
- 1.5. Prosty przykład testu jednostkowego 37
- 1.6. Wytwarzanie oprogramowania sterowane testami 40
- 1.7. Trzy zasadnicze umiejętności potrzebne do skutecznego stosowania technik TDD 43
- 1.8. Podsumowanie 44

Rozdział 2. Pierwszy test jednostkowy 45

- 2.1. Frameworki testów jednostkowych 46
 - 2.1.1. *Co oferują frameworki testów jednostkowych* 46
 - 2.1.2. *Frameworki xUnit* 49
- 2.2. Wprowadzenie w tematykę projektu LogAn 49
- 2.3. Pierwsze kroki z NUnit 49
 - 2.3.1. *Instalacja frameworka NUnit* 50
 - 2.3.2. *Ładowanie rozwiązania* 51
 - 2.3.3. *Wykorzystanie atrybutów NUnit w kodzie* 54
- 2.4. Piszemy pierwszy test 55
 - 2.4.1. *Klasa Assert* 55
 - 2.4.2. *Uruchomienie pierwszego testu za pomocą frameworka NUnit* 56
 - 2.4.3. *Dodanie testów pozytywnych* 58
 - 2.4.4. *Od czerwonego do zielonego: dążenie do spełnienia testów* 59
 - 2.4.5. *Styl kodu testów* 59

- 2.5. Refaktoryzacja w kierunku testów z parametrami 59
- 2.6. Więcej atrybutów NUnit 62
 - 2.6.1. *Atrybuty Setup i TearDown* 62
 - 2.6.2. *Testowanie występowania oczekiwanych wyjątków* 65
 - 2.6.3. *Ignorowanie testów* 67
 - 2.6.4. *Składnia fluent frameworka NUnit* 68
 - 2.6.5. *Ustawianie kategorii testowych* 69
- 2.7. Testowanie wyników metod, które nie zwracają wartości, tylko zmieniają stan systemu 70
- 2.8. Podsumowanie 74

CZĘŚĆ II. PODSTAWOWE TECHNIKI 75

Rozdział 3. Wykorzystanie namiastek do rozwiązywania zależności 77

- 3.1. Wprowadzenie w tematykę namiastek 77
- 3.2. Identyfikacja zależności od systemu plików w klasie LogAnalyzer 78
- 3.3. Określenie sposobu łatwego testowania klasy LogAnalyzer 79
- 3.4. Refaktoryzacja projektu w celu ułatwienia testowania 82
 - 3.4.1. *Wyodrębnienie interfejsu umożliwiającego zastąpienie istniejącej implementacji* 84
 - 3.4.2. *Wstrzykiwanie zależności: wstrzyknięcie sztucznej implementacji do testowanej jednostki* 86
 - 3.4.3. *Wstrzyknięcie sztucznego obiektu na poziomie konstruktora* 86
 - 3.4.4. *Symulowanie wyjątków z poziomu sztucznych obiektów* 90
 - 3.4.5. *Wstrzyknięcie sztucznego obiektu za pomocą gettera lub settera właściwości* 91
 - 3.4.6. *Wstrzyknięcie sztucznego obiektu bezpośrednio przed wywołaniem metody* 93
- 3.5. Odmiany technik refaktoryzacji 100
 - 3.5.1. *Wykorzystanie techniki „wyodrębnij i przesłoń” do tworzenia sztucznych wyników* 100
- 3.6. Pokonanie problemu hermetyzacji 102
 - 3.6.1. *Korzystanie ze składowych internal oraz atrybutu [InternalsVisibleTo]* 103
 - 3.6.2. *Wykorzystanie atrybutu [Conditional]* 103
 - 3.6.3. *Korzystanie z dyrektyw #if i #endif do warunkowej kompilacji* 104
- 3.7. Podsumowanie 104

Rozdział 4. Testowanie interakcji z wykorzystaniem obiektów-makiet 107

- 4.1. Testy bazujące na wartości, testy bazujące na stanach a testy integracyjne 108
- 4.2. Różnica pomiędzy obiektami-makietami a namiastkami 110
- 4.3. Napisany ręcznie prosty przykład obiektu-makiety 111
- 4.4. Wykorzystywanie obiektów-makiet razem z namiastkami 114
- 4.5. Jedna makieta na test 118
- 4.6. Łańcuch sztucznych obiektów: namiastki, które generują makiety lub inne namiastki 119
- 4.7. Problemy z pisanymi ręcznie makietami i namiastkami 120
- 4.8. Podsumowanie 121

Rozdział 5. Frameworki izolacji 123

- 5.1. Dlaczego stosujemy frameworki izolacji? 124
- 5.2. Dynamiczne tworzenie sztucznych obiektów 126
 - 5.2.1. Wykorzystanie frameworka *NSubstitute* w testach 126
 - 5.2.2. Zastąpienie sztucznego obiektu napisanego ręcznie obiektem dynamicznym 127
- 5.3. Symulacja sztucznych wartości 130
 - 5.3.1. Wprowadzamy do testu makietę razem z namiastką 131
- 5.4. Testowanie działań związanych ze zdarzeniami 136
 - 5.4.1. Testowanie obiektu nasłuchującego zdarzenia 136
 - 5.4.2. Testowanie, czy zostało wyzwolone zdarzenie 138
- 5.5. Współczesne frameworki izolacji dla środowiska .NET 138
- 5.6. Zalety i pułapki frameworków izolacji 140
 - 5.6.1. Pułapki, których należy unikać w przypadku korzystania z frameworków izolacji 140
 - 5.6.2. Nieczytelny kod testu 141
 - 5.6.3. Weryfikacja niewłaściwych rzeczy 141
 - 5.6.4. Więcej niż jedna makietka w teście 141
 - 5.6.5. Nadspecyfikacja testów 141
- 5.7. Podsumowanie 142

Rozdział 6. Bardziej zaawansowane zagadnienia związane z frameworkami izolacji 145

- 6.1. Frameworki ograniczone i nieograniczone 146
 - 6.1.1. Frameworki ograniczone 146
 - 6.1.2. Frameworki nieograniczone 146
 - 6.1.3. Jak działają nieograniczone frameworki bazujące na profilerze 148
- 6.2. Wartość dobrych frameworków izolacji 151
- 6.3. Własności wspierające długowieczność i użyteczność 152
 - 6.3.1. Imitacje rekurencyjne 152
 - 6.3.2. Domyślne ignorowanie argumentów 153
 - 6.3.3. Rozległe imitacje 153
 - 6.3.4. Nieścisle zachowania sztucznych obiektów 154
 - 6.3.5. Nieścisle makietki 154
- 6.4. Antywzorce projektowe frameworków izolacji 155
 - 6.4.1. Mylące pojęcia 155
 - 6.4.2. Zarejestruj i odtwórz 156
 - 6.4.3. Lepkie zachowania 158
 - 6.4.4. Złożona składnia 158
- 6.5. Podsumowanie 159

CZĘŚĆ III. KOD TESTU 161**Rozdział 7. Hierarchie testów i ich organizacja 163**

- 7.1. Testy uruchamiane w ramach automatycznych kompilacji 164
 - 7.1.1. Anatomia skryptu kompilacji 165
 - 7.1.2. Inicjowanie kompilacji i integracji 167

- 7.2. Klasyfikacja testów na podstawie szybkości i typu 168
 - 7.2.1. *Czynnik ludzki oddzielenia testów jednostkowych od testów integracyjnych* 169
 - 7.2.2. *Bezpieczna zielona strefa* 170
- 7.3. Zadbanie o umieszczenie testów w repozytorium z kodem źródłowym 171
- 7.4. Odzworowanie klas testowych na testowany kod 171
 - 7.4.1. *Odzworowanie testów na projekty* 171
 - 7.4.2. *Odzworowanie testów na klasy* 172
 - 7.4.3. *Odzworowanie testów na punkty wejścia metod konkretnych jednostek pracy* 173
- 7.5. Wstrzykiwanie zależności cross-cutting 173
- 7.6. Budowanie API obsługi testów dla aplikacji 176
 - 7.6.1. *Wykorzystanie wzorców dziedziczenia w klasach testowych* 176
 - 7.6.2. *Tworzenie narzędziowych klas i metod obsługi testów* 189
 - 7.6.3. *Zapoznanie deweloperów ze stworzonym API* 190
- 7.7. Podsumowanie 191

Rozdział 8. Filary dobrych testów jednostkowych 193

- 8.1. Pisanie wiarygodnych testów 194
 - 8.1.1. *Decydowanie o tym, kiedy należy usunąć lub zmodyfikować testy* 194
 - 8.1.2. *Unikanie logiki w testach* 199
 - 8.1.3. *Testowanie tylko jednego aspektu* 201
 - 8.1.4. *Oddzielenie testów jednostkowych od integracyjnych* 202
 - 8.1.5. *Zapewnienie przeglądów kodu* 203
- 8.2. Pisanie testów łatwych w utrzymaniu 205
 - 8.2.1. *Testowanie metod prywatnych lub chronionych* 205
 - 8.2.2. *Usuwanie duplikatów* 207
 - 8.2.3. *Korzystanie z metod konfiguracyjnych w sposób ułatwiający utrzymanie* 210
 - 8.2.4. *Wymuszanie izolacji testu* 213
 - 8.2.5. *Unikanie wielu asercji dotyczących różnych aspektów* 220
 - 8.2.6. *Porównywanie obiektów* 222
 - 8.2.7. *Unikanie nadmiernej specyfikacji* 225
- 8.3. Pisanie czytelnych testów 227
 - 8.3.1. *Nazwy testów jednostkowych* 227
 - 8.3.2. *Nazwy zmiennych* 228
 - 8.3.3. *Dobre komunikaty asercji* 229
 - 8.3.4. *Oddzielenie asercji od akcji* 230
 - 8.3.5. *Konfigurowanie i rozbiórka* 231
- 8.4. Podsumowanie 231

CZĘŚĆ IV. PROJEKTOWANIE I PROCES 233

Rozdział 9. Wdrażanie testów jednostkowych w organizacji 235

- 9.1. Jak zostać agentem zmian? 236
 - 9.1.1. *Bądź przygotowany na trudne pytania* 236
 - 9.1.2. *Przekonaj inne osoby z organizacji: mistrzów i oponentów* 236
 - 9.1.3. *Określenie możliwych punktów wejścia* 237

- 9.2. Sposoby na odniesienie sukcesu 239
 - 9.2.1. *Wdrożenie po partyzancku (dół-góra)* 239
 - 9.2.2. *Przekonanie kierownictwa (góra-dół)* 240
 - 9.2.3. *Mistrz z zewnątrz* 240
 - 9.2.4. *Zadbanie o widoczność postępów* 241
 - 9.2.5. *Dążenie do konkretnych celów* 242
 - 9.2.6. *Uświadomienie sobie istnienia przeszkód* 244
- 9.3. Czynniki wpływające na porażkę 244
 - 9.3.1. *Brak siły napędowej* 245
 - 9.3.2. *Brak politycznego wsparcia* 245
 - 9.3.3. *Złe implementacje i pierwsze wrażenia* 245
 - 9.3.4. *Brak wsparcia ze strony zespołu* 246
- 9.4. Czynniki wpływające na zachowania członków zespołu 246
- 9.5. Trudne pytania i odpowiedzi 248
 - 9.5.1. *Ile dodatkowego czasu będzie trzeba poświęcić?* 248
 - 9.5.2. *Czy ze względu na wprowadzenie testów jednostkowych będzie zagrożone moje stanowisko inżyniera jakości?* 250
 - 9.5.3. *Skąd wiemy, że testy jednostkowe się sprawdzają?* 250
 - 9.5.4. *Czy istnieje dowód, że testy jednostkowe pomagają?* 251
 - 9.5.5. *Dlaczego dział kontroli jakości ciągle znajduje błędy?* 251
 - 9.5.6. *Istnieje mnóstwo kodu, dla którego nie ma testów. Od czego zacząć?* 252
 - 9.5.7. *Kodujemy w kilku językach — czy testy jednostkowe są wykonalne?* 252
 - 9.5.8. *Co zrobić, jeśli produkt obejmuje kombinację oprogramowania i sprzętu?* 253
 - 9.5.9. *Skąd możemy wiedzieć, że nie ma błędów w testach?* 253
 - 9.5.10. *Debugger pokazuje, że mój kod działa — do czego są mi potrzebne testy?* 253
 - 9.5.11. *Czy trzeba stosować kodowanie w stylu TDD?* 253
- 9.6. Podsumowanie 254

Rozdział 10. Praca z kodem odziedziczonym 255

- 10.1. Od czego należy zacząć przy dodawaniu testów? 256
- 10.2. Wybór strategii selekcji 258
 - 10.2.1. *Plusy i minusy strategii „najpierw łatwe”* 258
 - 10.2.2. *Plusy i minusy strategii „najpierw trudne”* 259
- 10.3. Pisanie testów integracyjnych przed refaktoryzacją 259
- 10.4. Ważne narzędzia do testów jednostkowych odziedziczonego kodu 261
 - 10.4.1. *Łatwe izolowanie zależności za pomocą frameworków izolacji bez ograniczeń* 261
 - 10.4.2. *Wykorzystanie programu JMockit do pracy z kodem odziedziczonym w Javie* 262
 - 10.4.3. *Wykorzystanie programu Vise do refaktoryzacji kodu w Javie* 264
 - 10.4.4. *Przeprowadzenie testów akceptacyjnych przed refaktoryzacją* 265
 - 10.4.5. *Przeczytaj książkę Michaela Feathersa na temat pracy z kodem odziedziczonym* 266
 - 10.4.6. *Wykorzystanie programu NDepend do analizy kodu produkcyjnego* 266
 - 10.4.7. *Wykorzystanie programu ReSharper do refaktoryzacji i poruszania się po kodzie produkcyjnym* 267
 - 10.4.8. *Wykrywanie powielonego kodu (oraz błędów) za pomocą narzędzi Simian i TeamCity* 267
- 10.5. Podsumowanie 268

Rozdział 11. Projekt a sprawdzalność	269
11.1. Dlaczego należy dbać o sprawdzalność podczas projektowania?	269
11.2. Sprawdzalność jako cel projektowy	270
11.2.1. Domyślne stosowanie metod wirtualnych	271
11.2.2. Projekt bazujący na interfejsach	272
11.2.3. Domyślne stosowanie klas niezapięczętowanych	272
11.2.4. Unikanie tworzenia egzemplarzy klas skonkretyzowanych wewnątrz metod zawierających logikę	272
11.2.5. Unikanie bezpośrednich wywołań do metod statycznych	273
11.2.6. Unikanie konstruktorów lub konstruktorów statycznych zawierających logikę	273
11.2.7. Oddzielenie logiki singletona od posiadaczy singletona	274
11.3. Plusy i minusy projektowania z myślą o sprawdzalności	275
11.3.1. Ilość pracy	276
11.3.2. Złożoność	276
11.3.3. Eksponowanie wrażliwych IP	277
11.3.4. Czasami nie można	277
11.4. Alternatywy dla projektowania z myślą o sprawdzalności	277
11.4.1. Dyskusje o projektach i języki o dynamicznych typach	277
11.5. Przykład projektu trudnego do testowania	279
11.6. Podsumowanie	283
11.7. Dodatkowe materiały	284
Dodatek A. Narzędzia i frameworki	287
A.1. Frameworki izolacji	288
A.2. Frameworki testów	292
A.3. API testów	296
A.4. Kontenery IoC	299
A.5. Testowanie baz danych	302
A.6. Testowanie stron WWW	303
A.7. Testowanie interfejsu użytkownika (w aplikacjach desktop)	305
A.8. Testowanie aplikacji wielowątkowych	306
A.9. Testy akceptacyjne	306
A.10. Frameworki API w stylu BDD	308
Skorowidz	309

Pierwszy test jednostkowy



W tym rozdziale:

- Przegląd frameworków testów jednostkowych w .NET
- Piszemy pierwszy test za pomocą frameworka NUnit
- Korzystanie z atrybutów NUnit
- Trzy typy wyjścia jednostki pracy

Kiedy po raz pierwszy zacząłem pisać testy jednostkowe z wykorzystaniem prawdziwego frameworka do testów jednostkowych, nie było zbyt obszernej dokumentacji, a we frameworkach, z którymi pracowałem, nie było odpowiednich przykładów (w tamtych czasach kodowałem głównie z wykorzystaniem języków VB 5 i 6). Nauka posługiwania się nimi była wyzwaniem, dlatego zacząłem od pisania raczej słabych testów. Na szczęście czasy się zmieniły.

Ten rozdział pomoże czytelnikom rozpocząć pisanie testów, nawet jeśli nie mają pojęcia, od czego zacząć. Pomoże on znaleźć się na dobrej drodze do pisania rzeczywistych testów jednostkowych za pomocą frameworka NUnit — środowiska do tworzenia testów jednostkowych w .NET. Jest to mój ulubiony framework do tworzenia testów jednostkowych w .NET, ponieważ jest łatwy do posługiwania się, łatwy do zapamiętania i zawiera mnóstwo doskonałych właściwości.

Istnieją inne frameworki dla .NET, w tym takie, które mają więcej funkcji, ale zaczynam zawsze od frameworka NUnit. Jeśli jest taka potrzeba, to czasami posługuję się innymi frameworkami. Przyjrzymy się, jak działa środowisko NUnit, jakiej używa składni, jak je uruchomić i uzyskać informacje o tym, że test się powiódł bądź nie. Aby to osiągnąć, zaprezentuję niewielki projekt oprogramowania,

którego będziemy używać w całej książce do odkrywania technik testowania i najlepszych praktyk.

Czytelnik może odczuwać, że zmuszam go do używania frameworka NUnit w tej książce. Dlaczego nie używać wbudowanego w środowisku Visual Studio frameworka MSTest? Odpowiedź składa się z dwóch części:

- NUnit zawiera lepsze funkcje od MSTest w zakresie pisania testów jednostkowych i atrybutów testów. Dzięki temu możemy pisać testy bardziej czytelne i łatwiejsze w utrzymaniu.
- W Visual Studio 2012 wbudowany mechanizm uruchamiania testów pozwala na uruchamianie testów napisanych w innych frameworkach, w tym we frameworku NUnit. Aby to umożliwić, wystarczy zainstalować adapter testów NUnit dla Visual Studio — NuGet (środowisko NuGet omówiono w dalszej części tego rozdziału).

To sprawia, że wybór frameworka testów jednostkowych staje się dla mnie stosunkowo łatwy.

Po pierwsze, musimy przyjrzeć się temu, czym jest framework testów jednostkowych i co pozwala nam zrobić, czego nie moglibyśmy zrobić, gdybyśmy go nie stosowali.

2.1. Frameworki testów jednostkowych

Testy ręczne są kłopotliwe. Piszemy kod, uruchamiamy go w debuggerze, wciskamy w aplikacji wszystkie potrzebne klawisze, aby uruchomić kod, który właśnie napisaliśmy, a następnie powtarzamy wszystko to po napisaniu nowego kodu. A do tego musimy pamiętać, żeby sprawdzić pozostały kod, na który mógł mieć wpływ nowy kod. To dodatkowa ręczna praca. Doskonale.

Wykonywanie testów i testowanie regresyjne całkowicie ręcznie, powtarzanie tych samych czynności w kółko jak małpa jest podatne na błędy i czasochłonne, a ludzie nie lubią tego robić — jest to najbardziej zniechęcająca czynność w rozwoju oprogramowania. Problemy te można złagodzić dzięki zastosowaniu odpowiednich narzędzi. Frameworki do testów jednostkowych pozwalają pisać testy szybciej przy użyciu zestawu znanych API, wykonywać testy automatycznie i łatwo przeglądać wyniki tych testów. A do tego niczego nigdy nie zapominają! Spróbujmy przyjrzeć się bliżej, co mogą nam zaoferować.

2.1.1. Co oferują frameworki testów jednostkowych

Do tej pory wielu czytelników tej książki wykonywało testy o ograniczonych możliwościach:

- *Nie były strukturalne.*
Za każdym razem, gdy chcieliśmy przetestować jakąś własność, musieliśmy „odkrywać” koło na nowo. Jeden test mógł wyglądać jak aplikacja konsolowa, inny używał graficznego interfejsu użytkownika, a jeszcze

inny formularza webowego. Nie mieliśmy czasu na testowanie, a testy nie spełniały wymagania „łatwe w implementacji”.

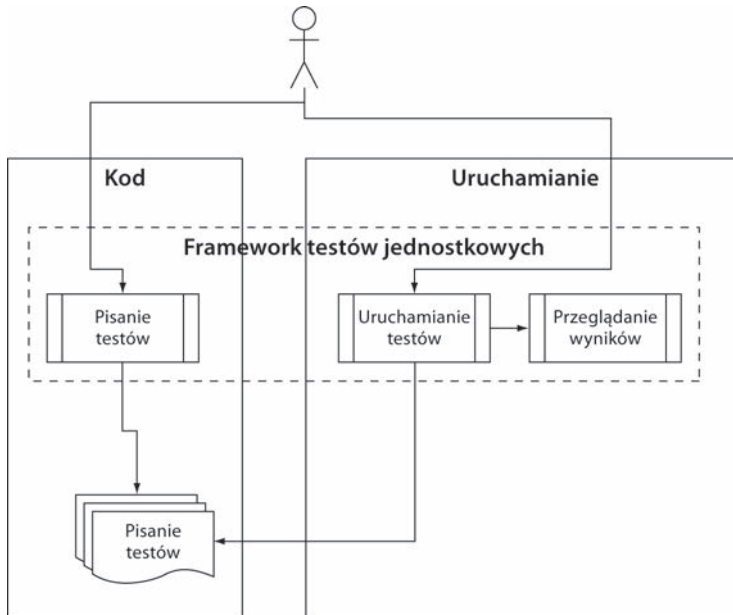
- *Nie były powtarzalne.*

Ani autor testu, ani członkowie jego zespołu nie mogli uruchomić testów, które były napisane w przeszłości. To łamie zasadę „powtarzalności” i utrudnia znajdowanie błędów regresji. Dzięki stosowaniu frameworka można łatwiej i w zautomatyzowany sposób napisać testy, które są powtarzalne.

- *Nie pokrywały wszystkich ważnych części kodu.*

Testy nie sprawdzały wszystkich istotnych części kodu. Oznacza to cały kod zawierający logikę, ponieważ każdy taki fragment może zawierać potencjalny błąd (getterzy i setterzy właściwości nie liczą się jako logika, ale ostatecznie będą używane jako część pewnej jednostki pracy). Gdyby pisanie testów było łatwiejsze, byłibyśmy bardziej skłonni pisać ich więcej. Dzięki temu uzyskalibyśmy lepsze pokrycie.

Krótko mówiąc: to, czego nam brakowało, to framework do pisania, uruchamiania i przeglądania testów jednostkowych oraz ich wyników. Na rysunku 2.1 pokazano obszary wytwarzania oprogramowania, na które ma wpływ framework testów jednostkowych.



Rysunek 2.1. Testy jednostkowe pisze się jako kod korzystający z bibliotek frameworka testów jednostkowych. Następnie testy są uruchamiane za pomocą osobnego narzędzia do testów jednostkowych lub z poziomu IDE, a następnie przeglądane (w postaci tekstu wyjściowego, interfejsu IDE lub aplikacji frameworka testowania) przez programistę bądź zautomatyzowany proces kompilacji

Frameworki testów jednostkowych są bibliotekami kodu i modułami, które pomagają programistom uruchamiać testy jednostkowe dla swojego kodu zgodnie z tym, co przedstawiono w tabeli 2.1. Mają też drugą stronę — pozwalają na uruchomienie testów w ramach zautomatyzowanej kompilacji. Zagadnienie to opiszę w kolejnych rozdziałach.

Tabela 2.1. W jaki sposób frameworki testów jednostkowych pomagają programistom pisać i uruchamiać testy i przeglądać ich wyniki

Praktyka dotycząca testów jednostkowych	W jaki sposób framework pomaga?
Łatwe pisanie testów w usystematyzowany sposób.	Framework zapewnia programiście bibliotekę klas zawierającą następujące elementy: <ul style="list-style-type: none"> – klasy bazowe lub interfejsy do dziedziczenia; – atrybuty do umieszczenia w kodzie w celu oznaczenia testów; – klasy ASERCJI zawierające specjalne metody asercji, które wywołujemy w celu weryfikacji kodu.
Uruchamianie jednego lub wszystkich testów jednostkowych.	Framework dostarcza narzędzia do uruchamiania testów (programu konsolowego lub z interfejsem GUI), które: <ul style="list-style-type: none"> – identyfikuje testy w kodzie; – uruchamia testy automatycznie; – pokazuje status w czasie działania; – może być zautomatyzowane za pośrednictwem wiersza polecenia.
Przeгляд wyników wykonanych testów.	Narzędzie do uruchamiania testów zazwyczaj dostarcza następujące informacje: <ul style="list-style-type: none"> – ile testów uruchomiono; – ile testów nie uruchomiło się; – ile testów się nie powiodło; – które testy się nie powiodły; – powody niepowodzenia testów; – komunikat ASSERT, który napisaliśmy; – miejsce w kodzie, dla którego test się nie powiódł; – jeśli to możliwe, pełny ślad stosu wyjątków, które spowodowały niepowodzenie testu; dzięki niemu dotrzemy do wywołań metod wewnątrz stosu wywołań.

W chwili pisania tej książki istniało ponad 150 frameworków testów jednostkowych — praktycznie jeden dla każdego języka programowania będącego w publicznym użytku. Obszerną listę można znaleźć pod adresem http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unit_testing_frameworks. Weźmy pod uwagę, że dla samego tylko środowiska .NET dostępne są co najmniej trzy różne frameworki testów jednostkowych: MS Test (firmy Microsoft), xUnit.NET oraz NUnit. Spośród nich framework NUnit był w przeszłości de facto standardem. Obecnie można zauważyć rywalizację pomiędzy zwolennikami MS Test i NUnit, występującą po prostu dlatego, że środowisko MS Test jest wbudowane w Visual Studio. Jednakże gdybym miał wybór, wybrałbym NUnit ze względu na niektóre funkcje, o których napiszę w dalszej części tego rozdziału, a także w dodatku poświęconym narzędziom i frameworkom.

UWAGA. Korzystanie z frameworka testów jednostkowych nie daje gwarancji, że testy, które piszemy, będą **czytelne, łatwe w utrzymaniu lub wiarygodne** albo że obejmą całość logiki, którą chcielibyśmy przetestować. W rozdziale 7. oraz w różnych innych miejscach w tej książce przyjrzymy się, jak zapewnić, aby nasze testy jednostkowe miały takie właściwości.

2.1.2. Frameworki xUnit

Łącznie frameworki do testów jednostkowych określane są nazwą **frameworków xUnit**, ponieważ ich nazwy zazwyczaj zaczynają się od pierwszych liter języka, dla którego zostały zbudowane. Istnieje framework CppUnit dla języka C++, JUnit dla Javy, NUnit dla .NET oraz HUnit dla języka Haskell. Nie dla wszystkich z nich przestrzega się tych zasad nazewnictwa, ale przeważnie się to robi.

W tej książce będziemy używać NUnit — frameworka testów jednostkowych dla środowiska .NET, które ułatwia pisanie testów, uruchamianie ich i analizę wyników. NUnit początkowo pojawił się jako bezpośredni port wszechobecnego JUnit dla Javy. Od tego czasu poczyniono ogromny postęp w jego konstrukcji i funkcjonalności. W efekcie NUnit oddzielił się od swojego rodzica i zaczął żyć własnym życiem w stale zmieniającym się ekosystemie frameworków do testów. Pojęcia, które będziemy omawiać, powinny być zrozumiałe dla programistów Javy i C++.

2.2. Wprowadzenie w tematykę projektu LogAn

Projekt, który wykorzystamy do testów w tej książce, początkowo będzie prosty. Będzie zawierał tylko jedną klasę. W kolejnych rozdziałach będziemy rozszerzać ten projekt o nowe klasy i funkcje. Projekt nazwiemy **LogAn** (skrót od *log and notification* — dosł. *dzienniki i powiadamianie*).

Oto scenariusz. Twoja firma ma wiele wewnętrznych produktów, których używa do monitorowania swoich aplikacji w siedzibie klientów. Wszystkie te produkty zapisują pliki dzienników i umieszczają je w specjalnym katalogu. Pliki dzienników są zapisywane we własnym formacie opracowanym przez Twoją firmę. Format ten nie może być parsowany za pomocą żadnych istniejących narzędzi zewnętrznych. Otrzymałeś zadanie stworzenia produktu LogAn, który będzie analizował te pliki dziennika w celu wyszukania w nich szczególnych przypadków i zdarzeń. Gdy znajdzie takie przypadki i zdarzenia, powinien zawiadomić zainteresowane strony.

W tej książce napiszemy testy weryfikujące możliwości systemu LogAn w zakresie parsowania, rozpoznawania zdarzeń i powiadamiania. Zanim jednak zaczniemy testowanie naszego projektu, przyjrzymy się, jak pisze się testy jednostkowe za pomocą frameworka NUnit. W pierwszym kroku należy go zainstalować.

2.3. Pierwsze kroki z NUnit

Tak jak w przypadku każdego nowego narzędzia najpierw trzeba framework zainstalować. Ponieważ NUnit jest programem typu *open source*, który można pobrać za darmo, to zadanie będzie raczej proste. Następnie przyjrzymy się, jak zacząć

pisanie testów z wykorzystaniem frameworka NUnit, używać różnych wbudowanych atrybutów dostarczanych przez NUnit oraz uruchamiać testy i uzyskiwać rzeczywiste wyniki.

2.3.1. Instalacja frameworka NUnit

Najlepszym i najprostszym sposobem, aby zainstalować NUnit, jest skorzystanie z NuGet — darmowego rozszerzenia do Visual Studio, które pozwala na wyszukiwanie, pobieranie i instalację referencji do popularnych bibliotek z poziomu Visual Studio za pomocą kilku kliknięć myszą i prostego tekstu polecenia.

Zalecam zainstalowanie rozszerzenia NuGet poprzez przejście do następującego menu w Visual Studio: *Tools/Extension Manager*, kliknięcie *Online Gallery* i zainstalowanie pierwszego na liście rozszerzenia *NuGet Package Manager*. Po instalacji należy zrestartować Visual Studio i voilà — mamy potężne i łatwe w obsłudze narzędzie do dodawania referencji i zarządzania nimi w projektach (programistom, którzy migrują ze środowiska Ruby, rozszerzenie NuGet może przypominać narzędzia Ruby Gems i GemFile, choć w dalszym ciągu będzie ono nowe, jeśli chodzi o kontrolę wersji oraz wdrażanie).

Po zainstalowaniu rozszerzenia NuGet możemy otworzyć następujące menu: *Tools/Library Package Manager/Package Manager Console*, a następnie w oknie tekstowym, które się wyświetli, wpisać polecenie: `Install-Package NUnit` (można również skorzystać z klawisza *Tab* w celu automatycznego uzupełnienia dostępnych poleceń oraz nazw pakietów bibliotek).

Po wykonaniu tych działań powinniśmy zobaczyć przyjemny komunikat `Nunit Installed Successfully`. Rozszerzenie NuGet pobrało archiwum zip zawierające pliki frameworka NUnit, dodało referencję do domyślnego projektu ustawionego w polu kombi okna konsoli menedżera pakietów oraz zakończyło pracę, wyświetlając komunikat informujący o tym, że wykonało te wszystkie działania. W naszym projekcie powinniśmy teraz zobaczyć referencję do biblioteki *NUnit.Framework.dll*.

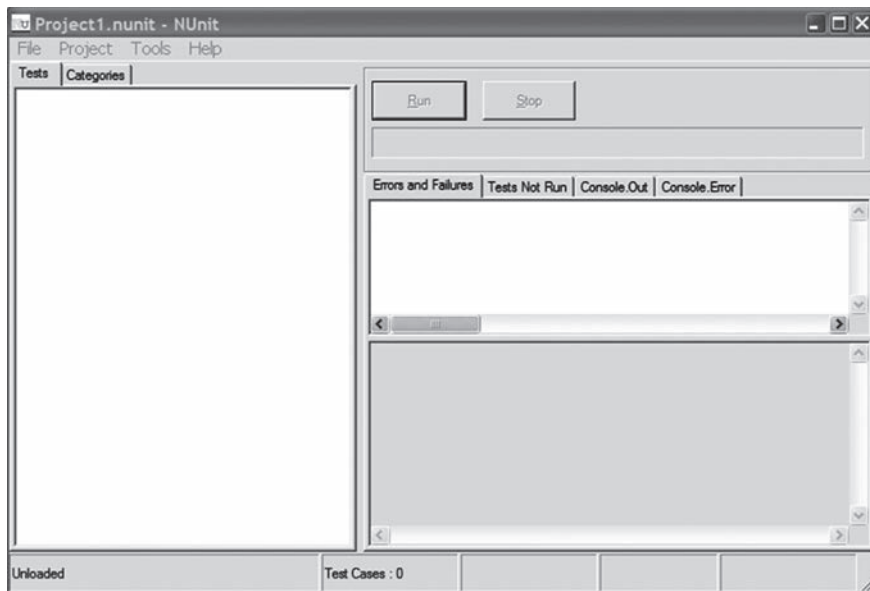
Krótką uwagę na temat interfejsu GUI frameworka NUnit: to podstawowe narzędzie uruchamiania testów frameworka NUnit. Narzędzie to omówię w dalszej części tego rozdziału, ale zazwyczaj go nie używam. Powinniśmy uznać je raczej za narzędzie edukacyjne pozwalające zrozumieć, jak działa NUnit jako osobne narzędzie, bez dodatków do Visual Studio. Narzędzie z interfejsem GUI nie jest również dołączone do wersji frameworka NUnit zainstalowanej za pomocą rozszerzenia NuGet. Rozszerzenie NuGet instaluje tylko potrzebne biblioteki DLL — bez interfejsu użytkownika (to ma pewien sens, ponieważ możemy mieć wiele projektów korzystających z NUnit, ale nie potrzebujemy wielu wersji interfejsu użytkownika frameworka, żeby je uruchomić). Aby pobrać interfejs użytkownika frameworka NUnit, który także pokażę nieco dokładniej w dalszej części tego rozdziału, można zainstalować pakiet *NUnit.Runners* za pomocą rozszerzenia NuGet albo można odwiedzić witrynę *Nunit.com* i zainstalować stamtąd pełną wersję. Ta pełna wersja jest także wbudowana w pakiet *NUnit Console Runner*, z którego korzystamy podczas uruchamiania testów na serwerze kompilacji.

Jeśli ktoś nie może pobrać rozszerzenia NuGet bądź nie ma do niego dostępu, może pobrać framework NUnit z witryny *www.NUnit.com* i ręcznie dodać do projektu referencje do bibliotek NUnit.

Jako bonus można wykorzystać fakt, że NUnit jest produktem *open source*. Można zatem pobrać kod źródłowy NUnit, samodzielnie go skompilować i swobodnie korzystać z kodu źródłowego w ramach licencji *open source* (ze szczegółami licencji można się zapoznać w pliku *license.txt* w katalogu z programem).

UWAGA. Gdy powstawała ta książka, najnowszą wersją NUnit była wersja 2.6.0. Przykłady w tej książce powinny być zgodne z większością przyszych wersji frameworka.

Jeśli wybraliśmy ręczny sposób instalacji NUnit, możemy uruchomić pobrany program *Setup*. Program instalacyjny umieści skrót do narzędzia z interfejsem GUI na pulpicie, ale główne pliki programu powinny być zapisane w katalogu o nazwie *C:\Program Files\NUnit-Net-2.6.0*. Dwukrotne kliknięcie ikony NUnit na pulpicie spowoduje uruchomienie narzędzia do wykonywania testów. Zrzut ekranu tego narzędzia pokazano na rysunku 2.2.



Rysunek 2.2. Interfejs GUI frameworka NUnit jest podzielony na trzy główne części: drzewo wyświetlające testy po lewej stronie, komunikaty i błędy w górnej prawej części oraz informacje śladu stosu w dolnej prawej części

2.3.2. Ładowanie rozwiązania

Jeśli pobrałeś kod źródłowy przykładów tej książki, załaduj w środowisku Visual Studio 2010 lub nowszym rozwiązanie *ArtOfUnitTesting2ndEd.Samples.sln* znajdujące się w folderze *Code*.

UWAGA. Do uruchamiania przykładów zamieszczonych w tej książce można korzystać z wersji Microsoft Visual C# 2010 Express (lub wersji nowszej).

Zacniemy od przetestowania poniższej prostej klasy z jedną metodą (jednostką, którą testujemy):

```
public class LogAnalyzer
{
    public bool IsValidLogFileName(string fileName)
    {
        if(fileName.EndsWith(".SLF"))
        {
            return false;
        }
        return true;
    }
}
```

Zwróćmy uwagę, że celowo pominąłem znak ! przed warunkiem instrukcji `if`. Z tego powodu metoda ta ma błąd — zwraca `false` zamiast `true`, gdy plik ma rozszerzenie *SLF*. Zrobiłem to po to, abyśmy mogli zobaczyć, jak w programie do uruchamiania testów wygląda sytuacja, gdy test się nie powiedzie.

Powyższa metoda nie wydaje się skomplikowana; przetestujemy ją, aby upewnić się, że działa, ale głównie po to, by prześledzić procedurę testowania. W rzeczywistym świecie powinniśmy przetestować wszystkie metody, które zawierają logikę — nawet jeśli wydaje się ona być prosta. Logika może się nie powieść. Chcemy wiedzieć, kiedy tak się stanie. W kolejnych rozdziałach będziemy testować bardziej skomplikowane scenariusze i logiki.

Metoda sprawdza rozszerzenie pliku, aby ustalić, czy plik jest poprawnym plikiem dziennika, czy nie. Nasz pierwszy test będzie polegał na wysłaniu prawidłowej nazwy pliku i sprawdzeniu, czy metoda zwraca `true`.

Oto pierwsze kroki potrzebne do napisania automatycznego testu dla metody `IsValidLogFileName`:

1. Dodaj nowy projekt biblioteki klas do rozwiązania. Będzie ona zawierać nasze klasy testowe. Nadaj mu nazwę *LogAn.UnitTests* (przy założeniu, że testowany projekt ma nazwę *LogAn.csproj*).
2. Do tej biblioteki dodaj nową klasę, która będzie zawierała metody testowe. Nazwij ją *LogAnalyzerTests* (zakładając, że testowana klasa ma nazwę *LogAnalyzer*).
3. Dodaj nową metodę do powyższego przypadku testowego o nazwie `IsValidLogFileName_BadExtension_ReturnsFalse()`.

Więcej informacji na temat standardów nazewnictwa i układu testów podamy w dalszej części tej książki. Podstawowe zasady wymieniono w tabeli 2.2.

Na przykład dla naszego projektu *LogAn* projekt testowy będzie miał nazwę *LogAn.UnitTests*. Klasa testowa dla klasy *LogAnalyzer* będzie nosiła nazwę *LogAnalyzerTests*.

Tabela 2.2. Podstawowe reguły umieszczania testów i nadawania im nazw

Obiekt do przetestowania	Obiekt do stworzenia po stronie testującej
Projekt	Utwórz projekt testu o nazwie <code>[Testowany_projekt].UnitTests</code> .
Klasa	Dla klasy będącej częścią projektu <code>Testowany_projekt</code> stwórz klasę o nazwie <code>[NazwaKlasy]Tests</code> .
Jednostka pracy (metoda lub logiczna grupa kilku metod albo kilku klas)	Dla każdej jednostki pracy stwórz metodę testu o następującej nazwie: <code>[NazwaJednostkiPracy]_[TestowanyScenariusz]_[OczekiwaneZachowanie]</code> . Nazwa jednostki pracy powinna odpowiadać nazwie metody (jeśli to jest cała jednostka pracy) lub być bardziej abstrakcyjna, jeśli jest to przypadek użycia obejmujący wiele metod lub klas, na przykład <code>LogowanieUzytkownika</code> lub <code>UsuńUzytkownika</code> albo <code>Inicjalizacja</code> . Bardziej komfortowe może być zaczęcie od nazwy metody i przejście później na nazwy bardziej abstrakcyjne. Jeśli są to nazwy metod, upewnij się, że są to nazwy publiczne oraz że nie reprezentują początku jednostki pracy.

Oto trzy części nazwy metody testowej:

- *NazwaJednostkiPracy* — nazwa metody, grupy metod bądź klas, które testujemy.
- *Scenariusz* — warunki, w jakich jednostka jest testowana, na przykład „zły login”, „nieprawidłowy użytkownik” albo „dobre hasło”. Na przykład możemy opisać parametry wysyłane do metody publicznej albo początkowy stan systemu, gdy jest wywoływana jednostka pracy, na przykład „brak pamięci w systemie”, „brak użytkowników” lub „użytkownik już istnieje”.
- *OczekiwaneZachowanie* — jakiego działania oczekujemy od testowanej metody w określonych warunkach. Może to być jedna z trzech możliwości: wynik jako zwracana wartość (rzeczywista wartość lub wyjątek), wynik jako zmiana stanu systemu (na przykład dodanie nowego użytkownika do systemu, dzięki czemu system będzie się zachowywał inaczej przy następnym logowaniu) lub wynik w postaci wywołania systemu zewnętrznego (na przykład zewnętrznej usługi sieciowej).

W naszym teście metody `IsValidLogFileName` scenariusz polega na tym, że wysyłamy do metody prawidłową nazwę pliku, a oczekiwanym działaniem jest zwrócenie przez metodę wartości `true`. Metodzie testu możemy zatem nadać nazwę `IsValidFileName_BadExtension_ReturnsFalse()`.

Czy testy powinniśmy pisać w projekcie kodu produkcyjnego? A może powinniśmy je wydzielić do innego projektu — specjalnie stworzonego dla testów? Zazwyczaj wolę oddzielić projekt testowy od kodu produkcyjnego, ponieważ to sprawia, że reszta prac związanych z testowaniem staje się łatwiejsza. Ponadto wiele osób nie chce dołączać testów do kodu produkcyjnego, co prowadzi do różnych brzydkich schematów kompilacji warunkowej lub innych złych pomysłów, które powodują, że kod staje się mniej czytelny.

Z drugiej strony, nie mam pod tym względem bardzo ścisłych wymagań. Podobna mi się również myśl wykorzystywania testów obok działającej aplikacji

produkcyjnej, aby można było testować jej prawidłowe działanie już po zainstalowaniu. To wymaga uważnych przemyśleń, ale nie jest konieczne, aby testy i kod produkcyjny występowały w tym samym projekcie. Możemy mieć ciastko i jednocześnie możemy je zjeść.

Jeszcze nie używaliśmy frameworka NUnit, ale już jesteśmy blisko. Musimy jeszcze dodać referencję do projektu testującego w projekcie testowanym. Aby to zrobić, należy kliknąć prawym przyciskiem myszy w projekcie testowanym i wybrać polecenie *Add Reference*. Następnie należy wybrać zakładkę *Projects*, po czym wybrać projekt *LogAn*.

Następną rzeczą, jakiej powinniśmy się nauczyć, jest sposób oznaczenia metody, która ma być załadowana i uruchomiona przez framework NUnit automatycznie. Najpierw powinniśmy się upewnić, czy została dodana referencja do frameworka NUnit albo za pomocą rozszerzenia NuGet, albo ręcznie, zgodnie z opisem w punkcie 2.3.1.

2.3.3. Wykorzystanie atrybutów NUnit w kodzie

Framework NUnit korzysta z systemu atrybutów w celu rozpoznawania i ładowania testów. Podobnie jak zakładki w książce, te atrybuty pomagają frameworkowi zidentyfikować ważne części w zestawie, który go łąduje, oraz części będące testami do wywołania.

Framework NUnit dysponuje zestawem, który zawiera te specjalne atrybuty. Wystarczy tylko dodać referencję do projektu testowego (nie w kodzie produkcyjnym!) do zestawu *NUnit.Framework*. Można go znaleźć w zakładce *.NET* w oknie dialogowym *Add Reference* (nie trzeba tego robić, jeśli użyliśmy rozszerzenia NuGet do zainstalowania frameworka NUnit). Jeśli wpisujemy *NUnit*, wyświetli się kilka zestawów o nazwie zaczynającej się od tej części.

Należy dodać *nunit.framework.dll* jako referencję do projektu testowego (jeśli zainstalowaliśmy framework ręcznie, a nie za pośrednictwem rozszerzenia NuGet).

Narzędzie do uruchamiania testów NUnit potrzebuje co najmniej dwóch atrybutów do tego, aby wiedzieć, co należy uruchomić:

- `[TestFixture]` — atrybut `[TestFixture]` oznacza klasę, która zawiera zautomatyzowane testy NUnit (gdybyśmy zastąpili słowo „Fixture” słowem „Class”, atrybut ten miałby znacznie więcej sensu. Ale taka zamiana jest dobra tylko jako ćwiczenie wykonywane w celu zapamiętania znaczenia atrybutu. Gdybyśmy dosłownie zmienili atrybut w ten sposób, kod się nie skompiluje). Atrybut `[TestFixture]` należy umieścić na początku nowej klasy `LogAnalyzerTests`.
- `[Test]` — atrybut `[Test]` można umieścić w metodzie w celu oznaczenia jej jako zautomatyzowanego testu do wywołania. Ten atrybut należy umieścić w nowej metodzie testowej.

Po zakończeniu pracy kod testu powinien wyglądać następująco:

```
[TestFixture]
public class LogAnalyzerTests
{
    [Test]
    public void IsValidFileName_BadExtension_ReturnsFalse()
    {
    }
}
```

WSKAZÓWKA. Framework NUnit w najbardziej podstawowej konfiguracji wymaga, aby metody testów były publiczne, zwracały void i nie przyjmowały żadnych parametrów, ale jak się przekonamy, czasami testy mogą również pobierać parametry!

W tym momencie oznaczyliśmy klasę i metodę do uruchomienia. Teraz framework NUnit wywoła każdy kod, który umieścimy wewnątrz metody testowej, kiedy tylko tego zażądamy.

2.4. Piszemy pierwszy test

W jaki sposób testujemy kod? Test jednostkowy zazwyczaj obejmuje trzy główne działania:

1. *Konfigurację* obiektów — utworzenie ich i ustawienie według potrzeb.
2. *Wykonanie operacji* na obiektach.
3. *Asercję* oczekiwanego rezultatu.

Oto prosty fragment kodu, który wykonuje te wszystkie trzy działania. Za asercję jest odpowiedzialna klasa Assert frameworka NUnit:

```
[Test]
public void IsValidFileName_BadExtension_ReturnsFalse()
{
    LogAnalyzer analyzer = new LogAnalyzer();

    bool result = analyzer.IsValidLogFileName("plikozłymrozszerzeniu.foo");

    Assert.False(result);
}
```

Zanim przejdziemy dalej, należy napisać trochę więcej o klasie Assert, ponieważ spełnia ona ważną rolę podczas pisania testów jednostkowych.

2.4.1. Klasa Assert

Klasa Assert zawiera metody statyczne i znajduje się w przestrzeni nazw NUnit.Framework. Jest mostem pomiędzy testowanym kodem a frameworkiem NUnit, a jej celem jest deklaracja, że określone założenie jest prawdziwe. Jeśli okaże się, że argumenty przekazane do klasy Assert będą inne niż założone, framework NUnit rozpozna, że test się nie powiódł, i powiadomi nas o tym. Opcjonalnie można

poinformować klasę Assert, jaki komunikat ostrzegawczy powinien się wyświetlić, jeśli asercja się nie powiedzie.

Klasa Assert zawiera wiele metod. Najważniejsza z nich to `Assert.True(jakieś_wyrazenie_logiczne)`, która sprawdza warunek Boolean. Ale istnieje wiele innych metod, które można uznać za cukier składniowy, a które sprawiają, że asercje pewnych elementów stają się bardziej czytelne (jedną z nich jest metoda `Assert.False`, której użyliśmy).

Oto metoda, która sprawdza, czy oczekiwany obiekt bądź wartość jest taka sama jak wartość rzeczywista:

```
Assert.AreEqual(oczekiwany_obiekt, rzeczywisty_obiekt, komunikat);
```

Oto przykład:

```
Assert.AreEqual(2, 1+1, "Nieprawidłowe działanie arytmetyczne");
```

Poniższa metoda sprawdza, czy dwa argumenty odwołują się do tego samego obiektu:

```
Assert.AreSame(oczekiwany_obiekt, rzeczywisty_obiekt, komunikat);
```

Oto przykład:

```
Assert.AreSame(int.Parse("1"), int.Parse("1"),  
"ten test nie powinien się powieść").
```

Klasa Assert jest prosta do nauki, posługiwania się i zapamiętania.

Należy również zwrócić uwagę, że wszystkie metody klasy Assert przyjmują ostatni parametr typu string, który zostanie wyświetlony obok wyjścia generowanego przez framework w przypadku, gdy test się nie powiedzie. Nigdy nie należy używać tego parametru (jego użycie zawsze jest opcjonalne). Należy zadbać o to, by nazwa testu wyjaśniała, co ma się zdarzyć. Często programiści piszą trywialnie oczywiste rzeczy typu „test nie powiódł się” lub „oczekiwano x zamiast y”, co framework sam dostarcza. Podobnie jak w przypadku komentarzy w kodzie — jeśli już musimy używać tego parametru, to nazwa metody powinna być czytelniejsza.

Po omówieniu podstaw interfejsu API spróbujmy uruchomić test.

2.4.2. Uruchomienie pierwszego testu za pomocą frameworka NUnit

Nadszedł czas, aby uruchomić pierwszy test i sprawdzić, czy powiedzie się, czy nie.

Istnieją co najmniej cztery różne sposoby uruchomienia testu:

- Za pomocą interfejsu GUI frameworka NUnit.
- Za pomocą narzędzia do uruchamiania testów środowiska Visual Studio 2012 z zainstalowanym rozszerzeniem do uruchamiania testów NUnit (w galerii NuGet występuje ono pod nazwą NUnit Test Adapter).
- Za pomocą narzędzia do uruchamiania testów programu ReSharper (dobrze znanej komercyjnej wtyczki do środowiska VS).
- Za pomocą narzędzia TestDriven.NET (innej znanej wtyczki do środowiska VS).

Chociaż w tej książce opisano tylko interfejs GUI frameworka NUnit, osobiście korzystam z narzędzia NCrunch, które jest szybkie, działa automatycznie, ale trzeba za nie zapłacić (to narzędzie razem z innymi opisano w dodatku poświęconym narzędziom). NCrunch dostarcza prostych, szybkich informacji wewnątrz okna edytora w środowisku Visual Studio. Uważam, że to narzędzie do uruchamiania testów tworzy idealną parę z technikami TDD. Więcej informacji na jego temat można znaleźć pod adresem <http://www.ncrunch.net/>.

Aby uruchomić test za pomocą interfejsu GUI frameworka NUnit, trzeba mieć skompilowany zestaw (w tym przypadku plik *.dll*), który można przekazać frameworkowi NUnit do sprawdzenia. Po skompilowaniu projektu należy znaleźć ścieżkę do pliku zestawu, który powstał po kompilacji.

Następnie należy załadować GUI frameworka NUnit (jeśli zainstalowaliśmy framework NUnit ręcznie, wystarczy znaleźć ikonę na pulpicie. Jeśli zainstalowaliśmy środowisko *NUnit.Runners* za pomocą rozszerzenia NuGet, należy odszukać plik wykonywalny środowiska GUI frameworka NUnit w folderze *packages* w głównym folderze rozwiązania, a następnie wybrać polecenie *File/Open*. Następnie wprowadzamy nazwę zestawu do testowania. Po lewej stronie okna wyświetli się pojedynczy test oraz hierarchia klas i przestrzeni nazw projektu (rysunek 2.3). Aby uruchomić testy, należy kliknąć przycisk *Run*. Testy są automatycznie pogrupowane według nazw (nazwy zestawu, typu), więc można wybrać i uruchomić tylko określone typy bądź przestrzenie nazw (zwykle uruchamiamy wszystkie testy, aby uzyskać pełniejsze informacje na temat awarii).



Rysunek 2.3. Niepowodzenie testów NUnit można zaobserwować w trzech miejscach: hierarchia testów po lewej stronie i pasek postępu u góry mają czerwony kolor, a po prawej stronie wyświetlają się komunikaty o błędach

Jak można zobaczyć, test nie wychodzi, co może sugerować, że jest błąd w kodzie. Nadszedł czas, żeby naprawić kod i przekonać się, że test wyjdzie. Modyfikujemy kod poprzez dodanie brakującego znaku *!* w instrukcji *if*, tak aby przyjęła następującą postać:

```
if(!fileName.EndsWith(".SLF"))
{
    return false;
}
```

2.4.3. Dodanie testów pozytywnych

Pokazaliśmy, że złe rozszerzenia spowodują takie oznaczenia, ale kto powiedział, że dobre rozszerzenie zostanie „zatwierdzone” przez naszą niewielką metodę? Gdybyśmy stosowali technikę TDD, brakujące testy byłyby oczywiste, ale ponieważ piszemy testy po kodzie, musimy wymyślić dobre przypadki testowe, które pokryją wszystkie ścieżki. Na listingu 2.1 dodano kilka nowych testów, aby zobaczyć, co się będzie działo, gdy prześlemy plik z dobrym rozszerzeniem. Jeden z testów sprawdza rozszerzenie złożone z wielkich liter, natomiast drugi z małych.

Listing 2.1. Logika walidacji nazw plików programu LogAnalyzer, którą chcemy przetestować

```
[Test] public void
    IsValidLogFileName_GoodExtensionLowercase_ReturnsTrue()
    {
        LogAnalyzer analyzer = new LogAnalyzer();
        bool result = analyzer
            .IsValidLogFileName("filewithgoodextension.slf");

        Assert.True(result);
    }

[Test]public void IsValidLogFileName_GoodExtensionUppercase_ReturnsTrue()
    {
        LogAnalyzer analyzer = new LogAnalyzer();

        bool result =
            analyzer
                .IsValidLogFileName("filewithgoodextension.SLF");
        Assert.True(result);
    }
```

Jeśli teraz skompilujemy rozwiązanie, zauważymy, że środowisko GUI frameworka NUnit potrafi wykryć, że zestaw się zmienił, i automatycznie ponownie załaduje zestaw w GUI. Kiedy ponownie uruchomimy testy, zauważymy, że test z rozszerzeniem złożonym z małych liter nie wychodzi. Aby test wyszedł, musimy zmodyfikować kod produkcyjny — zastosować dopasowywanie ciągów bez rozróżniania wielkości liter:

```
public bool IsValidLogFileName(string fileName)
{
    if (!fileName.EndsWith(".SLF",
        StringComparison.CurrentCultureIgnoreCase))
    {
        return false;
    }

    return true;
}
```

Jeśli ponownie uruchomimy testy, wszystkie powinny wyjść. W środowisku GUI frameworka NUnit powinien ponownie wyświetlić się piękny zielony pasek.

2.4.4. **Od czerwonego do zielonego: dążenie do spełnienia testów**

Środowisko GUI frameworka NUnit zostało zbudowane zgodnie z prostą zasadą: aby uzyskać „zielone” światło pozwalające przejść dalej, wszystkie testy muszą być spełnione. Jeśli chociaż jeden z testów nie powiedzie się, zobaczymy czerwone światło na górnym pasku postępu. Informuje nas ono, że coś niedobrego dzieje się z systemem (lub z testami).

Zasada przechodzenia od czerwonego do zielonego jest powszechna w całym świecie testów jednostkowych, a zwłaszcza w metodyce wytwarzania oprogramowania bazującej na testach (TDD). Jej mantra to czerwone-zielone-refaktoryzacja, co oznacza, że zaczynamy od testu, który nie wychodzi, następnie dążymy do jego spełnienia, a w dalszej kolejności staramy się, by kod stał się bardziej czytelny i łatwiejszy w utrzymaniu.

Testy mogą również nie powieść się, jeśli nagle zostanie zgłoszony nieoczekiwany wyjątek. Test, który zatrzyma się z powodu nieoczekiwanego wyjątku, jest uznawany za nieudany w większości (jeśli nie we wszystkich) frameworków testowych. Jest to część podejścia — czasami w programie są błędy w postaci wyjątków, których się nie spodziewaliśmy.

Jeśli chodzi o wyjątki, w dalszej części tego rozdziału pokażemy rodzaj testu, który jako specyficznego wyniku lub zachowania oczekuje zgłoszenia wyjątku z określonego kodu. Tego rodzaju test nie wychodzi, jeśli wyjątek *nie zostanie* zgłoszony.

2.4.5. **Styl kodu testów**

Zwróćmy uwagę, że testy, które napisałem, mają kilka cech dotyczących stylu i czytelności, które wyróżniają kod testów od „standardowego” kodu. Nazwy testów mogą być bardzo długie, ale znaki podkreślenia pomagają zadbać o to, abyśmy nie zapomnieli umieścić wszystkich ważnych informacji. Dodatkowo w każdym teście umieściłem pusty wiersz pomiędzy etapami konfiguracji, działania i asercji. Uważam, że to pomaga mi znacznie szybciej czytać testy i ułatwia znajdowanie w nich problemów.

Starąłem się również jak najbardziej oddzielić kod asercji od kodu działania. Preferuję asercję na wartości, a nie bezpośrednio na wywołaniu funkcji. Dzięki temu kod staje się znacznie bardziej czytelny.

Czytelność jest jednym z najważniejszych aspektów pisania testu. Test powinien czytać bez wysiłku nawet ktoś, kto nigdy nie widział testu wcześniej, bez potrzeby zadawania zbyt wielu pytań, lub w ogóle żadnych pytań. Więcej na ten temat napiszę w rozdziale 7. Teraz zobaczymy, czy możemy wyeliminować trochę powtórzeń i poprawić spójność testów bez szkody dla ich czytelności.

2.5. **Refaktoryzacja w kierunku testów z parametrami**

Wszystkie testy, które napisaliśmy do tej pory, mają pewien problem związany z łatwością utrzymania. Wyobraźmy sobie, że teraz chcemy dodać parametr do konstruktora klasy `LogAnalyzer`. Będziemy więc mieli trzy testy, które się nie skompilują.

Poprawienie trzech testów może nie jest trudne, ale z łatwością w systemie może być 30 lub 100 testów. W realnym świecie programiści mają ważniejsze rzeczy do roboty niż ściganie kompilatora za to, co powinno być prostą zmianą. Jeśli testy spowodują, że nie wyjdzie nam sprint, nie będziemy chcieli ich uruchamiać, a nawet możemy chcieć usunąć tego rodzaju irytujące testy.

Spróbujmy zatem tak zrefaktoryzować testy, abyśmy nigdy nie natknęli się na tego rodzaju problem.

Framework NUnit ma doskonałą własność, która może nam w tym bardzo pomóc. Mowa o testach z parametrami. Aby z nich korzystać, weź jedną z istniejących metod testowych, które wyglądają dokładnie tak samo jak inne, i wykonaj poniższe czynności:

1. Zastąp atrybut [Test] atrybutem [TestCase].
2. Wyodrębnij wszystkie zakodowane na sztywno wartości używane przez test do parametrów metody testowej.
3. Przenieść wartości, których używałeś wcześniej, do nawiasów atrybutu [TestCase(param1,param2,...)].
4. Zmień nazwę tej metody na postać bardziej uniwersalną.
5. Dodaj atrybut [TestCase(...)] w tej samej metodzie testowej dla każdego z testów, które chcesz „scalić” z tą metodą testową, używając innych wartości testowych.
6. Usuń pozostałe testy, tak aby została tylko jedna metoda testowa zawierająca wiele atrybutów [TestCase].

Te czynności należy wykonać krok po kroku. Po wykonaniu czwartej nasz ostatni test będzie miał następującą postać:

```
[TestCase("filewithgoodextension.SLF")]
public void
IsValidLogFileName_ValidExtensions_ReturnsTrue(string file)
{
    LogAnalyzer analyzer = new LogAnalyzer();
    bool result = analyzer.IsValidLogFileName(file);
    Assert.True(result);
}
```

← Atrybut TestCase wysyła parametr do metody

← Parametr, do którego atrybuty przypadków testowych mogą dołączyć wartość

← Parametr ten jest stosowany w sposób generyczny

Parametr przesyłany do atrybutu TestCase jest odwzorowywany w czasie działania programu przez narzędzie do uruchamiania testów na pierwszy parametr metody testowej. Do metody testowej oraz do atrybutu TestCase można dodać tyle parametrów, ile się chce.

A oto ciekawostka: można dodać wiele **atrybutów** TestCase w tej samej metodzie testowej. Zatem po wykonaniu kroku szóstego nasz test będzie miał następującą postać:

```
[TestCase("filewithgoodextension.SLF")]
[TestCase("filewithgoodextension.slf")]
public void
IsValidLogFileName_ValidExtensions_ReturnsTrue(string file)
{
    LogAnalyzer analyzer = new LogAnalyzer();
}
```

← Inny atrybut oznacza inny test z inną wartością dołączoną do parametru metody

```

    bool result = analyzer.IsValidLogFileName(file);
    Assert.True(result);
}

```

Teraz możemy śmiało usunąć poprzednią metodę testową, która używała rozszerzenia w postaci małych liter, ponieważ obejmuje ją atrybut przypadku testowego w naszej bieżącej metodzie testowej. Jeśli uruchomimy testy ponownie, zobaczymy, że wciąż mamy tę samą liczbę testów, ale kod jest łatwiejszy w utrzymaniu i bardziej czytelny.

Możemy także pójść o krok dalej i uwzględnić w bieżącej metodzie testowej test negatywny (który zakłada, że otrzymamy wartość `false`). Poniżej pokażę, jak to zrobić, ale ostrzegam, że w ten sposób prawdopodobnie otrzymamy mniej czytelną metodę testową, ponieważ nazwa będzie musiała stać się jeszcze *bardziej ogólna*. Rozważmy to demo składni, biorąc pod uwagę, że stosując tę technikę, możemy posunąć się zbyt daleko, a testy — bez głębszej analizy kodu — staną się mniej zrozumiałe.

Oto w jaki sposób można zrefaktoryzować wszystkie testy w tej klasie poprzez dodanie kolejnego parametru do przypadku testowego i metody testowej oraz przez zmianę asercji na `Assert.AreEqual`.

```

[TestCase("filewithgoodextension.SLF", true)]
[TestCase("filewithgoodextension.slf", true)]
[TestCase("filewithbadextension.foo", false)]
public void
IsValidLogFileName_VariousExtensions_ChecksThem(string file,
                                                    bool expected)
{
    LogAnalyzer analyzer = new LogAnalyzer();
    bool result = analyzer.IsValidLogFileName(file);
    Assert.AreEqual(expected, result);
}

```

Dzięki tej jednej metodzie testowej możemy pozbyć się wszystkich innych metod testowych w tej klasie. Należy jednak zauważyć, że nazwa testu stała się tak ogólna, że trudno rozpoznać różnicę pomiędzy testem spełnionym a niespełnionym. Ta informacja musi w sposób oczywisty wynikać z przesłanych wartości parametrów, dlatego powinny być one jak najprostsze i jak najbardziej oczywiste do tego, by udowodnić to, co chcemy udowodnić. Więcej informacji na temat takiego spojrzenia na czytelność zaprezentujemy w rozdziale 7.

Pod względem łatwości utrzymania zauważmy, że mamy teraz tylko jedno wywołanie do konstruktora. Tak jest lepiej, ale takie rozwiązanie nie jest wystarczająco dobre, ponieważ nie możemy doprowadzić do tego, aby wszystkie nasze testy sprowadzały się do jednej olbrzymiej, sparametryzowanej metody testowej. Więcej informacji na temat łatwości utrzymania kodu znajduje się w dalszej części tej książki (tak, w rozdziale 7.).

Kolejną techniką refaktoryzacji, którą możemy zastosować w tym momencie, jest zmiana postaci instrukcji `if` w kodzie produkcyjnym. Możemy sprowadzić ją do pojedynczej instrukcji `return`. Jeśli ktoś lubi tego rodzaju przekształcenia, to teraz jest dobry moment na taką refaktoryzację. Ja nie należę do takich osób. Akceptuję

nieco rozwlekłości w kodzie, tak aby czytelnik kodu nie musiał zbyt wiele o nim myśleć. Lubię kod, który nie jest zbyt zawiły dla jego własnego dobra, a instrukcje return zawierające instrukcje warunkowe kierują mnie w złą stronę. Ale jak pamiętacie, to nie jest książka o projektowaniu. Róbcie tak, jak uważacie za słuszne. Przede wszystkim będę się odnosił do książki „Czysty kod” Roberta Martina (wujka Boba).

2.6. Więcej atrybutów NUnit

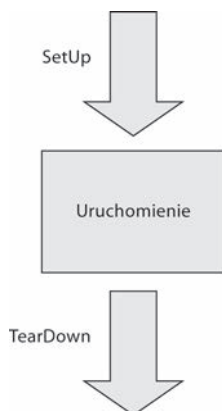
Teraz gdy zobaczyliśmy, jak łatwo jest tworzyć testy jednostkowe, które są uruchamiane automatycznie, przyjrzymy się, jak skonfigurować stan początkowy dla każdego testu i jak usunąć śmieci, który pozostawiły nasze testy.

Test jednostkowy ma określone punkty w swoim cyklu życia, nad którymi chcielibyśmy mieć kontrolę. Uruchamianie testów to tylko jeden z tych punktów. Jak dowiesz się w następnym punkcie, istnieją specjalne metody konfiguracji, które są uruchamiane przed uruchomieniem każdego z testów.

2.6.1. Atrybuty Setup i TearDown

W przypadku testów jednostkowych ważne jest, aby wszelkie pozostałe dane lub egzemplarze z poprzednich testów były zniszczone oraz by odtworzono stan dla nowych testów w taki sposób, jakby nigdy wcześniej nie uruchamiano żadnych testów. Jeśli pozostawimy stan z poprzedniego testu, może się okazać, że test nie powiedzie się, ale tylko wtedy, gdy został uruchomiony po innym teście, natomiast innym razem przejdzie pomyślnie. Wyszukiwanie tego rodzaju błędów zależności pomiędzy testami jest trudne i czasochłonne. Nie polecam tego nikomu. Tworzenie testów, które są całkowicie od siebie niezależne, to jedna z najlepszych praktyk, które będę omawiał w drugiej części tej książki.

Framework NUnit zawiera specjalne atrybuty pozwalające na większą kontrolę nad ustawianiem i czyszczeniem stanu przed i po wykonaniu testów. Są to atrybuty akcji [SetUp] i [TearDown]. Na rysunku 2.4 zaprezentowano proces uruchamiania testu z wykorzystaniem akcji SetUp (dosł. konfiguracja) i TearDown (dosł. rozbiórka).



Rysunek 2.4. Framework NUnit wykonuje akcje „konfigurowania” i „rozbiórki” odpowiednio przed i po każdej metodzie testowej

Na razie upewnij się, że każdy test, który piszemy, wykorzystuje nowy egzemplarz testowanej klasy, tak aby pozostały stan nie przeszkadzał w kolejnych testach.

Możemy kontrolować to, co będzie się działo w etapach konfigurowania i rozbiórki, za pomocą dwóch atrybutów NUnit:

- [SetUp] — ten atrybut można umieścić wewnątrz metody, podobnie jak atrybut [Test]. Powoduje on, że framework NUnit uruchamia metodę konfiguracji za każdym razem, gdy zostaną uruchomione dowolne testy wewnątrz klasy.
- [TearDown] — ten atrybut oznacza metodę, która zostanie wykonana raz po uruchomieniu każdego testu wewnątrz klasy.

Na listingu 2.2 pokazano sposób, w jaki można skorzystać z atrybutów [SetUp] i [TearDown], aby upewnić się, że każdy test otrzymuje nowy egzemplarz klasy LogAnalyzer. Sposób ten eliminuje niepotrzebne pisanie.

Listing 2.2. Wykorzystanie atrybutów [SetUp] i [TearDown]

```
using NUnit.Framework;
[TestFixture] public class LogAnalyzerTests
{
    private LogAnalyzer m_analyzer=null;
    [SetUp]                ← Atrybut SetUp
    public void Setup()
    {
        m_analyzer = new LogAnalyzer();
    }
    [Test]
    public void IsValidFileName_validFileLowerCased_ReturnsTrue()
    {
        bool result = m_analyzer.IsValidLogFileName("whatever.slf");

        Assert.IsTrue(result, "plik powinien mieć prawidłową nazwę!");
    }

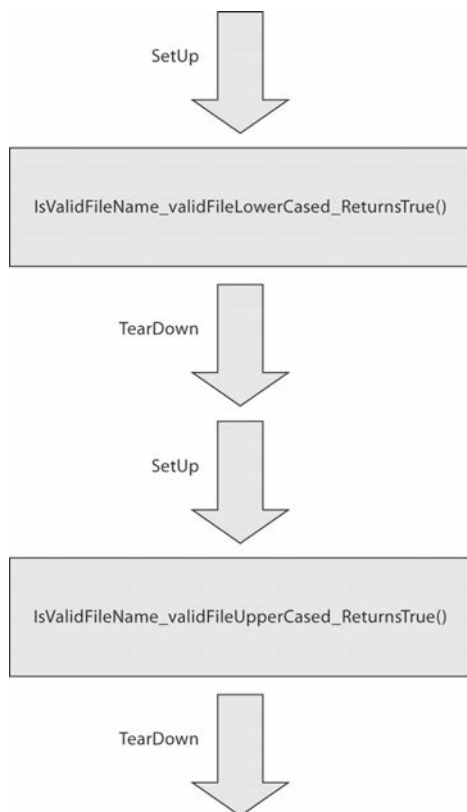
    [Test]
    public void IsValidFileName_validFileUpperCased_ReturnsTrue()
    {
        bool result = m_analyzer
            .IsValidLogFileName("whatever.SLF");

        Assert.IsTrue(result, "plik powinien mieć prawidłową nazwę!");
    }

    [TearDown]           ← Atrybut TearDown
    public void TearDown()
    {
        //Wiersz poniżej zamieszczono jako przykład antywzorca.
        //Nie jest potrzebny. Nie należy umieszczać go w kodzie produkcyjnym.
        m_analyzer = null;    ← Popularny antywzorzec – nie trzeba tego robić
    }
}
```

Należy jednak pamiętać o tym, że im częściej będziemy korzystać z atrybutu [SetUp], tym mniej czytelne będą nasze testy, ponieważ aby zrozumieć, w jaki sposób egzemplarze trafiają do testu oraz jaki jest typ każdego obiektu wykorzystywanego przez test, czytelnicy kodu będą musieli czytać go w dwóch miejscach w pliku. Zawsze powtarzam swoim studentom: „wyobraźcie sobie, że czytelnik testu nigdy wcześniej nas nie spotkał i nigdy nie spotka. Czyta nasz test w 2 lata po tym, jak przestaliśmy pracować w firmie. Wszystko, co zrobimy, aby pomóc mu zrozumieć nasz kod bez potrzeby zadawania pytań, jest bardzo pomocne. Prawdopodobnie nie ma on nikogo, komu może zadać te pytania, więc jesteśmy jego jedyną nadzieją”. Zmuszanie czytelnika do tego, aby nieustannie przeskakiwali pomiędzy dwoma regionami kodu, nie jest dobrym pomysłem.

Metody konfiguracji i rozbiórki można porównać do konstruktorów i destruktorów dla testów wewnątrz klasy. W każdej klasie testowej może występować tylko po jednej z każdej z nich i każda będzie wykonana raz dla każdego testu w klasie. Na listingu 2.1 są dwa testy jednostkowe, dlatego ścieżka wykonania dla frameworka NUnit będzie podobna do pokazanej na rysunku 2.5.



Rysunek 2.5. W jaki sposób framework NUnit wywołuje metody SetUp i TearDown z wieloma testami jednostkowymi w tej samej klasie: każdy test jest poprzedzony uruchomieniem metody SetUp, a po zakończeniu każdego testu uruchamiana jest metoda TearDown

Chciałbym również podkreślić, że w realnym życiu NIE korzystam z metod konfiguracji do inicjalizacji egzemplarzy klas. Pokazałem je tylko po to, żeby czytelnicy

cy wiedzieli, że takie istnieją, i aby ich unikali. Początkowo stosowanie ich może wydawać się dobrym pomysłem, ale szybko okazuje się, że testy poniżej metody `SetUp` stają się mniej czytelne. Zamiast tego używam metod-fabryk do inicjalizacji testowanych egzemplarzy. Można o tym przeczytać w rozdziale 7.

Framework NUnit zawiera kilka innych atrybutów, które pomagają w konfiguracji oraz porządkowaniu stanu. Na przykład atrybuty `[TestFixtureSetUp]` i `[TestFixtureTearDown]` umożliwiają skonfigurowanie stanu raz przed wszystkimi testami dla konkretnej klasy oraz raz po zakończeniu działania wszystkich testów. Atrybuty te przydają się w przypadku, gdy konfigurowanie lub czyszczenie stanu zajmuje dużo czasu i chcemy wykonywać je tylko raz na zestaw testów. Korzystanie z tych atrybutów wymaga zachowania ostrożności. W przypadku braku zachowania ostrożności może dojść do współdzielenia stanów pomiędzy testami.

W projektach testów jednostkowych należy UNIKAĆ stosowania metod `TearDown` lub `TestFixture`. Jeśli je stosujemy, to zachodzi ryzyko, że piszemy test integracyjny, w którym korzystamy z systemu plików lub bazy danych, i musimy uporządkować dysk lub bazę danych po wykonaniu testów. Jedynym przypadkiem, gdy warto użyć metody `TearDown` w testach jednostkowych, jest sytuacja, kiedy pomiędzy testami trzeba „zresetować” stan zmiennej statycznej lub singletona w pamięci. W każdym innym przypadku zachodzi obawa, że wykonujemy testy integracyjne. Nie ma niczego złego w wykonywaniu testów integracyjnych, ale należy to robić w oddzielnym projekcie dedykowanym dla testów integracyjnych.

W następnym punkcie pokażę, w jaki sposób można przetestować zgłoszenie wyjątku przez kod tam, gdzie kod powinien zgłosić wyjątek.

2.6.2. Testowanie występowania oczekiwanych wyjątków

Jednym z popularnych scenariuszy testowania jest upewnienie się, że testowana metoda zgłosi wyjątek w tym miejscu, w którym powinna go zgłosić.

Załóżmy, że metoda powinna zgłosić wyjątek `ArgumentException` w przypadku przesłania pustej nazwy pliku. Jeśli kod nie zgłasza wyjątku, to znaczy, że test nie powiódł się. Logikę metody przetestujemy na listingu 2.3.

Listing 2.3. Logika walidacji nazw plików programu `LogAnalyzer`, którą chcemy przetestować

```
public class LogAnalyzer
{
    public bool IsValidLogFileName(string fileName)
    {
        ...
        if (string.IsNullOrEmpty(fileName))
        {
            throw new ArgumentException(
                "należy podać nazwę pliku");
        }
        ...
    }
}
```

Są dwa sposoby, aby to sprawdzić. Zaczniemy od tego, którego nie należy używać, ale który jest bardzo powszechny, ponieważ kilka lat temu był jedynym interfejsem API pozwalającym na osiągnięcie tego celu. Framework NUnit zawiera specjalny atrybut umożliwiający testowanie wyjątków: jest to atrybut `[ExpectedException]`. Oto jak może wyglądać test, który sprawdza występowanie wyjątku:

```
[Test]
[ExpectedException(typeof(ArgumentException),
    ExpectedMessage = "należy podać nazwę pliku")]
public void IsValidFileName_EmptyFileName_ThrowsException()
{
    m_analyzer.IsValidLogFileName(string.Empty);
}
private LogAnalyzer MakeAnalyzer()
{
    return new LogAnalyzer();
}
```

W powyższym kodzie należy zwrócić uwagę na kilka istotnych elementów:

- Oczekiwany komunikat wyjątku został podany jako parametr atrybutu `[ExpectedException]`.
- W samym teście nie ma wywołania `Assert`. Asercję zawiera atrybut `[ExpectedException]`.
- Pobieranie wartości `Boolean` wyniku metody nie ma sensu, ponieważ oczekuje się, że wywołanie metody zgłosi wyjątek.

Niezwiązane z tym przykładem jest wyodrębnienie do metody-fabryki kodu, który tworzy egzemplarz klasy `LogAnalyzer`. Tej metody-fabryki użyję we wszystkich moich testach, aby poprawić łatwość konserwacji konstruktora bez konieczności poprawiania zbyt wielu testów.

Biorąc pod uwagę metodę z listingu 2.2 oraz test dla tej metody, ten test powinien się powieść. Gdyby metoda nie zgłosiła wyjątku `ArgumentException` lub gdyby komunikat wyjątku był inny niż oczekiwany, test nie powiódłby się. W tym przypadku otrzymalibyśmy informację, że albo wyjątek nie został zgłoszony, albo komunikat był inny, niż oczekiwano.

Dlaczego więc napisałem, że nie należy korzystać z tego sposobu? Ponieważ ten atrybut w zasadzie poleca silnikowi testów opakowanie całej metody w obszerny blok `try-catch`. Niepowodzenie testu następuje, gdy żaden wyjątek nie został przechwycony. Największy problem z tym sposobem polega na tym, że nie wiemy, *który* wiersz zgłosił wyjątek. W rzeczywistości mogło się zdarzyć, że w konstruktorze występuje błąd, który zgłasza wyjątek, a nasz test przechodzi, nawet jeśli konstruktor nigdy nie powinien zgłaszać tego wyjątku! W przypadku używania tego atrybutu test może nas okłamywać, dlatego staram się z niego nie korzystać.

Zamiast tego framework NUnit dostarcza nowego API: `Assert.Throws<T>(delegat)`. Oto przepisana wersja testu, która wykorzystuje metodę `Assert.Throws`:

```
[Test]
public void IsValidFileName_EmptyFileName_Throws()
{
    // ← Nie jest potrzebny atrybut ExpectedException
}
```

```

        LogAnalyzer la = MakeAnalyzer();
var ex = Assert.Throws<Exception>(() => la.IsValidLogFileName(""));
StringAssert.Contains("należy podać nazwę pliku",
    ex.Message);
}

```

Wykorzystanie metody `Assert.Throws`

Wykorzystanie obiektu `Exception` zwróconego przez metodę `Assert.Throws`

Powyższy kod zawiera wiele zmian w porównaniu z poprzednią wersją:

- Nie używamy już atrybutu `[ExpectedException]`.
- Wykorzystujemy metodę `Assert.Throws` oraz wyrażenie lambda bez argumentów. Treścią tego wyrażenia lambda jest wywołanie `la.IsValidLogFileName("")`.
- Jeśli kod wewnątrz wyrażenia lambda zgłosi wyjątek, test się powiedzie. Jeśli wyjątek zgłosi dowolny inny wiersz poza wyrażeniem lambda, test się nie powiedzie.
- `Assert.Throws` jest funkcją zwracającą egzemplarz obiektu wyjątku, który został zgłoszony wewnątrz wyrażenia lambda. Pozwala to nam na późniejszą asercję dotyczącą komunikatu obiektu wyjątku.
- Skorzystaliśmy z klasy `StringAssert` będącej częścią frameworka NUnit, której do tej pory nie omawialiśmy. Klasa ta zawiera przydatne metody pomocnicze, dzięki którym testowanie ciągów znaków staje się prostsze i bardziej czytelne.
- Nie zakładamy pełnej równości ciągów za pomocą funkcji `Assert.AreEqual`. Zamiast tego korzystamy z funkcji `StringAssert.Contains` — oznaczającej, że komunikat tekstowy **zawiera** ciąg znaków, którego szukamy. Dzięki temu testy są łatwiejsze w utrzymaniu, ponieważ ciągi często się zmieniają w miarę dodawania nowych funkcji. Ciągi znaków są rodzajem interfejsu użytkownika, dlatego mogą w nich występować nadmiarowe znaki przejścia do nowego wiersza, dodatkowe informacje, które nas nie interesują, itp. Gdybyśmy założyli, że cały ciąg znaków jest równy konkretnemu ciągowi, którego oczekujemy, musielibyśmy poprawiać test każdorazowo po dodaniu nowej „własności” na początku bądź końcu komunikatu, nawet gdyby dodana część nie miała wpływu na test (na przykład dodatkowe wiersze lub elementy formatowania użytkownika).

Istnieje mniejsze ryzyko, że ten test nas „okłamie”. Polecam używanie funkcji `Assert.Throws` zamiast atrybutu `[ExpectedException]`.

Istnieją inne sposoby używania interfejsu *fluent* frameworka NUnit do sprawdzania komunikatów wyjątków. Właściwie niezbyt je lubię, ale stosowanie ich jest bardziej kwestią stylu. O składni *fluent* frameworka NUnit oraz sposobach sprawdzania komunikatów wyjątków można przeczytać w witrynie *NUnit.com*.

2.6.3. Ignorowanie testów

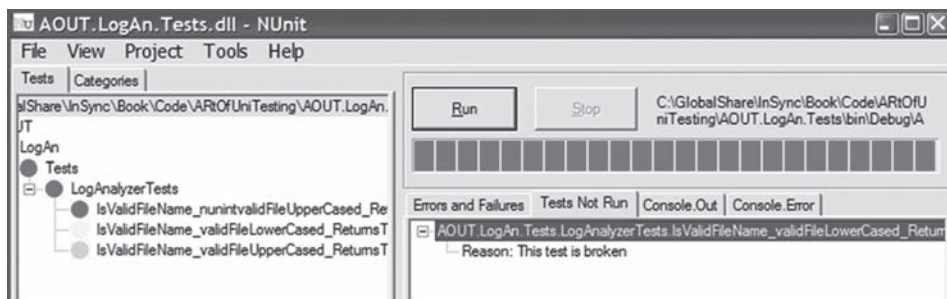
Czasami mamy testy, które nie są prawidłowe, a pomimo tego musimy sprawdzić kod w głównym drzewie kodu źródłowego. W tych rzadkich przypadkach (powinny

być naprawdę rzadkie!) możemy umieścić atrybut [Ignore] wewnątrz testów, które nie działają, ze względu na problem w teście, a nie w kodzie.

Użycie tego atrybutu może mieć następującą postać:

```
[Test]
[Ignore("Z tym testem jest problem")]
public void IsValidFileName_ValidFile_ReturnsTrue()
{
    /// ...
}
```

Uruchomienie tego testu w interfejsie GUI narzędzia NUnit generuje efekt pokazany na rysunku 2.6.



Rysunek 2.6. We frameworku NUnit zignorowane testy są oznaczone żółtym kolorem (środkowy test), a powód rezygnacji z uruchomienia testu wyświetla się z prawej strony, w zakładce Tests Not Run

Co się dzieje, gdy chcemy uruchomić testy nie według przestrzeni nazw, ale według innego rodzaju grupowania? Do tego służą kategorie testowania. Omówię je w punkcie 2.6.5.

2.6.4. Składnia fluent frameworka NUnit

Framework NUnit ma również bardziej płynną (ang. *fluent*) składnię, którą można wykorzystywać zamiast wywoływania prostych metod `Assert.*`. Składnia *fluent* zawsze zaczyna się od `Assert.That(...)`. Oto ostatni test przepisany w taki sposób, by korzystał ze składni *fluent* frameworka NUnit:

```
[Test]
public void IsValidFileName_EmptyFileName_ThrowsFluent()
{
    LogAnalyzer la = MakeAnalyzer();

    var ex =
        Assert.Throws<ArgumentException>(() =>
            la.IsValidLogFileName(""));
    Assert.That(ex.Message,
        Is.StringContaining("należy podać nazwę pliku"));
}
```

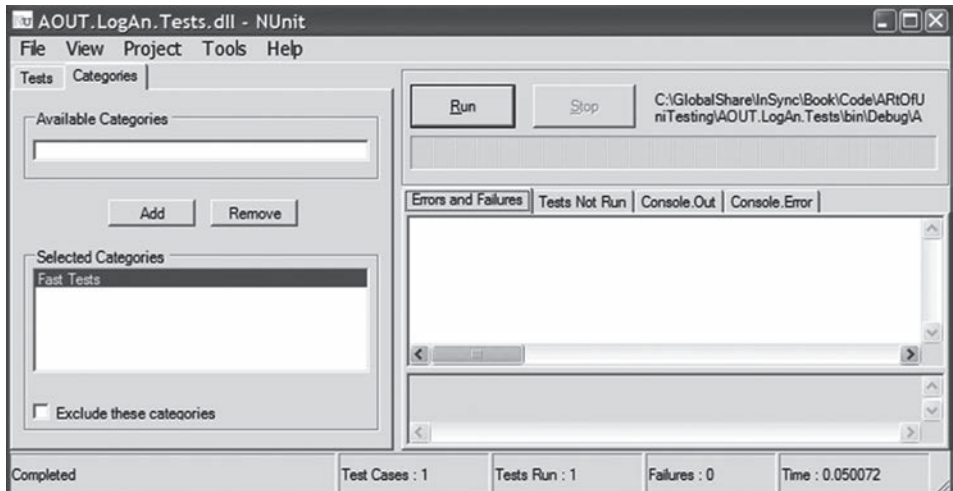
Osobiście wolę bardziej lakoniczną, prostszą i krótszą składnię `Assert.coś()` niż `Assert.That`. Chociaż składnia *fluent* na pierwszy rzut oka wydaje się bardziej przyjazna, zrozumienie, co testujemy, zajmuje więcej czasu (trzeba przeczytać wszystko aż do końca wiersza). Należy wybrać składnię zgodnie z własnymi upodobaniami. Należy tylko zadbać o spójność w całym projekcie testowym, ponieważ brak spójności prowadzi do wielu problemów z czytelnością.

2.6.5. Ustawianie kategorii testowych

Można tak ustawić testy, aby działały w określonych kategoriach testowych, na przykład testy wolne i testy szybkie. Do tego celu służy atrybut `[Category]` frameworka NUnit:

```
[Test]
[Category("Szybkie testy")]
public void IsValidFileName_ValidFile_ReturnsTrue()
{
    /// ...
}
```

Po załadowaniu zestawu testowego w NUnit można zobaczyć, że testy są zorganizowane według kategorii, a nie według przestrzeni nazw. Aby uruchomić testy określonej kategorii, przełącz się do zakładki *Categories* w NUnit i dwukrotnie kliknij kategorię, którą chcesz uruchomić, tak aby przesunęła się do dolnej ramki *Selected Categories*. Następnie kliknij przycisk *Run*. Na rysunku 2.7 pokazano, jak może wyglądać ekran po wybraniu zakładki *Categories*.



Rysunek 2.7. Można skonfigurować kategorie testów kodu, a następnie wybrać określoną kategorię z poziomu interfejsu użytkownika frameworka NUnit

Jak dotąd uruchamialiśmy proste testy metod, które zwracały w wyniku jakąś wartość. Co zrobić, jeśli metoda nie zwraca wartości, ale zmienia stan obiektu?

2.7. Testowanie wyników metod, które nie zwracają wartości, tylko zmieniają stan systemu

Do tego punktu pokazywaliśmy, w jaki sposób testować pierwszy i najprostszy rodzaj rezultatu jednostki pracy: zwracane wartości (opisane w rozdziale 1.). W tym i w następnym rozdziale opiszemy również drugi rodzaj rezultatu: zmianę stanu systemu — sprawdzenie, czy zachowanie systemu jest inne po wykonaniu działania na testowanym systemie.

DEFINICJA. Testowanie przejść pomiędzy stanami (nazywane także **weryfikacją stanów**) określa, czy testowana metoda zadziałała poprawnie, poprzez sprawdzenie zmienionego zachowania badanego systemu i jego współpracowników (zależności) po wykonaniu metody.

Jeśli system działa dokładnie tak samo jak przedtem, to w rzeczywistości nie zmienił swojego stanu albo wystąpił błąd.

Jeśli czytelnik zetknął się z definicjami testowania przejść pomiędzy stanami w innym miejscu, z pewnością zauważył, że zdefiniowałem je inaczej. To dlatego, że spojrzałem na ten obszar pod nieco innym kątem — tzn. łatwości utrzymania testu. Samo testowanie bezpośredniego stanu (co czasami sprowadza się do zapewnienia sprawdzalności) jest czymś, czego zwykle nie popieram, bo prowadzi ono do kodu trudniejszego w utrzymaniu i mniej czytelnego.

Rozważmy prosty przykład testowania przejść pomiędzy stanami dla klasy `LogAnalyzer`. Nie możemy jej przetestować, po prostu wywołując jedną metodę. Na listingu 2.4 pokazano kod dla tej klasy. W tym przypadku wprowadziliśmy nową właściwość `WasLastFileNameValid`, która powinna przechowywać ostatni stan sukcesu metody `IsValidLogFileName`. Zaprezentowałem najpierw kod, ponieważ nie próbuję w tym miejscu uczyć czytelników technik TDD, ale sposobów pisanie dobrych testów. Dzięki stosowaniu technik TDD testy *mogłyby* stać się lepsze. Tutaj jednak pokazujemy sytuację, w której wiemy, jak należy pisać testy *po* napisaniu kodu.

Listing 2.4. Testowanie wartości właściwości poprzez wywołanie metody `IsValidLogFileName`

```
public class LogAnalyzer
{
    public bool WasLastFileNameValid { get; set; }

    public bool IsValidLogFileName(string fileName)
    {
        WasLastFileNameValid = false; ← Zmiana stanu systemu

        if (string.IsNullOrEmpty(fileName))
        {
            throw new ArgumentException("należy podać nazwę pliku");
        }
        if (!fileName.EndsWith(".SLF",
            StringComparison.CurrentCultureIgnoreCase))
        {
```

```

        return false;
    }

    WasLastFileNameValid = true;    ← Zmiana stanu systemu
    return true;
}
}

```

Jak można zobaczyć na podstawie tego kodu, klasa `LogAnalyzer` pamięta, jaki był ostatni wynik sprawdzenia poprawności nazwy pliku. Ponieważ metoda `WasLastFileNameValid` zależy od wcześniejszego wywołania innej metody, nie możemy po prostu testować tej funkcjonalności poprzez napisanie testu, który pobiera z metody zwracany wynik. Aby sprawdzić, czy logika jest właściwa, trzeba użyć innego sposobu.

Najpierw należy zdefiniować, czym jest jednostka pracy, którą testujemy. Czy jest nią nowa właściwość o nazwie `WasLastFileNameValid`? Częściowo tak. Testowany kod znajduje się także w metodzie `IsValidLogFileName`, dlatego test powinien zaczynać się od nazwy tej metody. Jest to bowiem jednostka pracy, którą wywołujemy publicznie, aby zmienić stan systemu. Prosty test sprawdzający, czy zapamiętano wynik, pokazano na listingu 2.5.

Listing 2.5. Testowanie klasy przez wywołanie metody i sprawdzenie wartości właściwości

```

[Test]
public void
IsValidFileName_WhenCalled_ChangesWasLastFileNameValid()
{
    LogAnalyzer la = MakeAnalyzer();

    la.IsValidLogFileName("badname.foo");

    Assert.False(la.WasLastFileNameValid); ← Asercja dotycząca stanu systemu
}

```

Zauważmy, że testujemy funkcjonalność metody `IsValidLogFileName` poprzez asercję w odniesieniu do kodu w innym miejscu w porównaniu z tym, gdzie występuje testowany kod.

Oto zrefaktoryzowany przykład, w którym dodano inny test dotyczący odwrotnego oczekiwania co do wartości stanu systemu:

```

[TestCase("badfile.foo", false)]
[TestCase("goodfile.slf", true)]
public void
IsValidFileName_WhenCalled_ChangesWasLastFileNameValid(string file,
                                                         bool expected)
{
    LogAnalyzer la = MakeAnalyzer();

    la.IsValidLogFileName(file);

    Assert.AreEqual(expected, la.WasLastFileNameValid);
}

```

Na listingu 2.6 pokazano inny przykład. W tym przykładzie sprawdzono funkcjonalność prostego kalkulatora.

Listing 2.6. Metody Add() i Sum()

```
public class MemCalculator
{
    private int sum=0;

    public void Add(int number)
    {
        sum+=number;
    }

    public int Sum()
    {
        int temp = sum;
        sum = 0;
        return temp;
    }
}
```

Klasa `MemCalculator` działa w sposób zbliżony do kalkulatora kieszonkowego. Klikamy liczbę, następnie klikamy przycisk *Add*, następnie klikamy inną liczbę, potem ponownie klikamy *Add* itd. Po zakończeniu obliczeń klikamy *Equals* i otrzymujemy sumę dodanych dotąd składników.

Gdzie zacząć testowanie funkcji `Sum()`? Zawsze należy zaczynać od najprostszyc testów — na przykład sprawdzenia, czy funkcja `Sum()` domyślnie zwraca 0. Pokazano to na listingu 2.7.

Listing 2.7. Najprostszy test funkcji Sum() kalkulatora

```
[Test]
public void Sum_ByDefault_ReturnsZero()
{
    MemCalculator calc = new MemCalculator();

    int lastSum = calc.Sum();

    Assert.AreEqual(0, lastSum);    ← Asercja domyślnie zwracanej wartości
}
```

Zwróćmy także uwagę na znaczenie użytej w tym miejscu nazwy metody. Możemy ją czytać tak jak zdanie.

Oto prosta lista konwencji nazewnictwa scenariuszy, z których korzystam w takich przypadkach:

- Przyrostek `ByDefault` można zastosować, gdy istnieje wartość oczekiwana zwracanej wartości bez wcześniejszego działania — tak jak pokazano w powyższym przykładzie.
- Przyrostki `WhenCalled` lub `Always` można wykorzystać w przypadku rezultatów jednostki pracy drugiego bądź trzeciego rodzaju (zmiana stanu lub wywołanie funkcji zewnętrznej) — gdy nastąpi zmiana stanu

bez wcześniejszej konfiguracji lub kiedy nastąpi wywołanie funkcji zewnętrznej bez wcześniejszej konfiguracji. Na przykład `Sum_WhenCalled_CallsTheLogger` lub `Sum_Always_CallsTheLogger`.

Nie możemy napisać żadnego innego testu bez wcześniejszego wywołania metody `Add()`, zatem następna metoda będzie wywoływała funkcję `Add()` i zakładała liczbę, jaką powinna zwrócić funkcja `Sum()`. Klasę testową razem z tym nowym testem pokazano na listingu 2.8.

Listing 2.8. Dwa testy. Drugi wywołuje metodę `Add()`

```
[Test]
public void Sum_ByDefault_ReturnsZero()
{
    MemCalculator calc = MakeCalc();

    int lastSum = calc.Sum();

    Assert.AreEqual(0, lastSum);
}
[Test]
public void Add_WhenCalled_ChangesSum()
{
    MemCalculator calc = MakeCalc();

    calc.Add(1);
    int sum = calc.Sum();
    Assert.AreEqual(1, sum);
}

private static MemCalculator MakeCalc()
{
    return new MemCalculator();
}
```

← Zachowanie systemu i stan zmienia się, jeśli w tym teście suma zwróci inną liczbę

Zwróćmy uwagę, że tym razem użyliśmy metody-fabryki do zainicjowania obiektu klasy `MemCalculator`. To jest dobry pomysł, ponieważ oszczędza czas na pisanie testów, sprawia, że kod wewnątrz każdego testu jest trochę mniejszy i nieco bardziej czytelny, oraz zapewnia zainicjowanie obiektu klasy `MemCalculator` zawsze w taki sam sposób. Gwarantuje również łatwiejsze utrzymanie testu, ponieważ jeśli konstruktor klasy `MemCalculator` zmieni się, wystarczy zmienić kod inicjalizacji w jednym miejscu, zamiast zmieniać wywołanie `new` we wszystkich testach.

Do tej pory wszystko powinno być jasne. Ale co się zdarzy, gdy metoda, którą testujemy, zależy od zasobów zewnętrznych, takich jak system plików, baza danych, usługa sieciowa lub cokolwiek innego, co jest dla nas trudne do kontrolowania? I w jaki sposób testujemy trzeci typ „rezultatu” jednostki pracy — wywołanie zewnętrzne? W takich przypadkach tworzy się namiastki testów, sztuczne obiekty i obiekty-makiety. Zostaną one omówione w kilku następnych rozdziałach.

2.8. Podsumowanie

W tym rozdziale analizowaliśmy wykorzystywanie frameworka NUnit w celu pisania prostych testów dla prostego kodu. Wykorzystaliśmy atrybuty [TestCase], [SetUp] i [TearDown], aby uzyskać pewność, że testy będą zawsze wykorzystywały nowy, niezmodyfikowany stan. Skorzystaliśmy z metody-fabryki, aby poprawić łatwość utrzymania testów. Używaliśmy także atrybutu [Ignore] w celu pominięcia testów, które powinny zostać poprawione. Kategorie testów pomagają pogrupować testy w sposób logiczny, a nie według klasy i przestrzeni nazw, natomiast dzięki wywołaniu `Assert.Throws()` kod zgłasza wyjątki tam, gdzie powinien. Na koniec przyjrzelśmy się sytuacji, w której nie mamy do czynienia z prostą metodą, która zwraca wartość, ale musimy przetestować końcowy stan obiektu.

To jednak nie wszystko. W większości przypadków kod testu musi obsługiwać znacznie trudniejsze sytuacje.

W następnych kilku rozdziałach zaprezentujemy kilka podstawowych narzędzi do pisania testów jednostkowych. Spośród tych narzędzi trzeba będzie wybierać w przypadku pisania testów dla różnych trudnych sytuacji, na które możemy się natknąć.

Warto pamiętać o następujących regułach:

- Powszechną praktyką jest stosowanie jednej klasy testu dla jednej klasy testowanej, jednego projektu testu jednostkowego na jeden testowany projekt (oprócz projektu testów integracyjnych dla tego testowanego projektu) i co najmniej jednej metody testowej na jednostkę pracy (może to być zaledwie jedna metoda lub nawet kilka klas).
- Testom należy nadawać czytelne nazwy, stosując następujący wzorzec: `[JednostkaPracy]_[Scenariusz]_[OczekiwaneZachowanie]`.
- Należy stosować metody-fabryki w celu wielokrotnego wykorzystania kodu w testach, na przykład w kodzie do tworzenia i inicjowania obiektów wykorzystywanym przez wszystkie testy.
- Nie należy używać atrybutów [SetUp] i [TearDown], o ile można tego uniknąć. Ich stosowanie sprawia, że testy stają się mniej zrozumiałe.

W następnym rozdziale przyjrzymy się bardziej rzeczywistym sytuacjom, w których testowany kod będzie bardziej realistyczny w porównaniu z tym, co widzieliśmy do tej pory. Będziemy rozwiązywać problemy zależności i zapewnienia sprawdzalności. Zaczniemy również omawiać sztuczne obiekty, makiety i namiastki oraz sposoby wykorzystywania tych mechanizmów do pisania testów.

Skorowidz

#debug, 95
#endif, 104
#if, 104

A

agent zmian, 236
Always, 72
anonimowy delegat, 138
antywzorce
 naruszenie współdzielonego stanu, 218
 zewnętrznego, 220
 ograniczenie kolejności testów, 214
 ukryte wywołania testów, 216
antywzorce projektowe frameworków izolacji
 lepkie zachowania, 158
 mylące pojęcia, 155
 zarejestruj i odtwórz, 156
 złożona składnia, 158
API
 obsługi testów dla aplikacji, 176
 profilera, 147, 148
 sprawdzenie wykorzystywania, 190
 testów, 292, 296
aplikacje
 konsolowe, 37
 wielowątkowe, 306
artefakty, 168
asercje, 55
 Assert.AreEqual, 61
 dla wielu aspektów, 220, 221
 dobre komunikaty, 229
 kilka w jednym teście, 117
 makiety, 78
 na wartości, 59
 niepowodzenie, 202, 220
 obiekty-makiety, 114
 oddzielenie od akcji, 230
 ukrywanie, 220
 zakładanie dokładnego dopasowania, 226
 zastąpienie porównywaniem obiektów, 223
aspekt, 201

Assert, 55
Assert.That(...), 68
atak phishing, 119
atrybuty
 Assert.Throws, 297
 Category, 69
 Conditional, 103
 CultureInfoAttribute, 175
 ExpectedException, 66
 Ignore, 68
 InternalsVisibleTo, 103, 104, 206
 NUnit, 54, 62
 poziomu zestawu, 103
 Setup, 62, 63, 74, 210
 TearDown, 62, 63, 74
 Test, 54
 TestCase, 60, 221
 TestFixture, 54
 TestFixtureSetUp, 65
 TestFixtureTearDown, 65
Autofac, 300
AutoFixture, 298

B

bazy danych, 302
BDD, 284
bezpieczna zielona strefa, 170, 202
biblioteki
 mscorlib.dll, 150
 NUnit.Framework.dll, 50
bieżąca kultura systemu, 175
BlogEngin.NET, 279
błędy
 podczas wdrażania testów, 251
 średni czas naprawy, 244
 w kodzie, 195, 201, 252
 w testach, 195, 199, 253
 w wyniku poprawiania innych błędów, 243
 zależności pomiędzy testami, 62
Buster.js, 305
ByDefault, 72

C

Capybara, 305
 CasperJs + PhantomJS, 305
 Castle Windsor, 300
 ciągi znaków, 67
 mechanizm dopasowywania argumentów, 135
 opisywanie metod, 140
 ciągła integracja, 164, 167
 class under test, 28
 CLR, 147
 code under test, 28
 CodeRush, 293
 context, 131
 Continuous Tests, 292
 control flow code, 36
 Coypu, 304
 CQL, 267
 cross-cutting, 173
 Cucumber, 307
 CUT, 28
 czytelność, 194, 227

D

DateTime.Now, 32
 debugery, 253
 debugowanie, 43
 delegat, 138, 271
 długowieczność, 152
 dodatkowe materiały, 284
 dokładne dopasowanie, 226
 domyślne ignorowanie argumentów, 153
 dopasowywanie argumentów, 155
 dotCover, 203
 duplikaty testów, 199
 usuwanie, 207
 dynamiczne
 makiety, 123
 namiastki, 123
 sztuczne obiekty, 126
 makiet, 128
 dziedziczenie w klasach testowych, 176
 dzienniki i powiadamianie, 49

E

efekt końcowy, 29
 egzemplarz-zamiennik, 81
 elementy
 wymienne, 80
 zastępcze, 78

F

fabryki, sztuczny egzemplarz, 96
 Factory, 93
 fake, 85, 110
 FakeItEasy, 126, 139, 151, 153, 291
 FICC, 270
 FinalBuilder, 167
 FitNesse, 265, 307
 fixtures, 265
 flaga budowy, 103
 fluent, 67, 68
 FluentAssertions, 189, 298
 Foq, 291
 Forum Author Online, 22
 fragment jednostki pracy, 36
 frameworki API w stylu BDD, 308
 frameworki izolacji, 123, 288
 antywzorce projektowe, 155
 czytelność kodu, 135
 definicja, 124
 dla środowiska .NET, 138
 korzyści, 148
 nadspecyfikacja testów, 141
 nieczytelny kod testu, 141
 nieograniczone, 146, 261, 279
 bazujące na profilerze, 148
 wady, 148
 ograniczone, 146
 pułapki, 140
 stosowanie, 124
 trwałość testów, 135
 typu open source, 129
 wartości argumentów, 153
 wartość, 151
 weryfikacja niewłaściwych rzeczy, 141
 więcej niż jedna makieta w teście, 141
 własności wspierające długowieczność
 i użyteczność, 152
 zalety, 140
 frameworki makiet, 123
 frameworki narzędziowe, 189
 frameworki testów, 46, 48, 292
 obszary wytwarzania oprogramowania, 47
 sposoby pomocy, 48
 wykorzystujące obiekty-makiety, 111
 xUnit, 49
 zalety, 46
 funkcje
 Add(), 73
 Assert.AreEqual, 67
 StringAssert.Contains, 67
 Sum(), 72

G

gettery, 36, 47
 wstrzykiwanie sztucznego obiektu, 91
 GitHub, 21
 GUI, 30

H

hermetyzacja, 102
 pokonanie problemu, 102
 hierarchia testów, 163
 implementacja, 187

I

IL, 147
 imitacje rekurencyjne, 152
 informacje o wersji, 182
 inicjowanie
 kompilacji i integracji, 167
 obiektów używanych tylko w niektórych testach, 211
 sztucznych obiektów wewnątrz metody konfiguracyjnej, 213
 Install-Package, 50
 integrowanie kodu, 164, 241
 interakcje
 pomiędzy klasą a usługą sieciową, 114
 pomiędzy namiastką a testowaną klasą, 110
 pomiędzy testem a obiektem-makieta, 111
 z obiektami zewnętrznymi, 115
 interfejsy, 81, 272
 abstrahowanie operacji, 81
 API Profiler, 149
 COM, 149
 IExtensionManager, 83
 IFileNameRules, 130
 ILogger, 128
 użytkownika, 305
 zastępowanie istniejącej implementacji, 84
 internal, 103
 Inversion of Control, 89, 273
 inżynierowie kontroli jakości, 250, 251
 IoC, 89, 90, 274
 Isolator++, 292
 Ivonna, 303
 izolacja testów
 naruszenie, 214
 problemy, 215
 słaba, 215
 wymuszanie, 213
 izolowanie zależności, w kodzie odziedziczonym, 261

J

Jasmin, 305
 jedna-klasa-testowa-na-klasę, 172
 jedna-klasa-testowa-na-własność, 173
 jednostka, 28
 pracy, 29, 36
 definiowanie, 71
 języki
 dynamiczne, 277
 pośrednie, 146
 JIT, 149
 JitCompilationStarted, 149
 JMockit, 262
 JSCover, 305
 JustMock, 150, 290

K

kategorie testowania, 68, 69
 klasy, 93
 abstrakcyjna infrastruktury testu, 177
 abstrakcyjna sterownika testu, 185
 adapterów kodu, 265
 Arg, 130
 argument matcher, 130
 Assert, 55
 BaseStringParser, 181
 bazowe, 100, 181
 ConfigurationManager, 177, 179
 ConfigurationManagerTests, 177
 DateTime, 173
 FakeExtensionManager, 85
 FileExtensionManager, 84
 LogAnalyzer, 70, 78, 179
 LogAnalyzer2, 131
 LogAnalyzerTests, 177
 LoggingFacility, 177, 179
 MemCalculator, 72
 narzędziowe, 189
 niezapieczone, 272
 opakowań, 120
 Person, 218
 produkcyjne, 37
 skonkretyzowane wewnątrz metod zawierających logikę, 272
 StringAssert, 67
 Substitute, 127
 SystemTime, 174
 szablonu testu, 180
 sztuczna składowa, 96
 TransactionScope, 302

- klasy testowe
 - abstrakcyjne, 177, 181
 - jedna na testowaną klasę lub jednostkę pracy, 172
 - jedna na własność, 173
 - odzworowanie na testowany kod, 171
 - pochodne, 183
 - szablony, 181
 - wzorce, 172
 - klasy-fabryki, 93
 - dodanie settera, 94
 - implementacja, 95
 - sztuczna składowa, 96
 - sztuczne, 96
 - klasyfikacja testów, 168
 - klasy-namiastki, 98
 - kod
 - bajtowy, 146
 - CLR, 147
 - IL, 147, 149
 - integralność, 241
 - integrowanie z innymi projektami, 164
 - obiektowy, 176
 - odziedziczony, 34
 - pokrycie testami, 203
 - powielony, 267
 - powtarzalny, 124
 - problematyczny, 252
 - produkcyjny, 42, 103
 - projektowanie, 278
 - przeglądy, 203, 239
 - przestarzały, 34
 - refaktoryzacja, 42
 - rozwlekły i trudny do zrozumienia, 212
 - testów, 59, 171
 - z przepływem sterowania, 36
 - kod odziedziczony, 255
 - dodawanie testów, 256
 - narzędzia do testów jednostkowych, 261
 - problemy, 255
 - strategia selekcji komponentów, 258
 - testy akceptacyjne przed refaktoryzacją, 265
 - testy integracyjne przed refaktoryzacją, 259
 - w Javie, 262
 - kolekcje, 226
 - kompilacja
 - automatyzacja, 168
 - i integracja, 167
 - JIT, 149
 - niepowodzenia, 165
 - nocna, 166
 - proces, 164, 165
 - skrypty, 164
 - warunkowa, 104
 - zautomatyzowany system, 171
 - złamanie, 164
 - komunikaty asercji, 229
 - konfiguracja, 62, 65
 - obiektów, 55
 - konfiguracja kompilacji, 164, 167
 - historia, 168
 - kontekst, 168
 - konfiguracja-działanie-asercja, 157
 - konstruktory, 273
 - dodawanie, 86
 - wstrzykiwanie implementacji, 88
 - kontenery, 273
 - implementacje, 89
 - inwersji sterowania, 89
 - IoC, 89, 90, 274, 299
 - wstrzykiwania zależności, 274
 - kontrakty
 - publiczne, 205
 - wewnętrzne, 205
 - konwencje nazewnictwa, 228
 - metod, 72
 - końcowy rezultat, 201
 - krok kompilacji, 168
- L**
- Legacy code, 34
 - lepkie zachowania, 158
 - LogAn, 49
 - logiczna złożoność, 256
 - logika, 36
 - danych, 302
 - programu, 44
 - unikanie w testach, 199
 - ludzkie zachowania, 246
- Ł**
- łamanie zależności, 82, 99
 - łańcuchy obiektów, 119
 - łatwość utrzymania, 59, 193, 205
 - metody konfiguracyjne, 210
 - poprawianie, 223
- M**
- makiety, 85
 - a namiastki, 78, 110
 - będące namiastkami, 121
 - dynamiczne, 123
 - jedna na test, 118

- nadmierne wykorzystywanie, 122
 - nieścisle, 154
 - pisanie ręczne, 120, 125
 - stosowanie, 142
 - ścisle, 154
 - wprowadzanie do testu razem z namiastką, 131
 - zapisywanie informacji do usługi, 137
 - matcher, 130
 - MEF, 301
 - menedżer rozszerzeń, 85
 - sztuczny, 88
 - metody
 - Assert.AreEqual(), 56
 - Assert.AreSame(), 56
 - Assert.False, 56
 - Assert.Throws, 66, 131
 - Assert.True(), 56
 - chronione, 205
 - Equals(), 135, 223
 - fabryczne, 89
 - FakeTheLogger(), 179
 - For(typ), 127
 - generyczne, 39
 - GetParser(), 183, 184
 - Initialize(), 209
 - IsValidLogFileName, 52, 70, 79
 - konfiguracji do inicjalizacji egzemplarzy klas, 64
 - Main, 38
 - narzędziowe, 189
 - nazywanie, 140
 - nieoczekiwane ściślego obiektu-makiety, 154
 - obsługi testów, 189
 - oczekiwane, 154
 - opisywanie ciągiem znaków, 140
 - ParseAndSum, 37
 - pomocnicze, 210
 - usuwanie powielania, 209
 - prywatne, 205
 - Received(), 128
 - rozbiórki, 231
 - rozszerzające, 128
 - Send, 281
 - Setup, 64, 210
 - ShowProblem, 39
 - SimpleParserTests, 37
 - statyczne, 206, 273
 - TearDown, 64, 65, 175
 - TestFixture, 65
 - ToString(), 223
 - Vise.grip(), 264
 - wewnętrzne, 206
 - When, 131
 - wirtualne, 271
 - zmieniające stan systemu, 70
 - metody konfiguracyjne, 210
 - czytelność, 231
 - inicjowanie obiektów, 212
 - rezygnacja z używania, 213
 - użycie, 211
 - metody testowe, 39
 - atrybut TestCase, 60
 - nazwa, 53, 173
 - sparametryzowane, 221
 - metody-fabryki, 66, 73, 74, 95
 - lokalne, 97
 - przesłanianie, 97
 - wykorzystanie w testach, 97
 - wyodrębnianie, 97
 - metody-namiastki, 97
 - Microsoft CHES, 306
 - Microsoft Fakes, 261, 290
 - Microsoft Managed Extensibility Framework, 301
 - Microsoft Unity, 301
 - Mighty Moose, 292
 - Mocha, 305
 - mock, 85, 156
 - model
 - obiektowy, 102
 - skonfiguruj-zadziałaj-zweryfikuj, 127, 129
 - Moles, 150, 290
 - Moq, 138, 288
 - motywacja
 - osobista, 246, 247
 - społeczna, 246, 247
 - strukturalna, 247, 248
 - możliwości
 - społeczne, 246, 247
 - strukturalne, 247
 - MS Fakes, 150
 - MS Test, 48
 - msbuild, 167
 - MSpec, 308
 - MSTest, 46, 295
 - MSTest API, 296
 - MSTest for Metro Apps, 297
 - mylące pojęcia, 155
- ## N
- nadmierna specyfikacja testów, 119, 141
 - unikanie, 225
 - najpierw test, 40
 - namiastki, 78, 85
 - a makiety, 110
 - dodanie w celu złamania zależności, 82
 - dynamiczne, 123

namiastki

- generujące makiety i namiastki, 119
- menedżera rozszerzeń, 85
- pisanie ręczne, 120, 125
- rozwiązywanie zależności, 77
- stosowanie, 142
- sztuczny obiekt, 110
- usługi sieciowej, 115
- wykorzystywanie jako makiety, 225
- wyzwolenie zdarzenia, 137
- zwracanie, 95

 nant, 167

 naruszenie współdzielonego stanu, 218

- zewnętrznego, 220

 narzędzia do uruchamiania testów, 56

- NUnit, 54

 NazwaJednostkiPracy, 53

 nazwy

- metod, 72
- metod testowych, 53
- standardy nazewnictwa, 227
- testów, 59, 61
- testów jednostkowych, 227
- zmiennych, 228

 NCover, 203

 NCrunch, 57, 203, 293

 NDepend, 266

 nieściśle

- makiety, 142, 154
- obiekty makiety, 154
- zachowania sztucznych obiektów, 154

 Ninject, 300

 NSpec, 308

 NSub, 123, 126

- ograniczenia dopasowywania argumentów, 134
- wykorzystanie w testach, 126

 NSubstitute, 126, 151, 291

 NUget, 50

 NuGet, 50

 NUnit, 45, 46, 48, 49

- atributy, 62
- dążenie do spełnienia testów, 59
- dodanie testów pozytywnych, 58
- hierarchia testów, 57
- ignorowanie testów, 67
- instalacja, 50
- interfejs GUI, 50, 51, 56
- ładowanie rozwiązania, 51
- metody testów, 55
- niepowodzenie testów, 57
- open source, 51
- pierwsze kroki, 49
- pierwszy test, 55
- refaktoryzacja testów, 60

silnik testów, 295

 składnia fluent, 68

 styl kodu testów, 59

 system atrybutów, 54

 środowisko GUI, 59

 testowanie występowania oczekiwanych

- wyjątków, 65

 uruchomienie testu, 56

 NUnit API, 297

 NUnit.Runners, 50, 57

O

obiektowość, 102

 obiekty

- a właściwości, 134
- atrapy, 110
- FakeWebService, 112
- info, 134
- nasłuchujące zdarzenia, 136
- porównywanie, 222
- Presenter, 137
- sztuczne, 85
- złożone łańcuchy, 119

 obiekty-makiety, 110

- a namiastki, 110
- jeden na test, 118
- pisanie ręczne, 111, 114
- stosowanie, 108
- usług pocztowych, 115
- wykorzystywanie razem z namiastkami, 114

 obiekty-namiastki, 93, 97

 OczekiwaneZachowanie, 53

 odwzorowanie testów

- na klasy, 172
- na projekty, 171
- na punkty wejścia metod konkretnych jednostek
 - pracy, 173
- na testowany kod, 171

 odziedziczony kod, 34

 opakowanie w bloki try-catch, 222

 Osherove.ThreadTester, 306

 otwarcie projektu, 102

P

parametry

- DEBUG, 103
- konstruktora, 90
- nieopcjonalne zależności, 88
- przesyłane do atrybutu TestCase, 60
- RELEASE, 103
- string, 56

Pex, 296
 pliki konfiguracyjne w systemie plików, 80
 podejście wymiany, 263
 podkładki, 290
 pokrycie kodu testami, 203, 250

- raport, 242
 - w stosunku do przyrostu wierszy kodu, 243
 - wdrażanie testów, 243

 pomocniczy API

- AutoFixture, 298
- FluentAssertions, 298
- SharpTestsEx, 298
- Shouldly, 298

 porządkowanie stanu, 65
 posiadacz singletona, 274, 275
 PowerMock, 262
 powielanie, usuwanie, 209, 210
 poziom zależności, 256
 priorytet, 256
 proces kompilacji, 164
 profiler, 147

- funkcjonalności, 150
- korzystanie w .NET, 147

 programowanie sterowane testami, 42
 projektowanie, 43
 projektowanie z myślą o sprawdzalności, 275

- alternatywy, 277
- eksponowanie wrażliwych IP, 277
- ilość pracy, 276
- niemożliwość realizacji, 277
- złożoność, 276

 projekty

- a sprawdzalność, 270
- bazujące na interfejsach, 272
- BlogEngin.NET, 279
- hamujące testy, 79
- niesprawdzalne, 279
- pilotażowe, 237
- testowalne, 102
- testowe w ramach jednego rozwiązania, 169
- trudne do testowania, 279

 przeglądy kodu, 203

- jako narzędzie edukacyjne, 239

 przepływ sterowania wstrzyknięcia namiastki, 86
 przesyłanie

- metody ToString(), 223
- wirtualnej metody-fabryki, 97

 przestarzały kod, 34
 przypadkowe wprowadzanie błędów, 34
 przyrost kodu, 243

Q

QUnit, 305

R

Rake, 167
 realizacja wydania kodu, 165
 recursive fakes, 152
 refaktoryzacja, 42, 82

- atrybut TestCase, 60
- bez zautomatyzowanych testów, 83
- instrukcja return, 61
- klasy testowej do hierarchii klas testowych, 186
- kodu w Javie, 264
- nadmierna, 213
- obiektu parametrów, 89
- odmiany technik, 100
- operacji tworzenia obiektu parsera, 183
- projektu w celu ułatwienia testowania, 82
- rozbijająca zależności, 83
- testów, 134, 198
- typ A, 83
- typ B, 83
- w kierunku testów z parametrami, 59
- wprowadzenie wspólnej metody-fabryki, 209
- wyodrębnienie klasy bazowej, 186

 referencje do projektu testowego, 54
 regresja, 34
 rejestracja do zdarzenia, 136
 rekurencyjne sztuczne obiekty, 154
 repozytorium z kodem źródłowym, 171
 ReSharper, 56, 88, 267

- silnik testów, 294

 return, 61
 ręczna kontrola, 204
 Rhino Mocks, 129, 138, 288
 rozbiórka, 62, 231
 rozległe imitacje, 153
 RSpec, 308
 Ruby, 277

S

Scenariusz, 53
 Scrum, 241
 Selenium Web Driver, 304
 serwery ciągłej integracji, 164

- narzędzia do tworzenia, 166

 serwery ciągłej kompilacji, zadania, 167
 SetILFunctionBody, 149

settery, 36, 47
 wstrzykiwanie sztucznego obiektu, 91
 SharpTestsEx, 298
 Shouldly, 298
 silniki testów, 292
 Simian, 267
 SimpleParser, 37
 singletony, 273
 oddzielenie logiki od posiadaczy singletona, 274
 resetowanie, 65
 Sinon.js, 305
 skrypty kompilacji, 164
 CI, 165
 narzędzia do tworzenia, 166
 nocnej, 166
 typy, 165
 wdrażania, 166
 wyzwalacze, 167
 zastosowanie XML, 167
 SOLID, 277
 SpecFlow, 307
 specyfikowanie czysto wewnętrznego zachowania, 225
 sprawdzalność, 269, 275
 bezpośrednie wywołania do metod statycznych, 273
 jako cel projektowy, 270
 klasy niezapieczone, 272
 klasy skonkretyzowane, 272
 konstruktory, 273
 podczas projektowania, 269
 projekt bazujący na interfejsach, 272
 singletony, 274
 stosowanie metod wirtualnych, 271
 w projekcie, 279
 sprzeczne testy, 198
 sterowane akcjami, 108
 StoryQ, 308
 strategia
 najpierw łatwe, 258
 najpierw trudne, 259
 StructureMap, 301
 stub, 78, 85, 156
 styl testowania AAA, 157
 Substitute, 156, 159
 SUT, 28
 symulowanie
 sztucznych wartości, 130
 wejść do testowanego kodu, 99
 wyjątków z poziomu sztucznych obiektów, 90
 system under test, 28

systemy
 bazujące na czasie, 174
 plików, zależności, 79, 81
 sztuczne klasy-fabryki, 96
 sztuczne metody, 97
 sztuczne obiekty, 85, 155
 definicja, 110
 łańcuch, 119
 napisane ręcznie, 88
 zastąpienie obiektem dynamicznym, 127
 nieściśle zachowania, 154
 problemy, 125
 symulowanie wyjątków, 90
 tworzenie dynamiczne, 126
 warstwy kodu, 96
 wewnątrz metody konfiguracyjnej, 213
 wstrzykiwanie, 86, 91, 93
 sztuczny wynik, 101
 sztywne wartości, 201
 szwy, 82, 270
 bazujące na interfejsach, 86
 ukrywanie w trybie wydania, 95
 warstwa docelowa, 96

Ś

ściśle metody sztucznych obiektów, 154

T

tabele
 FitNesse, 265
 wykonalności testów, 256
 TDD, 40
 korzyści, 42
 londyńska szkoła, 108
 potrzebne umiejętności, 43
 praktyczne podejście do nauki, 43
 stosowanie, 42, 253
 Team System Web Test, 304
 TeamCity, 167, 267
 Test Spy, 113
 test-driven development, 40
 TestDriven.NET, 56, 294
 test-first, 40, 43
 test-inhibiting, 79
 testowalne projektowanie obiektowe, 102
 testowanie
 aplikacji wielowątkowych, 306
 baz danych, 302
 bez frameworka, 37

- bezpośredniego stanu, 70
- całych obiektów, 135
- działań związanych ze zdarzeniami, 136
- integracyjne, 32
 - antywzorzec, 220
 - bazujące na stanach, 109
- interakcji, 108, 109, 142
 - z wykorzystaniem obiektów-makiet, 107
- interfejsu użytkownika, 305
- klasy, 71
- klasy LogAnalyzer, 79
- kodu, 32
- metod prywatnych lub chronionych, 205
- metod zmieniających stan systemu, 70
- obiektu nasłuchującego zdarzenia, 136
- procedura, 52
- przejeżdż pomiędzy stanami, 70
- przepływu, 215, 217
- regresyjne, 46
- stanów, 109
- sterowane akcjami, 108
- stron WWW, 303
- tylko jednego aspektu, 141, 201
- wartości, 108
 - właściwości, 70
- występowania oczekiwanych wyjątków, 65
- wyzwolenia zdarzenia, 138
- testy
 - a poziomy dziedziczenia, 180
 - akceptacyjne, 265, 306
 - bazujące na stanach, 108
 - bazujące na wartości, 108
 - bez wyłączonego profilera, 148
 - dla aplikacji, 176
 - ignorowanie, 67
 - klasyfikacja, 168
 - kruche, 118
 - logiki metod narzędziowych, 201
 - negatywne, 61
 - pozytywne, 58
 - przeгляд, 239
 - repozytorium z kodem źródłowym, 171
 - ręczne, 46
 - sparametryzowane, 213, 221
 - szybkość, 168
 - trwałość, 152
 - typ, 168
 - ukryte wywołania, 216
 - w modelu obiektowym, 102
 - wielkie, 35
 - z parametrami, 59, 221
 - zależne od systemu plików, 79
 - testy integracyjne, 31, 65, 108, 251
 - dla baz danych, 302
 - nieautomatyzowane, 33
 - obszar integracji, 170
 - przed refaktoryzacją, 259
 - testy jednostkowe, 28
 - automatyczne, 33, 35
 - cechy, 44
 - cele, 33
 - cykl życia, 62
 - czas pisania, 40
 - czytelność, 59, 64, 88, 134, 156, 227
 - dążenie do spełnienia, 59
 - definicja, 28, 29, 36
 - dla kodu odziedziczonego, 261
 - dobrze, 29, 36
 - dodatkowa logika, 199
 - dodawanie, 204
 - dostęp, 34
 - frameworki, 40, 46
 - główne działania, 55
 - język testu, 252
 - łatwość utrzymania, 59, 70, 122, 205
 - modyfikacja, 194
 - nazywanie, 53, 201, 227
 - niepowodzenia, 194
 - nieprawidłowe, 198
 - niezależność, 62
 - oddzielenie od testów integracyjnych, 169, 202
 - pisanie, 30
 - reguły, 74
 - tradycyjne, 41
 - praktyka, 48
 - problemy, 169
 - punkty awarii, 33
 - reguły umieszczania, 53
 - sprzeczne, 198
 - szablon postępowania, 30
 - szytywne wartości, 201
 - uruchamianie, 34, 56
 - jednym przyciskiem, 35
 - w ramach automatycznych kompilacji, 164
 - wszystkich jednocześnie, 35
 - usuwanie, 194
 - wiarygodne, 194
 - wiele aspektów tego samego stanu, 222
 - właściwości, 31, 193
 - wprowadzanie makiet razem z namiastką, 131
 - wykorzystanie makiety, 141
 - zalety, 35
 - zdublowane, 199
 - złożoność, 200

TickSpec, 308
 TOOD, 102, 105
 tryby wydania, 95
 try-catch, 66, 222
 Typemock, 150
 Typemock Isolator, 150, 151, 261, 289
 silnik testów, 293
 typy generyczne, 153, 187

U

usługi
 pocztowe, 115
 sieciowe, 115
 użyteczność, 152

V

virtual, 97
 Vise, 264
 Visual Studio
 Create Private Accessor, 207
 instalacja NuGet, 50
 struktura folderów, 169
 Visual Studio 2012, 46
 Visual StudioPro, 203
 Vows.js, 305

W

warstwy
 1, 96
 2, 96
 3, 96
 danych, 302
 głębokość, 95
 kodu, 96
 pośrednie, 79, 81, 95
 wartości
 Boolean, 66, 88
 sztuczne, 130
 Watir, 304
 wdrażanie testów
 agent zmian, 236
 błędy w testach, 253
 ciągłe błędy, 251
 czynniki wpływające na porażkę, 244
 debugery, 253
 dół-góra, 239
 efektywność testów, 250
 góra-dół, 240
 identyfikacja zespołów, 238
 kodowanie w kilku językach, 252

 kodowanie w stylu TDD, 253
 kombinacja sprzętu i oprogramowania, 253
 konsultant spoza firmy, 240
 metryki testowania postępów, 244
 mistrzowie, 236
 określenie celów, 242
 oponenci, 237
 po partyzancku, 239
 podgrupy, 238
 polityczne wsparcie, 245
 problematiczny kod, 252
 proces pracy, 239
 punkty wejścia, 237
 przeszkody, 244
 siła napędowa, 245
 skrócenie harmonogramów, 248
 spowolnienie kodowania, 248
 trudne pytania, 236, 248
 widoczność postępów, 241
 wsparcie ze strony zespołu, 246
 wykonalność projektu, 238
 zachowania członków zespołu, 246
 zadania związane z kontrolą jakości, 250
 złe implementacje, 245
 Web application testing in Ruby, 304
 weryfikacja stanów, 70
 WhenCalled, 72
 wiarygodność, 193, 194
 Wide Faking, 153
 Windows Store, 297
 wirtualizacja wyniku obliczeń, 100
 właściwości, 36
 FICC, 270
 WasLastFileNameValid, 70
 wykorzystanie do wstrzykiwania zależności, 92
 związane ze zdarzeniami, 137
 wrappery, 120
 wrażliwe informacje, 277
 wskazówki projektowe, 271
 wstrzykiwanie
 cross-cutting, 173
 namiastki z wykorzystaniem konstruktora, 87
 parametru, 86
 sztucznego obiektu
 bezpośrednio przed wywołaniem metody, 93
 na poziomie konstruktora, 86
 za pomocą gettera lub settera właściwości, 91
 sztucznej implementacji do testowanej
 jednostki, 86
 sztucznych zależności, 122
 za pomocą konstruktora, 89
 za pomocą właściwości, 93
 zależności, 86, 91

- wyjątki, 59, 65
 - ArgumentException, 65
 - asercje, 117
 - AssertException, 220
 - niepowodzenie asercji, 202, 220
 - symulowanie, 131, 132
 - z poziomu sztucznych obiektów, 90
 - testowanie, 66
 - wykonanie operacji na obiektach, 55
 - wykres wypalania, 241, 242
 - wymagania programowe, 22
 - wyodrębnienie
 - interfejsu
 - do komunikacji z usługą sieciową, 112
 - umożliwiającego zastąpienie istniejącej implementacji, 84
 - ze znanej klasy, 84
 - metod do nowych klas, 206
 - wyodrębnij i przesłoń, 99, 281
 - stosowanie, 102
 - sztuczne wyniki, 100
 - wrażenia lambda, 67, 131
 - wytwarzanie oprogramowania sterowane testami, 40
 - wywołanie obiektu zewnętrznego, 107
 - wyzwalacz, 167
 - wzorce
 - abstrakcyjnej klasy infrastruktury testu, 177
 - Adapt Parameter, 120
 - do zerwania zależności, 80
 - dziedziczenia w klasach testowych, 176
 - Fabryka, 93
 - jedna-klasa-testowa-na-klasę, 172
 - jedna-klasa-testowa-na-własność, 173
 - klasy abstrakcyjnej sterownika testu, 185
 - lenistwo w oddzielaniu testów, 217
 - lenistwo w sprzątnięciu, 216
 - nazw w testach, 78
 - szablonu klasy testowej, 180
 - Test Spy, 113
 - testowanie przepływu, 215, 217
 - wypełnij luki, 185
- X**
- xUnit.NET, 48, 297
- Z**
- zależności
 - cross-cutting, 173
 - między kodem a systemem plików, 83
 - nieopcjonalne, 88
 - od systemu plików, 79
 - identyfikacja, 78
 - opcjonalne, 90, 93
 - pomiędzy testami, 216
 - problemy, 217
 - produkcyjne, 100
 - sztuczne, 96, 98
 - trudne do zastąpienia, 273
 - wzorzec zerwania, 80
 - zastępowanie, 99
 - zewnętrzne, 78
 - kontrola, 81
 - zarządzanie, 78
 - zapoznanie deweloperów ze stworzonym API, 190
 - zarejestruj i odtwórz, 129, 156
 - zasady
 - DRY, 176, 207
 - odwrócenia kontroli, 275
 - otwarte-zamknięte, 82, 275
 - podstawienia Liskov, 275
 - pojedynczej odpowiedzialności, 102, 275
 - powtarzalności, 47
 - SOLID, 278
 - wstrzykiwania zależności, 275
 - wyodrębnij i zastąp, 281
 - zautomatyzowany proces kompilacji, 164, 165
 - zdarzenia, 136
 - profilera, 147
 - wyzwalanie, 137, 138
 - zdolności osobiste, 246, 247
 - zespoły pilotażowe, 237
 - brak wsparcia, 246
 - czynniki wpływające na zachowania, 246
 - podgrupy, 238
 - zielona strefa, 170, 203
 - złożona składnia, 158
 - zmiana
 - API, 196
 - cofanie zmian w danych, 302
 - metod na publiczne, 206
 - metod na statyczne, 206
 - metod na wewnętrzne, 206
 - nazwy testu, 198
 - semantyki, 196, 208
 - stanu systemu, 70
 - zmiennne
 - Cor_Enable_Profiling=0x1, 147
 - COR_PROFILER=GUID, 147
 - nazywanie, 228
 - statyczne, resetowanie, 65
 - środowiskowe, 147
 - zwracanie logicznej wartości, 101

Notatki

PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION



- 1. ZAREJESTRUJ SIĘ**
- 2. PREZENTUJ KSIĄŻKI**
- 3. ZBIERAJ PROWIZJĘ**

Zmień swoją stronę WWW
w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA WYDAWNICZA

 **Helion SA**

TESTY JEDNOSTKOWE

Świat niezawodnych aplikacji

WYDANIE II

System informatyczny to inteligentne połączenie modułów i zależności, otoczone setkami tysięcy, a nawet milionami linii kodu źródłowego. Zmiana w jednym obszarze może mieć fatalny wpływ na działanie systemu w zupełnie innym miejscu. Ta zależność powoduje, że koszty wprowadzenia nawet najdrobniejszej zmiany w oprogramowaniu są ogromne. Czy istnieje rozwiązanie tego problemu? Jak stworzyć system, w którym błyskawiczna weryfikacja lub wprowadzona zmiana nie spowodują nowych błędów w innej części? Oczywiście, że można to zrobić! Odpowiedzią na te i wiele innych problemów są testy automatyczne.

Ten przewodnik to doskonała okazja, by głębiej poznać temat testów jednostkowych. Jeżeli uważasz, że ich pisanie jest uciążliwe, czasochłonne, trudne, lub po prostu nie wiesz, jak je tworzyć, ta książka rozwiąże wszystkie Twoje problemy! W trakcie lektury dowiesz się, jak pisać testy, tworzyć zestawy testowe oraz przygotowywać makiety i namiastki. Poznasz narzędzia: Moq, FakeItEasy oraz Typemock Isolator. Ponadto zdobędziesz wiedzę na temat organizacji testów oraz strategii testowania kodu odziedziczonego. To pozycja obowiązkowa dla wszystkich programistów C# szukających świetnego przewodnika po świecie testów jednostkowych!

Dzięki tej książce:

- rozwiejesz swoje wątpliwości dotyczące testów
- poznasz najpopularniejsze narzędzia wspomagające testowanie
- zorganizujesz swoje testy jednostkowe
- zapoznasz się z kluczowymi elementami dobrych testów
- stworzysz niezawodny i tani w utrzymaniu kod

Niezawodny kod jest w Twoim zasięgu!

helion.pl
księgarnia
internetowa

Nr katalogowy: 20678



Księgarnia internetowa:
<http://helion.pl>



Zamówienia telefoniczne:
0 801 339900



0 601 339900



Helion

Sprawdź najnowsze promocje:
• <http://helion.pl/promocje>
Książki najchętniej czytane:
• <http://helion.pl/bestsellery>
Zamów informacje o nowościach:
• <http://helion.pl/nowosci>

Helion SA
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
<http://helion.pl>

sięgnij po WIĘCEJ



KOD KORZYŚCI

ISBN: 978-83-246-8774-9



9 788324 687749

Cena: 57,00 zł

Informatyka w najlepszym wydaniu